

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерного проектирования

Кафедра инженерной психологии и эргономики

В. В. Егоров

КОГНИТИВНАЯ ПСИХОЛОГИЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Допущено Министерством образования
Республики Беларусь в качестве учебного пособия
для студентов учреждений высшего образования
по специальности «Информационные системы и технологии»*

Минск БГУИР 2024

УДК 159.9:331.45(075.8)
ББК 88+65.247я7
Е30

Рецензенты:

кафедра общей и организационной психологии
Института психологии учреждения образования
«Белорусский государственный педагогический университет»
имени Максима Танка
(протокол № 8 от 23.02.2023);

заведующая кафедрой общей и социальной психологии
учреждения образования «Гродненский государственный
университет имени Янки Купалы»
кандидат психологических наук, доцент А. Н. Певнева

Егоров, В. В.

Е30 Когнитивная психология в промышленной безопасности : учеб. пособие / В. В. Егоров. – Минск : БГУИР, 2024. – 296 с. : ил.
ISBN 978-985-543-741-4.

Сформировано на основе современных разработок в сфере когнитивных технологий, способствующих эффективному изучению широкого спектра информации посредством трехмерного представления данных в области проектирования, создания, испытания и эксплуатации сложных систем трехмерной визуализации. Внедрение когнитивных технологий во все отрасли жизнедеятельности человека позволит ускорить процессы принятия решений с возрастающим потоком данных и позволит сделать эти решения более продуктивными.

Написано в соответствии с учебной программой дисциплины «Когнитивная психология в промышленной безопасности» для студентов технических специальностей БГУИР.

Рекомендуется студентам технических специальностей университетов.

УДК 159.9:331.45(075.8)
ББК 88+65.247я7

ISBN 978-985-543-741-4

© Егоров В. В., 2024
© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	9
1. Когнитивная парадигма и когнитивная психология	9
1.1. Когнитивная наука и когнитивная психология	9
1.2. Когнитивная модель познания	11
1.3. Психология интеллекта.....	12
1.4. Теории интеллекта.....	13
1.5. Подходы к моделированию когнитивных систем	16
1.6. Психология когнитивных стилей.....	17
2. Определение понятия «когнитивные технологии» и специфика их применения	19
2.1. Понятийный аппарат когнитивных технологий	19
2.2. Инфокоммуникационные и социальные системы как когнитивные модели	21
2.3. Когнитивный компьютеринг	22
2.4. Когнитивная компьютерная технология графики на современном этапе	28
3. Возникновение материя-независимого кодирования	29
3.1. Предпосылки возникновения принципов кодирования информации	29
3.2. Понятие «знание» и понятие «информация» в филогенезе человека.....	31
3.3. Нейронный механизм кодирования сигнала номером канала (кодирование местом).....	33
3.4. Суть феномена Google-переводчика и Google-распознавателя устной речи.....	35
3.5. Случаи захвата знаниями инициативы у человека.....	37
3.6. Альтерация формирования механизма рефлексии под влиянием феномена «потока».....	40
ГЛАВА 2. КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ	44
4. Пространственное восприятие объекта зрительной системой человека	44
4.1. Эффект присутствия и инварианты его создающие	44
4.2. Основные приемы двумерной визуализации	46
4.3. Переход к когнитивным технологиям трехмерной визуализации данных	46
4.4. Стереoeffект как пространственное восприятие объекта.....	48
4.5. Применение нулевого, прямого и обратного стереoeffекта.....	51
5. Бинокулярная диспаратность и стереографика	53
5.1. Изучение стереопсиса с помощью специального прибора.....	53
5.2. Механизмы восприятия удаленности объектов.....	54
5.3. Типы систем виртуальной реальности как когнитивных технологий.....	55
5.4. Системы телеприсутствия и технологии обеспечения эффекта присутствия	57
6. Системотехника воссоздания эффектов присутствия и взаимодействия в 3D-сцене	59
6.1. Понятие видеосцены и изменение точки зрения	59
6.2. Принципы манипуляции с предметами на видеосцене.....	60
6.3. Приспособления, изменяющие точку зрения	62
6.4. Технология воссоздания эффекта присутствия	64
6.5. Технология воссоздания эффекта взаимодействия	65

6.6. Принципы виртуального онлайн-мира для взаимодействия пользователя с трехмерной визуализированной сценой	67
6.7. Сравнение двумерной визуализации на мониторе с трехмерным восприятием человека	68

ГЛАВА 3. СИСТЕМОТЕХНИКА ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОГНИТИВНЫХ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ

7. Устройство и принцип действия трекеров в системах 3D-визуализации	72
7.1. Трекеры как технологии виртуальной реальности	72
7.2. Ультразвуковые, оптические, инерционные и электромагнитные системы трекинга. Айтрекинг	73
7.3. Телеконференция и направление взгляда собеседников	79
7.4. Гироскоп для определения направления взгляда человека	80
7.5. Трекеры как система, следящая за движениями туловища, головы, глаз	85
7.6. Следящие радиосистемы регистрации местоположения человека	89
8. Технологии получения стереоскопической информации	91
8.1. Сканирование метрических данных материальных объектов и их цвета	91
8.2. Классификация и технологии 3D-сканеров лазерного принципа	93
8.3. Методы и технологии сканирования трехмерных биологических объектов	97
8.4. Классификация и технологии 3D-принтеров	102
9. Технологии представления стереоскопической информации	103
9.1. Устройство и принцип действия стереочков и стереоэкранов	104
9.2. Методы оценки способности восприятия стереоскопической информации	108
9.3. Устройство и принцип действия стереонаушников	109
9.4. Устройство и принцип действия шлема VR	111
9.5. Технологии захвата и синтеза движений и мимики	112
9.6. Системы с тактильной обратной связью	118
9.7. Тактильный брайлевский дисплей для слепых	122
10. Системотехника стереоскопических мониторов 3D-визуализации	123
10.1. Развитие трехмерного изображения	124
10.2. Виды дисплеев трехмерной визуализации	125
10.3. HR3D – будущее дисплеев 3D-визуализации	135
10.4. Программное обеспечение мониторов 3D-визуализации	136
10.5. Программный пакет Autodesk 3ds Max	138
11. Принципы разработки стереоскопических тренажеров	144
11.1. Понятие и принципы построения тренажера	144
11.2. Навыки и стратегии обучения ученика на тренажере	148
11.3. Структурная схема тренажера для формирования образных навыков	149
11.4. Модули построения тренажера для формирования образных навыков	150

ГЛАВА 4. КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

12. Специфика и применение когнитивных технологий в дополненной реальности	155
12.1. Появление технологий дополненной реальности (augmented reality, AR)	155
12.2. Варианты использования AR: отслеживание и управление	156
12.3. Варианты использования AR: отрасль здравоохранения и создание доступной среды	158
12.4. Варианты использования AR: строительство, архитектура и декор	159

12.5. Варианты использования AR: образовательная, психологическая и юридическая сферы	161
12.6. Варианты использования AR: искусство, культура и социум	163
12.7. Варианты использования AR: здоровый образ жизни	165
12.8. Варианты использования AR: игры и военные задачи	167
13. Специфика и применение когнитивных технологий в виртуальной реальности	169
13.1. Области применения когнитивных технологий	169
13.2. Перспективы использования виртуальной реальности.....	173
13.3. Варианты использования VR: индустрия кино и развлечений	175
13.4. Варианты использования VR: медицина и спорт	176
13.5. Варианты использования VR: наука, образование и культура	177
13.6. Варианты использования VR: индустрия моды	180
13.7. Варианты использования VR: сфера строительства и проектирования.....	180
13.8. Варианты использования VR: медиа, реклама, телекоммуникации и торговля	181
ГЛАВА 5. ПРИКЛАДНЫЕ КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	184
14. Когнитивные системы мониторинга состояний технологических процессов промышленной безопасности	184
14.1. Базовые понятия в сфере промышленной безопасности	184
14.2. Реализация информационной системы промышленной безопасности для сбора информации о состоянии технологических процессов и оборудования водного транспорта.....	186
14.3. Принцип работы автоматической идентификационной системы.....	188
14.4. Вероятностное прогнозирование развития событий при принятии решений в проблемных ситуациях	191
15. Технологии статической и динамической 3D-визуализации в системах автоматизированного проектирования.....	194
15.1. Рабочие места проектировщика в области машиностроения с применением трехмерной визуализации данных	194
15.2. Специфика информации о трехмерной форме машиностроительных деталей	197
15.3. Визуализация целого изделия и динамика его функционирования	198
15.4. Трехмерная визуализация динамических аварийных сцен испытаний машин	200
15.5. Разработка рабочего места модельера одежды и визажиста	202
15.6. Когнитивные технологии представления 3D-данных в компьютере о форме тела человека	204
16. Когнитивные технологии 3D-визуализации для формирования операторских навыков	208
16.1. Когнитивные технологии предъявления зрительной информации в тренажерах для обучения водителей	208
16.2. Использование зрительной информации в авиационных тренажерах	211
16.3. Особенности отображения информации на тренажерах железнодорожного транспорта	218
16.4. Специфика визуализации на тренажерах морской навигации	219
16.5. Системотехнические компоненты устройств для навигации на местности автомобиля, человека	221
17. Когнитивные технологии на службе космической индустрии	223
17.1. Системотехнические разработки для оптического сканирования поверхности Земли из космоса	223
17.2. Картография и создание электронных карт поверхности Земли	227

17.3. Тренажеры и симуляторы виртуальной реальности для космонавтов	233
17.4. Варианты использования видеоинформации о Земле	237
18. Технологии 3D-визуализации в нанотехнических системах	240
18.1. Силовые манипуляторы с тактильной обратной связью для атомных силовых микроскопов	240
18.2. Системотехнические элементы манипулятора	243
18.3. Системы управления силовыми ядерными микроскопами	247
18.4. Когнитивные технологии отображения увеличенной видеосцены	248
18.5. Экзоскелет с тактильной обратной связью	249
18.6. Понятие «интуитивно понятный интерфейс»	253
19. Возможности когнитивных 3D-технологий в медицинской отрасли	256
19.1. Применение систем виртуальной реальности в медицине	256
19.2. Использование роботов-манипуляторов в медицине	259
19.3. Биоинженерные технологии: хирургическая система Da-Vinci, Raven II	261
19.4. Информационные когнитивные технологии трехмерной визуализации медицинских данных	264
19.5. Принцип действия и применение детектора лжи	271
19.6. Назначение и возможности тренажеров с биологической обратной связью	273
20. Маркетинговые когнитивные 3D-технологии	278
20.1. Нелингвистический интернет на основе 3D-образов виртуальной реальности	278
20.2. Анализ неточности восприятия характеристик товара, представленных через интернет	279
20.3. Разработка прилавка для выкладки товара	283
20.4. Особенности представления товара на прилавках пассивного и активного типа в интернет-магазинах	284
20.5. Воспроизведение данных и средства получения визуальной информации потребителями	287
20.6. Испытание информационных систем воспроизведения в экспериментах с потребителями	291
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	293
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	294

ВВЕДЕНИЕ

В основу современных когнитивных технологий в информационной сфере положено соединение вычислительных возможностей компьютера с когнитивными способностями человеческого сознания. Эта идея была озвучена более пятидесяти лет назад основоположниками кибернетики Дж. фон Нейманом и Н. Винером. Изобретение компьютеров (как средств вычислительной техники) способствовало быстрой автоматизации промышленной и гуманитарной сфер деятельности общества, формированию электронных информационных ресурсов и систем. В настоящее время трудно представить себе человека, получающего высшее образование и не умеющего использовать информационные технологии: выпускники инженерных технических вузов, профессии которых будут напрямую связаны с информатикой, электроникой, кибернетикой и многими другими сферами деятельности, заинтересованы следить за развитием современных информационных технологий. Научно-технический прогресс набирает все большую скорость и задача учреждений высшего образования – предлагать студентам актуальную информацию с учетом последних открытий науки и технических изобретений. Профессорско-преподавательский состав вузов отвечает за качество знаний, предлагаемых студентам любых специальностей. Сейчас руководители образовательных учреждений обязаны следить за тем, чтобы учебные программы инженерно-технических специальностей своевременно отражали возникающие в мире научно-технические достижения. Поэтому, на основе многолетнего стажа работы в высшей школе, возникла идея создания учебной дисциплины, а затем и учебного пособия, способствующего расширению представления студентов инженерно-технических специальностей о последних достижениях в области когнитивных технологий.

Предлагаемое учебное пособие базируется на теоретико-методологических основаниях когнитивной науки, согласно которым когнитивистика изучает механизмы человеческого познания и закономерности их воспроизведения при помощи современных технических средств. Оно изложено на основе междисциплинарного подхода с учетом концепции NBIC-технологий.

Учебное пособие направлено на изучение когнитивных 3D-технологий и формирование инженерной составляющей подготовки специалиста в области информационных технологий с высшим образованием.

Целью пособия является содействие в изучении основных направлений в области трехмерной визуализации данных в компьютерной технике, ознакомление с принципами создания тренажерной техники на базе аппаратуры трехмерной визуализации данных, анализ современных разработок в области когнитивных 3D-технологий и систем виртуальной реальности.

Пособие состоит из пяти частей: «Психологические когнитивные технологии», «Когнитивные технологии стереоскопической визуализации», «Системотехника применения современных когнитивных 3D-технологий», «Когнитивные технологии виртуальной и дополненной реальности» и «Прикладные когнитивные технологии в промышленной безопасности», объединяющих в себе 20 лекционных тем.

В первой части даются вводные понятия с описанием основной специфики данной отрасли в русле когнитивной парадигмы и когнитивной психологии. Раскрывается когнитивная модель познания, описываются теории интеллекта и подходы к моделированию когнитивных систем. Приводится этимология понятия «когнитивные технологии» и специфика их применения. Рассматривается феномен материя-независимого кодирования знаний.

Во второй части внимание концентрируется на эффектах восприятия человеком трехмерной информации, таких как стереоэффект, стереопсис, эффекты присутствия и взаимодействия. Далее проводится аналогия с принципами действия электронных систем отображения стереоскопической информации.

В третьей части освещаются устройство и принципы действия трекеров в системах 3D-визуализации, стереоскопических тренажерах, стереоскопических мониторах 3D-визуализации. А также раскрываются технологии получения и представления стереоскопической информации.

Четвертая часть отражает специфику и применение когнитивных технологий виртуальной и дополненной реальности, а также использование их в новейших разработках.

В заключительной части рассматривается информация о прикладных когнитивных технологиях в промышленной безопасности, которая представлена специфическими примерами применения стереоскопической визуализации данных на производстве, в сферах транспорта, разработки тренажерной техники, нанотехники, космонавтики, медицины и маркетинга.

Содержание пособия соответствует образовательному стандарту ОСВО 1-40 05 01-2021 и учебной программе по учебной дисциплине «Когнитивная психология в промышленной безопасности» для специальности 1-40 05 01-09 «Информационные системы и технологии (в обеспечении промышленной безопасности)». Материал пособия сможет эффективно дополнять информационные составляющие таких компьютерных дисциплин, как компьютерная графика, интерфейс в системах информационных технологий, психология взаимодействия человека с виртуальной реальностью и др.

ГЛАВА 1. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Когнитивная парадигма и когнитивная психология

Темы:

1. Когнитивная наука и когнитивная психология.
2. Когнитивная модель познания.
3. Психология интеллекта.
4. Теории интеллекта.
5. Подходы к моделированию когнитивных систем.
6. Психология когнитивных стилей.

1.1. Когнитивная наука и когнитивная психология

В середине прошлого века в Северной Америке началось зарождение нового направления психологической науки и практики – когнитивной психологии. Такое название оно приобрело благодаря одноименной книге У. Найссера, которая была издана в 1967 году. Осуществляемая группой протокогнитивных психологов в 1955–1965 годах **латентная когнитивная революция** стала предшественницей когнитивной психологии. Вышедшие из бихевиоризма Ч. Осгуд, Д. Дженкинс, Дж. Миллер, Д. Брунер, Г. Саймон были одними из тех, кто подготовил переход к новой метатеории в психологии. Затем Б. Баарс ограничил количество психологических парадигм тремя, выделив метафизическую (психология сознания), бихевиоральную и когнитивную парадигмы. Ч. Осгуд являлся самым консервативным представителем, Г. Саймон – преимущественно либеральным. Среди отечественных психологов в зарождение когнитивной парадигмы свой вклад внесли Л. С. Выготский и А. Р. Лурия.

Две когнитивные революции являются оформлением современной когнитивной психологии. Компьютерная метафора и теория переработки информации были базой для **первой когнитивной революции**. В итоге психология стала наукой об исследованиях гипотетико-дедуктивных теорий, описывающих ненаблюдаемые психические процессы. Человеческий мозг стал персонифицированным, ему начали приписывать ментальные процессы, которые ранее принадлежали личности. Так человек оказался каналом переработки информации с ограниченной пропускной способностью.

Для когнитивной психологии человек – познающая система, а процессы, которые протекают в этой системе, являются поэтапной переработкой информации в поведении субъекта так же, как и в переработке информации в ЭВМ. Эта аналогия в научной литературе имеет специальный термин – компьютерная метафора.

Компьютерная метафора – это метафора, сравнивающая мозг и разум человека с компьютером. Компьютерная метафора (рис. 1.1) не заменяет психологическую теорию, она лишь призвана помочь сформулировать теорию в конструктивных понятиях.

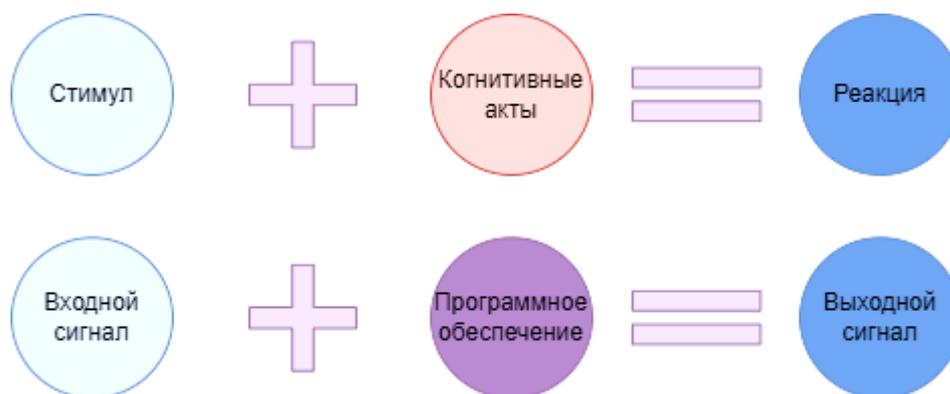


Рис. 1.1. Компьютерная метафора

Основная идеология когнитивной науки состоит в том, что разум функционирует как цифровой компьютер, при этом ментальные состояния – это вычислительные состояния, а ментальные процессы – это вычислительные процессы.

Понимание того, что человек не пассивный канал связи, что он активно перерабатывает информацию, строя внутренние модели, или репрезентации, окружения (стимуляции), означало переход от информационного подхода в узком смысле слова к когнитивной психологии. Переработка информации в сложной ЭВМ считалась познавательным процессом.

В терминах ментальных процессов работа компьютера заключается в следующем: компьютер имеет память и сенсорные входы, он «принимает решения» и «решает поставленную задачу», «управляет» и «выполняет анализ данных». Так и формируется компьютерная метафора, которая господствовала в конце двадцатого века, – сравнение технического устройства и «человека познающего», которая используется для теоретического моделирования человеческой психики. Появилась новая версия электронной вычислительной машины: компьютеры развиваются, создание компьютерных программ происходит с использованием специальных языков.

В отечественной психологии когнитивный подход возник практически одновременно с аналогичными исследованиями в США благодаря усилиям таких ученых, как Б. Г. Ананьев, Л. М. Веккер, В. П. Зинченко, А. Н. Леонтьев.

Вторая когнитивная революция привела к возникновению современной когнитивной революции. Сторонники революции понимают под **психикой** собирательный термин, который обозначает *дискурсивную активность, характерную для данного индивида*.

В советской психологической литературе предметом работ М. С. Роговина, Б. М. Величковского и В. П. Зинченко впервые стала когнитивная психология.

На когнитивных форумах в различное время выступали Т. Дикон, Д. Деннет, Р. Харре, К. В. Анохин, Н. П. Бехтерева, Р. Шенк, К. Каски, Д. Канеман, Б. М. Величковский, М. Познер, Ю. И. Александров, Дж. МакКлелланд, А. Трейсман, В. П. Зинченко, А. А. Кибрик, С. Лалу, Д. Чалмерс, Г. Эдельман, М. Хаузер, Т. В. Черниговская.

Исследования Н. Т. Ерчака, Г. М. Кучинского, Г. В. Лосика, В. А. Поликарпова и переводы С. Б. Бенедиктова способствуют становлению когнитивной психологии в нашей стране.

Психологическая школа когнитивной психологии имеет свои преимущества и недостатки. Критики когнитивной науки высказываются против ее ярко выраженного позитивизма и рационализма, приоритета ментальных явлений и процессов, множественности исследовательских программ, сравнения человека и компьютера. Но **машинное познание (искусственный интеллект)** можно рассмотреть как познание путем его воспроизведения и тогда оно тесно связано с психологией. Данный подход в идеале предполагает наличие глубокого понимания психологии и знаний в области искусственного интеллекта. Идея **когнитивизма** состоит не в том, чтобы человек уподоблялся компьютеру, а чтобы именно человек создавал компьютер по своему образу и подобию.

Данные исследования формируют современное представление о психологическом воздействии, концептуализирующееся как взаимодействие между двумя равноправными сторонами, где стороны являются субъектами **дискурсивной активности**. Как итог, создаются условия для широкого и многообразного применения полученных данных и открываются новые темы, которые используют обращения психологической науки к проблемам, возникающим в результате развития IT-технологий, расширения виртуальной реальности, языковых факторов сознания и поведения личности.

Таким образом, на сегодняшний момент предметом изучения когнитивной науки является мозг человека и познавательные процессы, исследование закономерностей усвоения и использования знаний. **Когнитивистика** необходима для изучения механизмов познания человека и для того, чтобы научиться воспроизводить их с использованием современных технических средств.

1.2. Когнитивная модель познания

Когнитивная модель познания понимает под собой наличие таких этапов, как:

1. Обнаружение и восприятие сенсорного сигнала (или стимула).
2. Дискурсивная активность (интерпретация, где результат – вербальные или этологические (телесные) суждения субъекта познания о воспринятых стимулах).
3. Когнитивные структуры репрезентации (повторное воспроизведение прочувствованного, увиденного, услышанного) преобразованных стимулов.
4. Выработка ответных реакций на основе имеющихся когнитивных структур и влияние сформировавшихся структур репрезентации на последующее восприятие входящей информации.

Исследовательские задачи в других областях психологической науки могут быть решены с помощью трансформированной общей когнитивной модели познания.

Развитие психологии как науки во многом обогатилось с формированием когнитивной ветви психологии. Благодаря этому вкладу психология также стала частью NBIC-конвергенции, в структуре взаимообусловленного кластера нано-, био- и инфотехнологий и когнитивной науки (рис. 1.2).

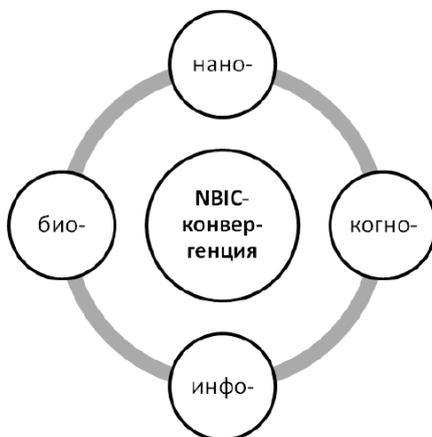


Рис. 1.2. Модель NBIC-конвергенции

NBIC-конвергенция – отражение нового взгляда научного сообщества на тенденции трансдисциплинарной интеграции технологий и знаний. Сегодня теория, методология и парадигма когнитивной науки объединяют ученых всего мира, несмотря на границы дисциплинарной принадлежности и приверженности к различным научным школам.

Когнитивный агент является субъектом познания в когнитивистике. Он отличается ситуационной активностью и деятельностным характером. Профессионалы, генерирующие идеи, создающие новые технологии и осознающие себя источником развития общества, являются такими агентами в современном мире. Обучающиеся и обучающие когнитивные агенты в роли деятельностных и активных субъектов познания и процессов обучения способны не только на креативность, но и на инновации.

Как итог, конвергенция наук, которая основана на когнитивной парадигме, формирует новый тип знаний: трансдисциплинарные понятия и категории, которые усваивает когнитивный агент на основе инноваций и когнитивных практик в современных трансформирующихся реалиях и неопределенностей, которые предполагают наличие креативной компетентности.

1.3. Психология интеллекта

Несмотря на обобщенный характер и принадлежность к культурным феноменам, понятие интеллекта с трудом поддается определению.

Разные аспекты интеллекта отражаются в его определениях:

1. **Интеллект** является комбинированной и глобальной способностью человека совершать адекватные поступки, здраво мыслить, эффективно взаимодействовать с окружающей средой (Д. Векслер).

2. **Интеллект** представляет собой форму организации собственного опыта в качестве наличных ментальных структур, которые порождаются ментальным пространством отражения и которые строятся с учетом этого пространства и ментальных репрезентаций происходящего (А. П. Лобанов).

3. **Интеллект** – способность хорошего оценивания, понимания и рассуждения с использованием при этом здравого смысла, адаптивных возможностей и креативности (А. Бине).

Актуальный мысленный образ того или иного события, явления, знания, концепции и идеи получил название **ментальная репрезентация**.

Эмпирические психологические исследования интеллекта опережают разработку его моделей и теорий. Необходимость дифференцирования нормы и умственной отсталости стали причиной возникновения идей разработки тестов интеллекта. Французские врачи Ж. Э. Д. Эскироль, Э. Сеген предложили не только классифицировать умственную отсталость, но и использовать в качестве критерия развития интеллекта язык.

Английский психолог Ф. Гальтон выдвинул идею о влиянии наследственности на интеллектуальное развитие, а также не только ввел понятие «тест», но и апробировал первые тесты-измерения (окружность головы, рост) и тесты-испытания (сенсорные различения и время реакции). Американский психолог Дж. М. Кеттелл является родоначальником тестологии интеллекта. А. Бине и Т. Симон первыми разработали стандартизированные тесты для определения уровня интеллекта.

Немецкой психолог В. Штерн ввел понятие «коэффициент интеллекта» (IQ). Он представляет собой отношение умственного возраста к хронологическому, увеличенное в сто раз. Под руководством Л. Термена группа психологов США адаптировала тест Бине – Симона. На сегодняшний день результаты тестов для определения уровня интеллекта стандартизируются переводом «сырых» баллов в IQ-баллы. Это дает возможность соотносить результаты, полученные по разным методикам, и пользоваться единой шкалой: низкий (до 89), средний (от 90 до 119) и высокий (от 120) интеллект.

1.4. Теории интеллекта

Линия Спирмена. Первую психологическую теорию интеллекта под названием «Двухфакторная теория интеллекта» предложил Ч. Спирмен. Он обосновал иерархическую структуру общего и специфического факторов интеллекта. Его двухфакторная теория оказала большое влияние на дальнейшее изучение данного направления. Например, один из последователей, Р. Кеттелл, на основании этой теории выделил пять факторов. Два из них описывают g-фактор Ч. Спирмена – генеральный фактор.

Общий интеллект включает в себя два подфактора: кристаллизованный и текучий интеллекты. Кристаллизованный представляет собой результат культурного влияния и образования, а также накопления знаний. Он проявляется в тестах на общий уровень развития и словарного запаса. Текучий интеллект

обеспечивает возможность обработки текущей информации, понимание абстрактных понятий и отношений в результате индуктивного рассуждения, он описывает биологические возможности нервной системы.

Помимо двух основных интеллектуальных факторов, Спирменом были выделены дополнительные, такие как визуализация, память и скорость обработки информации.

К сожалению, по результатам факторной аналитической проверки данной модели, представление общего интеллекта в виде умственных способностей двух типов не обосновано. Это связано с тем, что и кристаллизованный, и текущий факторы могут определяться одними и теми же тестами. После реинтерпритации данных Р. Кеттела Л. Хамфрейсом был получен единый интеллектуально-образовательный фактор.

Большой шаг в сторону информационного подхода сделал Г. Ю. Айзенк, когда интерпретировал g-фактор как умственный темп (скорость переработки информации ЦНС). Одновременно с этим он сделал шаг к поиску физиологических коррелят интеллекта.

Дж. Равен опирался на то, что умственные способности содержат два компонента: продуктивный, который способен выявлять связи и отношения, и репродуктивный, который способен использовать прошлый опыт и информацию. Считается, что в чистом виде тест «Прогрессивные матрицы», разработанный Дж. Равеном, диагностирует g-фактор. Спустя время успешность этого теста начали интерпретировать как способность к обучению в условиях внешних указаний на основе обобщения своего собственного опыта.

G-фактор в своей иерархической модели интеллекта смог широко представить Ф. Вернон. В его модели этот фактор занимает верхнюю часть способностей, а уже за ним следуют основные группы факторов, такие как пространственно-практический и вербально-образовательный. На третьем уровне расположена совокупность субфакторов: креативные, числовые и вербальные, а также пространственный фактор, факторы технической осведомленности и ручных навыков. Четвертый уровень представлен s-факторами Ч. Спирмена.

В качестве совокупности вербальных и невербальных субтестов, общий интеллект представлен в методике Д. Векслера.

Психологов, которые как и Ч. Спирмен признают общий интеллект, относят к «линии Спирмена».

Линия Терстоуна. Не все авторы были согласны тем, что существует генеральный фактор, поэтому вместо него начали выделять несколько групп факторов. Одним из таких психологов был Л. Терстоун, который на основании исследования общего интеллекта и его различных сторон выделил семь групп факторов, которые впоследствии назвал первичными умственными потенциями:

- числовой фактор;
- вербальное восприятие;
- вербальная скорость (гибкость, быстрота восприятия);
- пространственный фактор;

5. Познание, или познавательные функции, (Е). Это процесс познания и понимания предъявляемого материала.

2. Основные типы содержания мыслительных процессов:

1. Образный (конкретный): предметы реального мира, их изображения.
2. Символический: цифры, буквы, знаки.
3. Семантический: значения слов и выражений.
4. Поведенческий: собственные поступки или поступки других людей.

3. Основные продукты мыслительной деятельности (с примерами):

1. Отдельные элементы или части объектов (дописать недостающие буквы).
2. Классы (распределить объекты по группам).
3. Отношения (найти связи между предметами).
4. Системы (определить правило организации определенного множества).
5. Преобразования (изменить материал).
6. Импликации (представить альтернативный исход событий).

Стоит отметить, что в конце XX в. интеллект начинает рассматриваться некоторыми учеными как сложная система, в ходе чего возникают системные теории интеллекта.

1.5. Подходы к моделированию когнитивных систем

Для моделирования когнитивных систем когнитивная психология выделяет три базовых вычислительных подхода.

Самым ранним и классическим является **символизм**. Суть данного метода заключается в рассмотрении мышления с использованием терминов обработки символической информации.

Он выделяет следующие положения:

1. Возможность использования компьютерной метафоры.
2. Знание и рациональное мышление имеют приоритет над привычками, поведением, а также аффектами.
3. Акцент ставится не на изучение механизмов мозга, а на формальное моделирование.
4. Предположительно информация перерабатывается последовательно.

Следующий подход – это **коннекционизм**. Этот подход является нейросетевым и основан на аналогии между мыслительными процессами и огромным количеством узловых соединений в сети. Он основан на наличии множества простых единиц, которые связываются в одну большую распределенную сеть. Из механизмов, которые участвуют в ментальных процессах, когнитивная психология старается объяснить лишь те, которые можно эмпирически зафиксировать в психологии – рассуждения, распознавание объектов, планирование и др.

Его особенности:

1. Знания, которые управляют всем процессом переработки, хранятся в виде весовых коэффициентов связей, возникающих в сети. Приоритет отдается не самим элементам, а именно связям между ними. Такой подход называют **субсимвольным**.

2. Процессы познания представляют собой результат взаимодействия огромного количества простых элементов переработки информации, которые связаны друг с другом и организованы в слои. По сути, переработка информации – это своеобразный ответ элемента на внешнее воздействие.

3. Обучение – это процесс, в ходе которого коэффициенты связей между элементами в сети изменяются и происходит их приспособление для решения конкретной задачи.

Современные нейросети решают следующие классы задач:

– классификация – процесс распознавания элементов, или их образов (например, распознавание голосов или подтверждение подписей, анализ данных эксперимента и др.);

– моделирование – отображение поведения системы в определенных условиях;

– прогнозирование – предсказание основанное на прошлых закономерностях (например, прогноз погоды или прогноз результатов соревнований).

Следующий важный подход – **модульный**. Важно отметить, что он является не вычислительным. Он представляет направление, в котором познание является результатом функционирования целого ряда независимых, когнитивно закрытых, узкоспециализированных модулей, которые имеют собственные генетические основания, историю развития.

Его основные положения:

1. Информационная закрытость («когнитивная непроницаемость»).

2. Характер функционирования навязчивый, в процессе работы его нельзя остановить.

3. Каждый модуль является компетентным только в обработке одного вида информации или в решении одной познавательной задачи, поэтому он не участвует в решении задач других классов.

4. Высокоскоростная работа.

5. Модуль функционирует неосознаваемо.

6. Результатом является конечный продукт, не имеющий доступа к промежуточным шагам.

7. Разворачивание закономерное и последовательное.

8. Локализация в мозге, нервные механизмы специфичны.

9. Нарушения избирательные, если выпадает один модуль – другие продолжают работать.

1.6. Психология когнитивных стилей

Для обозначения устойчивых характеристик процессов, когда люди думают, запоминают или просто воспринимают информацию, или же для обозначения предпочтительного для людей способа решения проблем используется термин «когнитивный стиль».

Когнитивный стиль и когнитивная способность или уровень – это разные вещи. Когнитивный уровень можно измерить тестами для определения уровня интеллекта.

Многие когнитивные стили коррелируют, и различия в их терминологии связано лишь с подходами их авторов. Чаще всего классифицируют 10–15 когнитивных стилей. Рассмотрим некоторые из них.

1. Низкая – высокая толерантность к нереалистическому опыту. Этот стиль обнаруживается в неопределенных ситуациях. Он характеризует степень принятия впечатлений, которые не соответствуют или противоречат представлениям, которые имеются у человека и которые он считает правильными, очевидными. Таким образом, толерантные представители оценивают ситуации по фактическим признакам. Нетолерантные, наоборот, сопротивляются фактам, противоречащим их собственным убеждениям и знаниям.

2. Узкий – широкий диапазон эквивалентности. Представителей полюса узкого диапазона можно описать, как людей, склонных ориентироваться, в первую очередь, на отличия между объектами, они обращают внимание на отличительные признаки. Люди, являющиеся представителями широкого диапазона, наоборот, ориентируются на сходства между объектами. Они классифицируют их, учитывая некие категориальные основания.

3. Сглаживание – заострение. В этом когнитивном стиле зафиксированы индивидуальные различия, которые имеют отношение к особенностям хранения запоминаемой информации. Если информация запоминается путем упрощения, потерей некоторых деталей и фрагментов, то это сглаживание. Если же в процессе запоминания подчеркиваются особенности запоминаемого материала, то это заострение. Важно отметить, что этот стилевой параметр характеризует чувствительность к постепенно увеличивающимся различиям среди воспринимаемых объектов, т. к. обнаруживается он лишь в условиях восприятия и запоминания набора, последовательности стимулов.

4. Полезависимость – полenezависимость. В основе полезависимого стиля лежит доверие зрительным впечатлениям. Представителям данного стиля сложно преодолеть свое видимое поле в процессе детализации или структурирования ситуации. Представителям полenezависимого стиля, наоборот, легко выделить деталь из целостной ситуации. Они полагаются на свой внутренний опыт и могут с легкостью избавиться от влияния поля.

5. Фокусирующий – сканирующий контроль. Данный стиль учитывает особенности распределения внимания. Они заключаются в степени широты охвата ситуации и ее различных аспектов и степени учета ее признаков: релевантных и нерелевантных. Таким образом, некоторые испытуемые оперативно распределяют свое внимание, замечая много аспектов ситуации и выделяя ее объективные детали в этот момент (сканирующий контроль). Другие же, наоборот, фиксируют только явные характеристики, те, которые бросаются в глаза, за счет того, что их внимание оказывается фрагментарным (фокусирующий контроль).

6. Ригидный – гибкий познавательный контроль. Данный стиль характеризует меру субъективной трудности в ситуации когнитивного конфликта при смене способов переработки информации. Если имеются трудности в переходе между вербальными функциями и сенсорно-перцептивными из-за их низ-

кой автоматизации, то это свидетельствует о ригидном контроле. Если же переход между данными функциями легок в силу их высокой автоматизации, то это свидетельствует о гибком контроле.

7. Когнитивная простота – сложность. Представители данного стиля определяются в зависимости от того, как они понимают и интерпретируют модель реальности. Если они воспринимают происходящее в упрощенной форме, фиксируя ограниченный набор сведений, то это когнитивная простота. Если же выделяют множество сторон в своей модели реальности, то это когнитивная сложность.

8. Импульсивность – рефлексивность. Для людей с импульсивным стилем легко выдвинуть гипотезу в ситуации с наличием альтернативны. Но при этом они могут допустить много ошибок в своих решениях в процессе идентификации объектов перцепции. Люди с рефлексивным стилем принимают решения медленнее и при этом допускают меньшее количество ошибок, т. к. тщательно изучают объекты во время предварительного анализа.

9. Конкретность – абстрактность. В основе данного метода лежат дифференциация и интеграция понятий. Конкретность характеризуется небольшой дифференциацией и предполагает недостаточность интеграции понятий. Представители данного стиля склонны к черно-белому мышлению, стереотипности решений, нетерпимости к неопределенности, они зависимы от авторитета и статуса и т. д. Представители же абстрактной концептуализации свободны от непосредственных свойств конкретной ситуации, в процессе объяснения физической и социальной составляющей мира они ориентируются на свой внутренний опыт. Они креативны, гибки, независимы и склонны к риску.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Дайте определение понятия «интеллект».
2. Что входит в понятие «ментальная репрезентация»?
3. Что такое «когнитивный стиль» в когнитивной психологии?
4. Расшифруйте понятие «когнитивный агент».
5. Назовите последовательность применения этапов когнитивной модели познания.

2. Определение понятия «когнитивные технологии» и специфика их применения

Темы:

1. Понятийный аппарат когнитивных технологий.
2. Инфокоммуникационные и социальные системы как когнитивные модели.
3. Когнитивный компьютеринг.
4. Когнитивная компьютерная технология графики на современном этапе.

2.1. Понятийный аппарат когнитивных технологий

Сделанный национальным научным фондом США доклад NBIC (где «N» – это нанотехнологии, «B» – биотехнологии, «I» – информационные технологии и «C» – когнитивные технологии) прогнозирует изменение науки в следующие 50 лет.

Ведущие профессора в настоящее время объединяют перспективы развития с нано-, био-, инфо- и когнотехнологиями. В то же время данные направле-

ния должны формироваться в тесной связи. К примеру, один из курсов информационных технологий – увеличение емкости электронных носителей. В скором времени будет возможно получить диск с подписью «Фильмы», где будут загружены все кинофильмы, которые были созданы Голливудом. Тогда будет необходим прибор, предоставляющий способ найти требуемые сведения без потери времени. Действия, выполняемые таким прибором, также относятся к **когнитивным технологиям**.

Термин «**cognitio**» пришел из латинского языка и обозначает «освоение». «Cognoscere» – «осваивать, определять».

По толковому словарю С. И. Ожегова, «**технология** – это в то же время группировка познаний, способностей, опыта, подходов, образов действий и способ, основанный на научных действиях, процесс составления разрешения тех или иных задач».

Когнитивные методы – это способы *влияния* на процессы приобретения и хранения человеком сведений. Сущность когнитивных методов – разбор показателей, воздействующих на понимание человечества, и руководство ими. Понятие «**когнитивный**» определяет информативную работу с учетом действия информационного обмена личности с внешним миром. **Когнитивная наука** осваивает то, каким образом люди постигают внешнюю среду, как думают, о чем заботятся, как учат и тому подобное. По принципам достижений данной науки возникли **когнитивные технологии** – это технологии, взаимодействующие с нашим постижением: дающие оценку нашей внимательности, изучающие наше положение, наблюдающие за деятельностью головного мозга и стремящиеся познать человека. Они копируют умственную активность людей и базируются на моделях с нечеткой логикой (fuzzy logic) и на нейронных сетях (neural networks). **Задачи формирования когнитивных систем**: приобретение последних сведений, осуществление выбора в трудных обстоятельствах и аналитическая переработка сведений. В случае, когда мы не способны поменять попадающие к человеку данные, поменять сами явления и информацию, мы имеем возможность в обширных границах *менять его обратную связь, образовав когнитивные показатели в правильной форме*. **Отличительная черта данного метода**: классические способы воздействия на сознание людей, например, агитация, построены на стремлениях управлять поступающими индивиду сведениями (сокрытие фактов, обман и т. д.), а **когнитивные методы** не модифицируют сами данные: они *формируют обстоятельства, где сами обретают другое значение и преобразуются в другие сведения*. Когда мы можем воздействовать на данные действия, мы обретаем наиболее примитивный способ воздействия на поступки человека, т. к. люди выполняют какие-либо действия с учетом того, какие они имеют сведения и что они знают о текущих обстоятельствах. Все когнитивные факторы воздействуют на то, в какие сведения индивид соберет попадающие извне данные. У каждого человека большое количество способов сборки, однако их количество конечно, таким образом *человек может воспринимать сведения только конкретной формы*.

Когнитивные системы – современные аппаратно-программные средства, применяющие одноименные технологии.

2.2. Инфокоммуникационные и социальные системы как когнитивные модели

Отдельные когнитивные системы могут увеличить индекс качества существования. Например, у человека есть проблемы со здоровьем, которые связаны с работой сердца и уровнем сахара в крови (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Система «Персональный доктор» – пример возможностей, свойственных когнитивным системам

Функции рецепторов и акцепторов для подсистемы искусственного интеллекта осуществляют беспроводные сети датчиков и исполнительных систем.

На рис. 2.2 показана многослойная конструкция, представляющая собой **модель когнитивной инфокоммуникационной системы**.

I уровень – подсистема рассматривается как терминалы. Функции данных средств разнообразны. Однако существует общее свойство: послания должны создаваться, реорганизовываться в сигналы, переходить на верхние уровни модели для приобретения данных и исполнения инструкций, хранящихся в них.

II уровень – задачи подсистемы состоят в сборе данных с I уровня.

III уровень – в состав подсистемы входят центры обработки вызовов, к которым создается подключение с помощью сетей телефонной связи и Интернета.

IV уровень – осуществляются дополнительные функции для когнитивных систем, основная задача которых состоит в осуществлении вычислительных операций по обработке данных для утверждения решений.

V уровень – реализация когнитивных технологий.

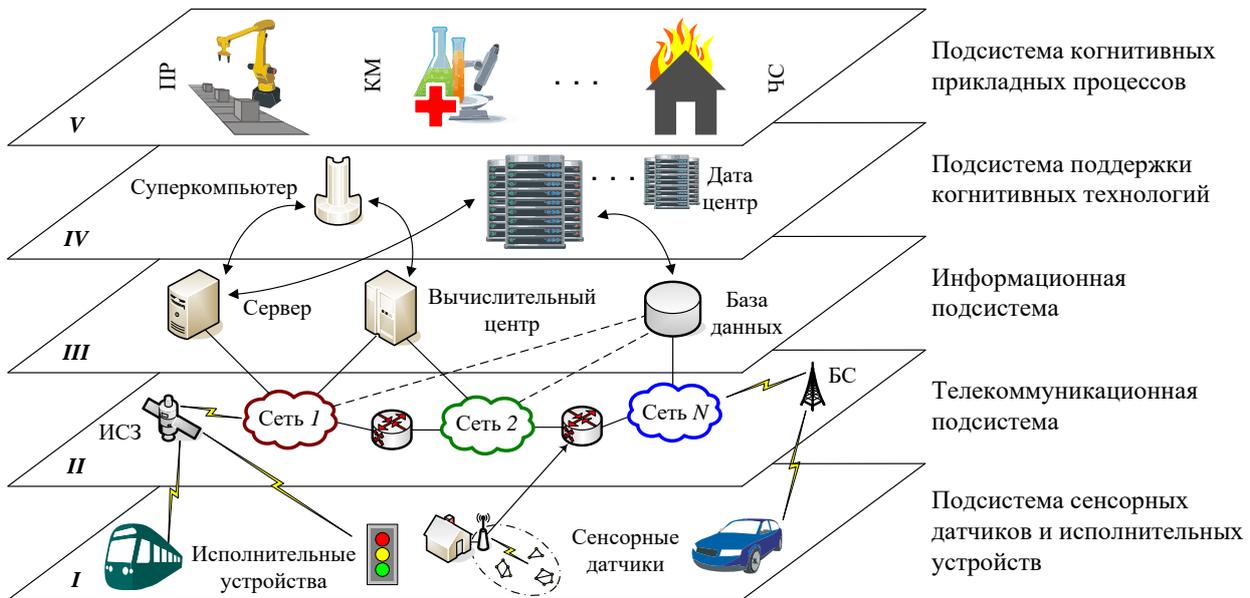
Выделяют три уровня в социальных системах с точки зрения управления когнитивными факторами: материальный, информационный и когнитивный.

1. **Материальный уровень** – территории, природные ресурсы, архитектура населенных пунктов и технические средства, дороги, население Беларуси.

2. **Информационный уровень** – режим власти, законодательства, СМИ, содержание документов, учебников, энциклопедий и справочников, а также других книг, белорусская ветвь интернета, социальные сети и т. п.

3. **Когнитивный уровень** – существующие в обществе когнитивные факторы: традиции, убеждения и вероисповедания, концепции и социальные стереотипы, культурные архетипы.

Можно сказать, что данные уровни зависимы друг от друга.



БС – базовая станция, ИСЗ – искусственный спутник Земли, КМ – когнитивная медицина, ПР – промышленный робот, ЧС – чрезвычайная ситуация

Рис. 2.2. Модель когнитивной инфокоммуникационной системы

Материальный уровень подчинен информационному уровню. К примеру, власть управляет природными ресурсами государства с помощью законодательства – механизмы государственного управления являются информационными механизмами.

В свою очередь информационный уровень управляется когнитивным уровнем. Когнитивные факторы придают какой-либо смысл содержанию информационного уровня и преобразуют его какое-либо знание. **Ведущее значение когнитивного уровня состоит в том, что он дает цель объектам и процессам информационного уровня.** Например, одинаковый закон в зависимости от когнитивных факторов может иметь совершенно разный смысл для разных людей.

2.3. Когнитивный компьютеринг

Неизбежность и необходимость возникновения «разумных» вычислительных технологий. Уже само существование высокотехнологичного инструментария создания валового продукта позволяет рассчитывать будущие успехи человечества в обеспечении себя необходимыми продуктами и услугами.

Способность человечества в рамках разделов информатики – теории вычислимости и искусственного интеллекта – создавать все более успешные алгоритмы вычислений постепенно приводит к выводу о наличии способности мыслить у искусственных созданий. Информатика или компьютерная наука в англоязычном контенте использует современный термин «когнитивный компьютеринг».

В настоящее время в информатике используются термины «компьютеринг», «вычисления» или «расчеты» для определения алгоритмических функций автоматизированных систем обработки информации.

На смену устаревшей аббревиатуре ЭВМ и термину «компьютер» приходит термин «узел распределенной сети» («host»).

Сейчас термин «компьютеринг» включает в себя разнообразные возможности использования компьютеров как на аппаратном уровне, так и на программном. Это – операционная система, компьютерная сеть и прикладное обеспечение, а также научное описание информационных технологий.

Компьютеринг в широком смысле является частью финансово-промышленной системы. Вместе с ней прошел три системных улучшения.

Сначала это были созданные совместными усилиями различные механические «вычислители». Например, это дифференциальная и аналитическая машины Бэббиджа, созданием описания которых занималась Августа Ада Кинг, графиня Лавлейс, иногда именуемая первым программистом. Первая документально оформленная компьютерная архитектура находилась в переписке между Чарльзом Бэббиджем и Адой Лавлейс, описывающей механизм анализа.

Ведущий арифмометр своего времени, по имени создателя называемый «арифмометр Однера», уже позволял складывать, вычитать, умножать, делить и извлекать квадратные корни чисел. Вариант, известный под именем «Феликс» (рис. 2.3), выпускался до начала семидесятых годов XX века в СССР.



Рис. 2.3. Арифмометр «Феликс»

Значимый результат развития компьютеринга воплотился в продукции компании ИВМ, поставлявшей табуляторы Германа Холлерита, ее создателя (рис. 2.4).

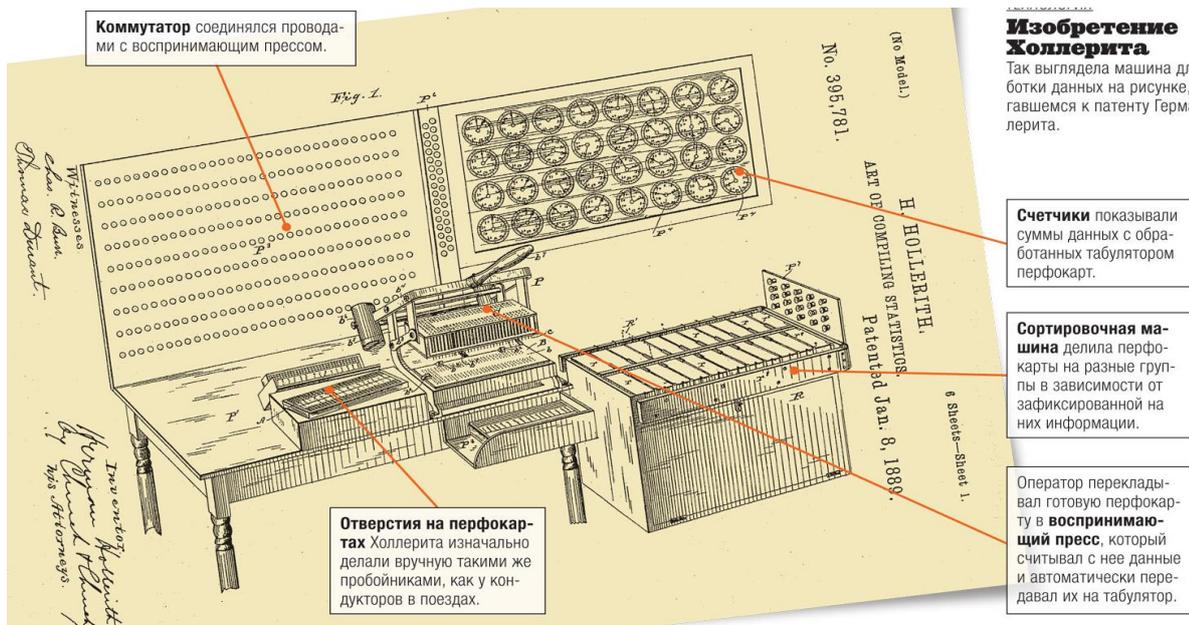


Рис. 2.4. Табуляторы Германа Холлерита

Объемные грохочущие машины признавались до 70-х годов базой информационных технологий для специальности «Механизация вычислительных работ».

С приходом XXI века человечество стало повседневно использовать различные электронные устройства как для вычислений, так и для организации производства, сервиса и отдыха.

В основе современных вычислительных средств по-прежнему лежит принцип модели Джона фон Неймана. Ее суть в том, что архитектура фон Неймана использует единую память – общую шину данных. Эта модель является основной в реализации физического уровня компьютерного оборудования. Гарвардская модель реализации вычислительного устройства предполагает наличие нескольких шин: шину данных и шину команд.

Алгоритм реализации поставленных целей воплощен в программах, приложениях операционной системы.

В информатике часто используется образное представление программы как черного ящика. Что-то подается на ее «вход», в итоге преобразуется на «выходе».

Исполнение алгоритма не требует диалога с окружающей средой без достаточной причины выбора варианта обработки. Во всех трех типах современных автоматизированных средств обработки использован метод выполнения алгоритмов:

- аналоговые – вычислительные машины непрерывного действия, обрабатывающие аналоговые данные, например, реагируют по своему алгоритму на изменение скорости ветра;
- цифровые – используют математические величины;
- комбинированные аналого-цифровые устройства компьютеринга – сочетают аналоговую и цифровую форму обработки данных. Например, измерив силу ветра, переведут ее в числа и затем, цифровым путем передадут в центр расчета погоды авиакомпании.

Обработка функционала периферийными устройствами – от интерфейсных приборов до средств связи со сложными объектами – не предусматривает иного способа реагирования, как разбиение на итерации. Передача от части к части алгоритма выглядит как набор черных ящиков внутри черного ящика, где происходит передача управления к другому, заранее заготовленному, фрагменту программы – и больше ничего.

Когда применение компьютеров ограничивается расчетами, технологически системами управления, системами управления базами данных и иными приложениями, одношинная модель построения компьютеров по модели фон Неймана не имеет недостатков. Кажущаяся очевидная простота построения архитектуры обеспечивает быстроедействие и надежность. Но с семидесятых годов прошлого века стала видна потребность разбиения архитектуры на параллельные структуры.

Компьютер фон Неймана. 30 лет назад Джон фон Нейман предложил свою авторскую конфигурацию. Тогда идея показалась практичной, элегантной и помогающей упростить решение многих программистских и инженерных задач.

В простейшем изложении фон-неймановский компьютер состоит из трех частей: это центральный процессор (CPU), память и соединяющий их канал, который служит для обмена данными между CPU и памятью, причем маленькими порциями (лишь по одному слову).

Этот канал можно назвать «бутылочным горлом фон Неймана». Наверняка должно быть менее примитивное решение, чем перекачивание огромного количества данных через узкое «бутылочное горло». Такой канал не только создает проблему для трафика, но еще и является «интеллектуальным бутылочным горлом», которое навязывает программистам «пословное» мышление, не позволяя рассуждать в более высоких концептуальных категориях.

В настоящее время инженерам частично удалось преодолеть эту проблему посредством применения многоуровневых кэшей и других уловок за счет усложнения архитектуры процессоров. Это приводит к ограничениям возможностей именно программирования.

Частичной заменой процедуры программирования смогут выступать Cognitive Computing – т. е. когнитивные компьютерные системы (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Сравнение когнитивного компьютера с программируемым

Модель фон Неймана	Система с когнитивными способностями
Детерминированные приложения	Приложения, ориентированные на обнаружение вещей
Машинный язык	Естественный язык
Структурированные данные	Неструктурированные данные
Данные корпоративного уровня	Big Data
Простые результаты	Гипотезы с оценками
Поиск результата	Формулировка наиболее близкого ответа
Обработка записей	Соучастие в процессе
Обучение по программе	Обучение на примерах

Наступает эра когнитивного компьютеринга – разумного компьютеринга, или компьютеринга, обладающего способностью к мышлению.

Роль IBM в когнитивном компьютеринге. Разработанный компанией IBM компьютер с искусственным интеллектом Watson базируется на программируемых процессорах Power, которые используются и в традиционных компьютерах. Отличие заключается в специфическом интеллекте, которым обладает работающая на нем вопросно-ответная система, построенная по архитектуре управления неструктурированной информацией (UIMA).

Иным способом работы «разумных» компьютеров является система Wolfram Alpha со структурированным хранилищем данных.

Как отдельный предмет в информатике принято выделять «когнитивную информатику» (Cognitive Informatics).

Приведенные примеры Watson и WolframAlpha показывают тенденцию к расширению технологии когнитивной информатики (рис. 2.5). При возрастающих объемах данных возможности синхронного создания адекватных аналитических систем осложнены исключительной сложностью решения. И на почве этого компания IBM выдвигает новое решение – когнитивный подход на основе технологического базиса. В этом варианте физическая реализация идет на традиционном радиоэлектронном компоненте с высоким уровнем автовыбора лучшего варианта. Невозможно заменить человеческий мозг, но можно автоматизировать одну слабость современных компьютеров – трудоемкость обработки мелких фрагментов данных: битов и байтов.

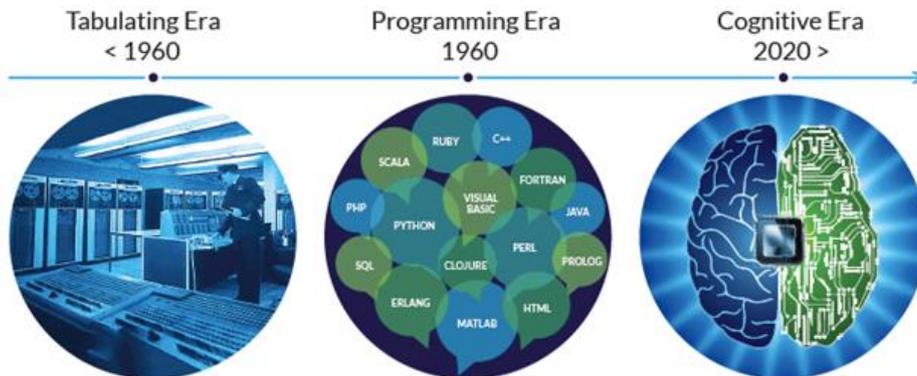


Рис. 2.5. Три этапа развития информатики

Человеческий мозг ничто не сможет заменить. Потому компьютеры обрабатывают большие объемы данных и производят огромные объемы вычислений, а человек оперирует интуицией, креативностью, проявляет эмпатию и соблюдает моральные принципы. В рамках когнитивной информатики можно обобщенно называть такие системы управляемыми потоками данных (data-driven control systems).

Компьютеры будущего выделяются по следующим признакам.

1. В информатике акцент смещается с физического и системного обеспечения на продуманное использование данных. В будущем фиксированные, заранее запрограммированные вычисления, уступят место аналитическим подходам.

2. На смену ручному управлению системами придет автоматизированное управление.

3. На смену масштабированию вверх (Scale Up) и вширь (Scale Out), пришло масштабирование внутрь (Scale In), т. е. объединение в одну систему таких физических компонентов как коммутация, память и процессоры.

Востребованность когнитивных компьютеров. В целом, каждая попытка моделировать мозговые процессы относится к когнитивному компьютерингу и включает в себя использование систем с обучением, распознаванием образов, обработкой текстов на естественных языках и т. д.

Ставится цель создать системы, которые могут решать поставленные задачи без участия человека.

Примером могут послужить программы распознавания речи, такие как Siri или Алиса, сентимент-анализ, распознавание лиц. Контент-анализ в компьютерной лингвистике используется для автоматизированного обнаружения в текстах эмоционально окрашенной лексики, а также эмоциональной оценки авторов по отношению к объектам, речь о которых идет в тексте.

Взаимодействие с когнитивными компьютерами осуществляется посредством обучения. Для информатики прошлого характерно программирование.

Извлечение компьютером информации, ее обработка и анализ позволяют получать новые синтезированные данные.

Аппаратное исполнение нейроморфных компьютеров. Нейроморфные компьютеры предполагают достижение приведенных целей несколькими иными способами. Они выполняют обработку информации аналогично человеческому мозгу благодаря нейросетям, устроенным по аналогии с нейронами.

В общем доступе есть данные о следующих проектах:

- BrainScaleS в Институте физики Гейдельбергского университета ФРГ;
- SpiNNaker в Манчестерском университете Соединенного королевства;
- IBM в Армонке (штат Нью-Йорк, США);
- NeuroGrid в Стэнфордском университете США.

Каждый из реализованных нейроморфных компьютеров служит стендом для моделирования деятельности мозга и разработки соответствующего программного обеспечения. Сам термин «программное обеспечение» здесь носит условный характер.

Все универсальные процессоры (CPU) строятся на схемах фон Неймана и Тьюринга. Следовательно, нейроморфные компьютеры не могут считаться программируемыми, т. е. они способны к обучению, а значит аналогичны человеческому мозгу.

Нейроморфные компьютеры когнитивной эпохи станут системами обучаемыми и самообучаемыми.

Они смогут распознавать структуру данных, анализировать их, адаптировать и выдвигать основанные на данных решения. Также они будут делать рутинную работу по переработке данных. А человек при этом будет принимать решения и делать выводы.

2.4. Когнитивная компьютерная технология графики на современном этапе

Расширение когнитивных способностей человека – одно из направлений проектируемых систем и технологий. Примером является **компьютерная графика**, которая способна показать человеку любые геометрические фигуры и даже математические формулы в пространстве на экране устройства, что, в свою очередь, позволяет улучшать пространственное и ассоциативное мышление человека.

Система методов и приемов пространственного, образного представления данных (условий) задачи, которая помогает найти решение, называется **когнитивная графика**.

Примером такой графики может стать эффект, когда однотонная фотография (черно-белая) воспринимается более значимой и «исторической», чем цветная ее копия (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Различие в восприятии черно-белого и цветного фото

В этом случае цвет и насыщенность является когнитивными стимулами, влияющими на смысл того, что изображено на фото.

«Когнитивная графика» как термин был впервые изучен русским ученым А. А. Зенкиным в его книге «Когнитивная компьютерная графика», где математик изучал и анализировал свойства разных концепций из теории чисел. Зенкин получил результаты, которые ранее не представлялось возможным получить, благодаря тому, что он применял визуальные образы теоретических числовых понятий.

Что касается функций когнитивной графики, то можно определить две: **иллюстративная** и **познавательная**.

Иллюстративная функция предоставляет непосредственно наглядные возможности, например, построение диаграмм, графиков, гистограмм, планов, схем и картинок, которые изображают функциональные зависимости. То есть изображают то, что уже существует в мире: либо только в наших мыслях, либо в своем материальном воплощении.

Познавательная функция дает возможность нам мыслить непростыми пространственными образами и с помощью некоторого изображения получить абсолютно новое, т. е. еще не существующее даже в мыслях пользователя знание или как минимум способствовать умственному процессу извлечения этого знания.

Различия между выше описанными функциями **относительны**. В некоторых случаях самый простой графический рисунок может «подбросить» смотрящему уникальную идею, даст познать смысл, который даже не вкладывался создателями рисунка, т. е. *изначальная чисто иллюстративная функция изображения стала когнитивной*. Или же наоборот, когнитивная функция изображения может стать иллюстративной для свойства исследуемого предмета, которое уже не является новым.

В искусственном интеллекте термин **«когнитивная графика»** толкуется как **совокупность средств и приемов представления знаний и их обработки на уровне графических 2D- или 3D-образов**. Когнитивная графика показывает существенный переход от изображений к видео, которые интенсивно применяются при работе с данными.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Объясните различие между понятиями «когнитивные методы» и «когнитивные технологии».
2. В чем заключается сущность когнитивных методов?
3. Приведите примеры когнитивных инфокоммуникационных систем?
4. Что понимается под термином «когнитивный компьютеринг»?
5. Перечислите принципиальные отличия когнитивного компьютера от программируемого.
6. Что такое «когнитивная графика»?

3. Возникновение материя-независимого кодирования

Темы:

1. Предпосылки возникновения принципов кодирования информации.
2. Понятие «знание» и понятие «информация» в филогенезе человека.
3. Нейронный механизм кодирования сигнала номером канала (кодирование местом).
4. Суть феномена Google-переводчика и Google-распознавателя устной речи.
5. Случаи захвата знаниями инициативы у человека.
6. Альтерация формирования механизма рефлексии под влиянием феномена «потока».

3.1. Предпосылки возникновения принципов кодирования информации

Теория передачи и кодирования информации утверждает, что взаимодействие человека и знаний переходит на новый этап. С помощью сознания, знания, находясь в цифровом коде, обрели возможность самостоятельно перемещаться с материального носителя на носитель. В результате одновременно с материей в природе появилось материя-независимое явление.

Данный феномен – результат естественного отбора форм кодирования информации. Формами материя-независимого кодирования являются облачные технологии и электронные деньги. Появление материя-независимого кодирования ведет к новому явлению: **для отправления оцифрованных знаний из прошлого**

в будущее необязательно участие сознания и подсознания человека. В то же время в материя-зависимом кодировании мозг все еще остается формой сознания.

Конкурентный отбор между материя-зависимым и материя-независимым кодированием продолжится. Однако если ранее на увеличение и уменьшение энтропии материи на Земле воздействовали только физические законы материи и сознание человека, то с образованием материя-независимого кодирования знания, чтобы уцелеть, станут новой причиной, воздействующей на энтропию живой и неживой материи.

Используемая в точных и естественных науках дефиниция «энтропия» – т. е. превращение – обозначает *меру необратимого рассеивания энергии или бесполезности энергии* (т. к. не всю энергию системы можно использовать для превращения в какую-нибудь полезную работу).

В ходе развития компьютерных технологий появились компьютерные **вирусы** – это программные модули небольшого размера, имеющие свойство навсегда присоединяться к исполняемой в оперативной памяти программе. Сама программа становится разносчиком вируса при копировании на другие компьютеры. Таким образом, программный вирус можно считать образцом такого уровня развития кодирования, когда закодированные **знания** человека-разработчика вируса обретают свойство **защищать самих себя от исчезновения**. В настоящее время в облачных технологиях кодирование знаний также защищено от исчезновения – **поэтому знания переходят из прошлого в будущее независимо от человека.**

Если исчезнет материальный носитель знаний в виде текста, полотен живописи и форм архитектуры, то и сами знания пропадут. У облачных данных тоже есть материальный носитель – магнитные терабайтные диски серверов. Однако в этом и есть **загвоздка нового материя-независимого вида кодирования**, которая заключается в преобразовании хранения знаний в бесконтрольное благодаря копированию одних и тех же данных на многочисленных дистанционных серверах.

За явление материя-независимого кодирования ответственен не человек и его сознание, а сами знания как субстанция природы, освободившаяся от человека в ходе сохранения самой себя. Явление материя-независимого кодирования знаний нельзя рассматривать как прием продвижения на рынке знаний в качестве товара, как гносеологическую закономерность развития сознания человека, как желание передать знания следующим поколениям.

По В. И. Слободчикову [26] сохранение знаниями самих себя посредством материя-независимого кодирования нельзя воспринимать как дар старшего поколения младшему согласно антропологической природе человека. Данное явление является кибернетическим.

Освобождение знаний от материального носителя и их распространение не равно возникновению роботов, обладающих интеллектом. Идея, что роботы-распространители знаний появились по воле человека как клоны ученых и инженеров, беспочвенна. Было бы заблуждением считать, что развитие высокоорганизованной материи есть исток появления всего сущего, включая сознание чело-

века, интернет и облачные технологии. Распространение знаний без материального носителя – доказательство обнаружения знаниями ранее неизвестного принципа кодирования и самооцифровки. Принципа, упрощающего отправление знаний в будущее из прошлого. Этот принцип – **свидетельство наличия в природе иного естественного отбора**: принципов кодирования информации.

3.2. Понятие «знание» и понятие «информация» в филогенезе человека

Понятие «знание» и понятие «информация» в данном контексте являются тождественными. Однако, мы знаем, что на данный момент в информатике не существует единого определения для любого из них [25]. Поэтому будем рассматривать наиболее «антропоцентрическое» значение, которое было предложено А. Я. Фридландом [31]. Он подчеркивает несостоятельность определений термина «информация», основанных на естественных науках. Фридланд считает, что информация обязательно содержит некую психологическую составляющую – смысл. Еще одной составляющей он считает данные. В его определении есть самая важная компонента – душа, которая отражает не материю, а психологию. Такая интерпретация понятия позволяет судить об информации как о природном явлении, не противореча определению функции мышления как мозгового процесса, образующего мысль. Ведь именно мышление способно образовать новую информацию из ничего в процессе маркирования человеком функции в будущем, если говорить о предмете, или же цели в будущем, если говорить о совершаемом действии. Мозг человека, формируя физику тела, добавляет не только объективные физические параметры этого тела, но и смысловую компоненту в качестве его признака. Отражаясь в мозге, физическое явление становится носителем смысла. Однако добавление к данным об объективных физических параметрах дополнительной информации о цели действия или антропологической функции человека нельзя рассматривать как процесс фильтрации поступающей внешней информации о мире. Более корректно это явление рассматривать как «искривление» информационного потока «призмой», которая не только фильтрует, но и добавляет в поток информацию о себе. Смысл как явление у ребенка первоначально тесно связан с материальной природой физического сигнала – его носителя. Но затем в онтогенезе, благодаря двум принципам кодирования информации в мозге, смысл, наряду с аналоговым кодом, дополнительно приобретает в мозге второй код – вербальный – и становится явлением материя-независимым. Таким образом, в онтогенезе меняется принцип кодирования смысла: первоначально материя-зависимый принцип становится материя-независимым. А. Я. Фридланд сделал вывод о необходимости введения в определение указанной компоненты «смысл», проанализировав существующие определения информации, предложенные в кибернетике, физике, философии.

Из-за такого определения информации возникает вопрос кодирования и «запоминания» мозгом смысла знаний. Материя-зависимый **принцип кодирования номером канала** в мозге рассмотрен в работах Е. В. Соколова и Г. В. Лосика. Из него следует, что у двух индивидов в онтогенезе за счет одинакового учебного набора предметов-сигналов, воспринимаемых ими зритель-

но, тактильно, на слух, за счет одинаковой рецептивной системы, одинаковых в сенсорной коре проводящих путей – у обоих формируется набор нейронных каналов с примерно одинаковой топологической дислокацией их взаиморасположения в нейронах. После того, как у двух индивидов оказываются сформированными сенсорная кора для восприятия, а моторная – для движений, предъявление им обоим одних и тех же стимулов, жестов, мимики обеспечит одинаковую у обоих азимутную дислокацию возбуждения детекторов и командных нейронов в их мозге. У обоих индивидов возникнет примерно одинаковое топологическое строение каналов переработки сигналов в мозге. Первого человека можно условно считать передатчиком события: в его мозге возбуждился детектор *Da*, а второго, принявшего это сообщение посредством слова, – его приемником. Следовательно, у второго человека в мозге возбуждится в аналогичном месте аналогичный нейрон-детектор *Da*. Тем самым один собеседник узнает, что за смысловое событие из множества ΣD произошло в голове другого собеседника. Вместо предъявления второму человеку сенсорного стимула, первый может отправить ему словесный стимул. Услышанное слово обеспечит в сенсорной коре одинаковое возбуждение детектора у обоих. **Принцип кодирования номером канала** учитывает сходство строения сенсорной и моторной коры мозга у всех представителей человечества. Это позволяет через слово передавать не только информацию в виде цепочки букв и фонем, но и дополнительную информацию о его смысле. С помощью дешифратора ее можно декодировать на приемнике. Данный дешифратор имеет одинаковое материальное строение для передатчика и приемника, т. е. топологически ту же нейронную структуру.

Знания, которыми оперирует человек, следует разделить на две категории: те, которые передаются из поколения в поколение, и те, которые нет. Предыдущее поколение добывает и передает последующему знания:

а) в виде открытых человеком законов физики, химии, математики, биологии, медицины, астрономии;

б) о культуре народов, об истории, о морали и нравственности;

в) религиозные, философские, родословные.

Знаниями из второй категории человек оперирует лишь в течение своей жизни, и потому потомкам он их не передает. Они нужны, чтобы построить карьеру, завести семью, обеспечивать отдых, развлечения. Эти знания легли в основу распространенного сегодня *компетентного* подхода в обучении, в котором знания первой категории игнорируются.

Стоит отметить, что мы рассматриваем в связи с материя-независимым кодированием только первую категорию.

Феномен материя-независимого кодирования в данной работе рассматривается только в случае выработки в предыдущем поколении знаний первой категории. Появление материя-независимого кодирования произошло благодаря развитию естественных наук, а именно открытиям законов химии и физики, полупроводников и ферритов, гистерезиса и намагничивания, законов распределения и кодирования электромагнитной волны. Именно открытие в этой узкой области,

обеспечили появление компьютера (hard-ware) и компьютерных программ (soft-ware). Таким образом, материя-независимое кодирование развилось только у одного вида животных – человека – посредством информационных процессов и конкуренции форм кодирования. Это доказывает, что в формах кодирования знаний у человека идет естественный отбор, конкуренция, а не консервация. Одновременно с человеком сосуществуют многие иные живые организмы, и каждый имеет свою форму кодирования знаний, но не меняет ее от поколения к поколению.

Знания в филогенезе человека, полученные из его жизненного опыта, передавались от поколения к поколению, однако способ передачи и кодирования изменялся и упрощался. Сначала, до появления рисунка и письма, знания кодировались в сознании и во внешних носителях в трехмерном пространстве. Предыдущее поколение демонстрировало последующему свои удачные продукты труда и образцы поведения. С появлением рисунка появился способ кодирования в двумерном пространстве материи, наравне с трехмерным. Материя, расположенная за рисунком и перед ним, перестала кодировать его информацию. Следовательно, материя-независимость такого кодирования на ступень возросла. Далее, с появлением письма (в пересчете на размерность материального носителя) форма кодирования знаний в мозге и на внешнем носителе оставила важной только горизонтальную компоновку носителя. Появилось линейное кодирование знаний знаками, в частности слева направо. Материя, расположенная выше и ниже строчки, перестает при этой форме кодирования быть носителем знаний. **Эта форма кодирования знаний психикой является одномерной в пространстве материального носителя.**

Сегодня, с появлением облачных технологий и явлением BigData, наступает очередь **кодирования знаний в нульмерном пространстве** материального носителя. В данном случае, нульмерность означает независимость от природы расположения знаний на материальном носителе. До рассмотрения этой нульмерной формы кодирования рассмотрим, почему при анализе следует связать размерность пространства материального носителя с размерностью кода. Важно понимать, что в физическом плане материальный объект, который становится носителем информации, всегда имеет трехмерное строение. Однако информацию могут использовать для кодирования себя не все три физических измерения носителя, а меньшее их количество. Применительно к мозгу как трехмерному материальному носителю знаний такая логика оправдана. Она правомерна, если считать, что в психологическом пространстве и в пространстве нейронов сенсорной и моторной коры человека в ходе обучения могут формироваться такие пространственные фигуры из нейронов, которые своей топологией повторяют фигуры внешних стимулов.

3.3. Нейронный механизм кодирования сигнала номером канала (кодирование местом)

Научная школа Е. Н. Соколова [13; 27] обнаружила **нейронный механизм кодирования сигнала номером канала (кодирования местом)**. Данное психо-

физиологическое обнаружение является доказательством гипотезы о пространственном кодировании внешних пространственных объектов в мозге. Кодирование основано на механизме возбуждения в мозге локальных групп нейронов. Местоположение нейрона в определенном физическом месте мозга в пространстве сенсорной и моторной коры кодирует особенность хранимых данных. На основе расположенных в различных местах нейронов-детекторов формируется «экран» нейронов, или локальный анализатор, в пределах которых расстояние между нейронами сохраняет данные об уровне различия качества двух сигналов. Кодирование сигналов их местоположением способствует кодированию уровня различия воспринимаемых предметов, включая непохожесть по форме.

Данная гипотеза подтверждает исчезновение в ходе исторического развития размерности материального носителя. Одновременно с этим происходила эволюция форм кодирования – возникновение новых форм кодирования и исчезновение применения психикой размерности для кодирования физической формы носителя. Передаваясь из поколения в поколение, старые формы не устранялись, а совершенствовались новыми, которые в меньшей степени зависели от материи как обязательного условия передачи знаний в будущее [22]. Следовательно, **облачные технологии и BigData** – новая, образовавшаяся в естественном отборе **идеальная форма кодирования**, в которой материя хотя и участвует в передаче знаний, **но не влияет на их выживание**.

Изначально 3D-кодирование отображало трехмерные внешние события в виде 3D-фигур в пространстве нейронов, впоследствии психика человека обрела 2D- и 1D-форму кодирования знаний. Хотя внешние события материальной действительности всегда существовали как трехмерные явления, их прохождение в мозг имело три варианта, т. к. определенная форма кодирования может отправлять в мозг стимулы только определенной мерности. Из этого следует, что модель событий в психике и в 3D-нервной ткани могла быть различной мерности.

В конечном итоге в ходе совершенствования автономности нульмерное кодирование стало формой кодирования, полностью независимой от материального носителя.

Нульмерные знания в облачных технологиях имеют структуру, где каждый уровень обладает еще и уровнем вложения, что делает возможным поиск отдельных частей базы. Этот элемент информации, согласно А. Я. Фридланду, является сутью данных в структуре знаний, в которых закодирован смысл. Декодирование смысла происходит только сознанием человека, т. к. **смысл декодируется при поступлении информационного сигнала какой-либо мерности в мозг и возбуждения им соответствующего этому сигналу нейронного участка**. В отличие от смысла, данные могут быть обработаны, распознаны и распространены не только в мозге, но и в компьютере посредством цифрового кода. Полезные для последующих поколений знания – данные – обрели возможность сохранять сами себя и освободились от зависимости от материи.

Неизвестно, как психика человека передает знания, которыми обладает только человек, т. к. **существующие механизмы передачи информации** (генетический, словесный каналы и канал социального научения), **не могут обес-**

новать передачу таких способностей. Так как такие способности не используются человеком для выживания, то подобные знания не являются смысловыми, хоть они и передаются из поколения в поколение. Поэтому предполагается наличие канала научения для передачи знаний, не способствующих выживанию человечества как вида.

Научение в психологии – односторонний процесс передачи знаний, однако, исходя из этого определения, обучаемая сторона, ученик, ребенок не может обучать первую, учителя, социум, хотя возможность восстановления утерянных признаков человечности обществом существует благодаря их нетронутой антропологии, нравственности. Следовательно, **ошибочно рассматривать** только социальное научение в рамках теории А. Бандуры [34], которое предполагает исключение обучения детьми взрослых членов социума.

В связи с этим в работе [21] рассматривается еще один возможный механизм передачи знаний от поколения к поколению, особенностью которого является возможность передавать знания о моральном, нравственном, культурном взаимодействии людей в социуме. Это механизм передачи сугубо образной информации, информации на уровне поведения человека, а не мышления и идей. Он является антропологическим и самостоятельным, отличным от генетического, социально-подражательного и вербального механизмов передачи информации. Прообразом четвертого механизма является ряд положений культурно-исторической теории развития психики Л. С. Выготского [8]. Для его реализации человек, передающий сообщение, и человек, принимающий сообщение, должны иметь сходное физическое строение и соблюдать строгие правила своего пребывания в социальной среде.

3.4. Суть феномена Google-переводчика и Google-распознавателя устной речи

Специального объяснения с позиции теории информации сегодня требуют два феномена, появление которых обеспечено появлением облачных технологий. Это, во-первых, **работа Google-переводчика**, во-вторых, **Google-распознавателя устной речи**. Оба этих программных продукта создают на выходе тексты, почти неотличимые от того, как если бы этот перевод или распознавание были сделаны человеком. Но на самом деле длинный текст перевода создается из отдельных частей. Куски текста при компьютерном переводе находятся в базе BigData как перевод ранее совершенный теми или иными людьми. Переводчик Google раскрывает не смысл текстового клипа, а лишь образцы дословного перевода этого клипа, сделанные некоторыми другими членами социума. Это суть статистического метода объединения переводов цепи клипов. Тем не менее, из таких дословно переведенных малых клипов Google-программа компонуется слитный текст перевода. При этом допускается, что смысл длинного текста равен линейной сумме смыслов клипов. Вслед за понятием «**клиповое мышление**» возникают понятия «**клиповый перевод**» и «**клиповое распознавание речи**». Следует признать, что с точки зрения теории информации феномены клипового перевода и клипового распознавания речи являются феноменами клонирования субъектами социума результатов деятельности.

Поясним суть этого феномена. Пользователь Google-переводчика, доверяя ему, копируя его не проверенные на истинность знания, становится таким образом клоном социума и его знаний, но не более. Используя потом в своем обиходе композиционные тексты таких переводов из интернета, пользователь, что важно, внешне будет напоминать окружающим умного, культурного, грамотного человека. Но с точки зрения психологии он будет человеком без самооткрытия истины, смысла текста. Суггестивность, вера в истинность смысла, в искренность автора переведенного текста у него формироваться не будет. Такой пользователь не сможет совершить рефлексии и мысленно стать на место автора переведенного текста, потому что этого автора как субъекта нет. Рефлексия как феномен не реализуема у клона социума. Возможен только феномен сострадания знаниям, сопереживания им. Такие знания можно назвать **знаниями о виртуальной реальности**.

Рассмотрим кодирование, на основе которого формируются сегодня знания в Википедии. Помещенная в ней статья о том или ином понятии формируется из клипов, написанных, что существенно, безымянными, как и в Google-переводчике, авторами, представляющими социум. Поэтому в настоящее время к категории облачного материя-независимого кодирования относится уже и Википедия. Через Википедию ее пользователь также становится клоном социума, усваивая доверчиво и искренне смысл передаваемых ею понятий. И в этом в 90 % случаев нет ничего плохого. Заметим, что за счет кучкования малых клипов вокруг одного главного понятия в Википедии совершается фильтрация ложной информации, реализуется контур обратной связи с пользователем, который минимизирует поступление в понятие ложной информации.

С учетом возникновения в природе материя-независимого шифрования на теоретическом уровне у знаний возникает возможность управлять материей, материальностью человека, избегая его желания. Вплоть до возникновения подобной кодировки достоверность познаний непременно пробовалось индивидом в его эксперименте, вещественном существовании, логике индивида. **Человек долю знаний принимал полностью доверяя, а значительную долю все же проверял на достоверность и рациональность в своих интересах.** Социализация детей и подростков происходила в процессе активного живого общения их вместе с другими людьми. Однако с возникновением сети Интернет овладение познаниями ребенком, школьником, студентом начало осуществляться непосредственно через нее, избегая контроля правильности через материализацию. Вновь материя как обладатель познаний, приобретенных людьми о ней, отклоняется от воздействия на познания, которые она переносит в будущее.

Как уже раньше упоминалось, познания, которыми пользуется человек, делаются на знания с целью его продвижения по карьерной лестнице и знания для будущего поколения. Знания, полученные с целью построения карьеры, не переходят будущим детям, а их обладатель – человек – в конце концов умирает и, в соответствии с устоявшимися традициями, его тело необходимо хоронить. Тело прекращает быть вещественным носителем. Однако роль погребения умершего «обладателя» в знак признательности ему защищаются будущим поколением. С возникновением материя-независимого шифрования изменяется

процедура передачи второй группы познаний – для будущего поколения. Данные познания в период существования человека, оказавшись в облачных технологиях, никак не пропадут независимо от их обладателя.

Таким образом, подчиняясь материя-независимому шифрованию познания сами предоставляют себя будущему поколению. И обладатель – материя – сейчас не способна определенные познания проверить на их достоверность, на их необходимость для выживания человека как вида (по теории Ч. Дарвина). Человек попадает в более новую обстановку, если он должен взять больше познаний, больше доверяя, внушать собственному сознанию то, что они правильны. В результате **начинается время, когда у потомков не будет способа проверить правильность определенных познаний, которые они получили от предыдущих поколений.** Общество станет больше применять в жизни оцифрованные знания, которые будут предоставлены им из сети Интернет. В данном случае это и будет возможность познаний контролировать материю возможностью, формирующей в природе конкурентную борьбу противоположной возможности материи (мозг человека) контролировать знания.

3.5. Случаи захвата знаниями инициативы у человека

Приведем три примера захвата знаниями инициативы у человека, которые доказывают, что знания могут и стали управлять человеком.

Первый пример. Полученная посредством сети Интернет информация о зонах активного отдыха, туристических комплексах, курортах – это информация, связанная с индустрией туризма. Она настолько привлекательна, что поездки, туры приобрели массовый характер. Они вызваны не модой, не завистью знакомому, не физиологической потребностью в медицинских услугах, а выходом человека через интернет на определенные базы знаний. Эти базы знаний структурированы таким образом, чтобы поддерживать потребность и актуальность своего существования, используя уже известные сегодня информационные технологии, закономерности психики человека.

Знания об индустрии туризма не являются необходимыми для функционирования других государственных институтов, таких как правительственные организации, религиозные направления и др. Эта информация не регулируется другими институтами поскольку направлена на удовлетворение потребности в отдыхе, на манипуляцию сознанием человека со стороны информации.

Второй пример. В современном обществе ввиду разнообразия продуктов как материальных, так и нематериальных, предоставляемых сферой услуг человек лишен необходимости накапливать знания нужные для производства продукта для удовлетворения базовых потребностей (например, еды). Но пищевая промышленность сегодня занимает внимание обывателя несоразмерно больше того, что необходимо человеку для выживания. Поскольку сегодня в интернете уже сформировались в оцифрованном и легко доступном виде базы знаний о еде человека, желудок человека и возникающее чувство голода, жажды могли бы быть удовлетворены гораздо проще, но базы знаний навязывают человеку вариативность продуктов питания. И эта индустрия, заметим, не инте-

ресна государству, церкви, институту профессионального воспитания и образования страны. И базы знаний о продуктах и рецептурах их приготовления захватили инициативу и управляют поведением потребителя.

Третий пример. В вопросах о правильном функционировании организма люди чаще стали обращаться к недостоверной информации в интернете, чем к специалистам сферы здравоохранения. Знания по медицине, размещенные в интернете, есть компиляция фрагментов знаний, собранных из социума, от каждого из группы врачей-экспертов порознь, не направленных на лечение именно этого больного. Однако знания, представленные в сети Интернет, оказывают влияние на сознание пользователя, остановить этот процесс невозможно. Истинность информации, независимо от результата ее проверки, уже не может изменить, уменьшить присутствие этих знаний в интернете. А понятие истинности знаний как раз и означает адекватность отражения знаниями некоторых свойств материи, практики человека.

Имеется еще ряд примеров, когда та или иная потребность человека удовлетворяется знаниями без контроля его сознания, проверки их истинности, научно обоснованной целесообразности. Будучи оцифрованными, знания, все более структурированные, улучшают эргономику компьютерного интерфейса. Поэтому оцифрованные знания из интернета создают социальную копию пользователя. Культурно-исторический путь социализации и формирования психики ребенка (по Л. С. Выготскому) сменяется в настоящее время социализацией ребенка через интернет и телевидение. **Из ребенка, школьника, студента формируется социальный клон, носитель только сугубо общепринятых знаний.** Знания берутся ребенком из культурно-исторического социального прошлого преимущественно на веру, без апробации их истинности. Это не значит, что информационные технологии во всех случаях плохи. Социум в большинстве случаев располагает прогрессивными знаниями, которые являются во многих случаях истинными.

Формально **рождение новых знаний** реализуется в природе в двух случаях. В обоих случаях с помощью механизма **выдвижения встречных гипотез** в адрес социума о том, что новое знание ему целесообразно. Рождение происходит в двух случаях, аналогичных друг другу, но с принципиально разным результатом в отношении системности этих новых знаний.

Первая ситуация – это выдвижение гипотезы о знаниях, найденных в детской субкультуре, предложение для общества согласиться принять эти знания для широкого использования. Дети генерируют эти новые для общества знания в игре в качестве эксперимента, чтобы ослабить степени свободы поведенческих принципов, которым их учит социум. Они раскрывают новые, еще не обнаруженные степени свободы или предлагают запретить неэтичное поведение. Например, дети вносят предложения обществу в виде словотворчества, поэзии и сказок, новой версии нравственности, человечности, чести, самоуважения, трудолюбия и бескорыстия. В этом первом случае оказывается, что знания, предоставляемые обществу, проверяются их передатчиками-детьми на истинность: пусть и в наивной, но в материальной субкультуре.

Вторая ситуация заключается в том, что облачная технология продвигает предположения об истинности, например, технологии Big Data перевода текста с языка на язык. Облачная технология, посредством компиляции небольших текстов, перевода небольших мыслей синтезирует расширенный текст, сумму мыслей, не используя ничьей воли. Облачные технологии предоставили это новое знание (в форме перевода, распознанного значения в акустических сигналах) обществу для широкого использования. Теперь, в отличие от первого случая, это знание не было проверено на истинность. Люди, которые становятся пользователями этих знаний без проверки, подвергаются риску. Поэтому такие **пользователи** в конечном итоге становятся подобными второму и третьему пользователям, т. е. они становятся **клонами социума**, носителем не антропологического знания, а непроверенного, знания, произведенного самим знанием, созданного без помощи чьей-либо воли или сознания.

Цифровая база знаний о материальной природе вещей постоянно расширяется. Улучшен поиск необходимой информации на компьютере по запросу. Научные исследования предоставляют все новые эмпирические данные, которые стало легко публиковать в базе данных Big Data. Когда информация публикуется в пользу значения информации, авторство, дата и место появления данных более не отслеживаются. Стал возможен феномен, когда две противоположные гипотезы (каждая со своим собственным значением) могут быть подкреплены фактами, найденными в базе знаний. Это еще раз подтверждает аргумент о том, что **подлинность знаний, накопленных в новом, нематериальном принципе кодирования, не может быть проверена.**

Тенденция перехода к материя-зависимому кодированию знаний в последнее время проявилась как тенденция доведения разработки различных научных инноваций до уровня создания «технологии». Курчатовский институт в Москве вывесил плакат, который гласит: «Нам не нужны статьи, нам нужны технологии». С одной стороны, это подчеркивает необходимость знаний следующего поколения, проверенных на истинность. С другой стороны, «голые» знания необходимы для реализации на практике без консультации с автором, поправок на конкретную ситуацию, в которой знание было впервые реализовано на практике. **Концепция ученых – пропустить в будущее именно технологию – противоположна концепции «показа мастер-класса».** Во втором случае подчеркивается, что без художественного участия автора этого знания реализация определенных знаний следующим поколением невозможна. И напротив, некоторые знания о будущем воссоздании объектов с помощью робототехники были возведены до уровня алгоритмов. Это и есть **материя-независимое кодирование знаний** в нашем понимании. И напротив, если знания не формализованы в алгоритмы, например, воспитание морали, чести, совести и привитие культуры поведения, то их внедрение и имплементация требуют участия человека (навыки, образование, воспитание). Тогда эти знания могут быть переданы следующему поколению в виде закодированной материальной зависимости. Носители этих знаний уникальны, и они зафиксированы на носителях в аналоговой форме. Носителями этого знания являются врачи, учителя, художники, гипнотизеры, арти-

сты, писатели и т. д. Такого рода знания вытесняются в будущее, которые должны сопровождаться конкретным материальным носителем. Оцифровка этих знаний оказывается на 100 % невозможной и подлежит **аналоговому кодированию**.

3.6. Альтерация формирования механизма рефлексии под влиянием феномена «потока»

Получатель знаний не может размышлять об авторе знаний из облачной технологии. **Рефлексия в психологии** относится к способности одного субъекта мысленно заменять другого субъекта [8]. Это способность человека оценивать, судить, рассуждать и представлять определенную окружающую ситуацию не с его собственной повседневной позиции, а за очень короткий промежуток времени с позиции других. Это свойство психики называется рефлексией первого порядка. Она может быть дополнительно развита до второго порядка. Ее суть заключается в способности субъекта представлять себе, как другой субъект представляет себя. Рефлексия относится к высшим психическим функциям человека, которых нет у животных. Считается, что рефлексивная способность детей не является врожденной, а формируется в онтогенезе. Кроме того, сформированный механизм не прост, а связан со зрелостью «зоны ближайшего развития», с социализацией, хорошо организованным процессом обучения в семье, детском саду, школе, с церковным образованием. **Пользователи интернета не могут мысленно занять позицию автора знаний, потому что его имени не существует.** Для того, чтобы заменить кого-то ментально, вам нужно знать хотя бы немного об этом человеке, а мы определили, что **нет никакой информации об авторе, о времени**, когда появились знания из облачных технологий. **Есть только суть знания** (суть перевода статьи с языка на язык, суть понятий в Википедии). В момент реального, а не удаленного общения собеседнику особенно необходимо прорефлексировать, чтобы оценить искренность, нравственность, нравоучительность и интеллектуальную глубину второго собеседника. Мораль людей позволяет им быть неискренними в разговоре в течение определенного периода времени, входить в чью-то роль и становиться транслятором мыслей, которые ему не принадлежат. **Поэтому, принимая знания из облачных технологий, человек берет их на веру.** В большинстве случаев, когда знания надежны, в этом нет ничего плохого. Но они, как показано выше, могут быть автоматически скомпилированы из разрозненных знаний в Big Data, которые стали ненадежными. Автор знания не персонифицирован. Следовательно, получатель этих знаний не имеет возможности «заменить» автора и проявить рефлексиию.

Другим феноменом, когда знание управляет сознанием человека против его воли, является **феномен «потока»**. Суть его заключается в том, что поиск информации в интернете осуществляется не с помощью метода «ключевое слово», а путем нажатия кнопки на экране веб-страницы. Пользователь под влиянием множества способов нажатия забывает, что он намеревался найти в интернете. Внимание, поток сознания и мыслительный код захватываются самим знанием. Ошибочно предполагать, что разработчики веб-сайтов стремятся при-

влечет внимание пользователей в режиме «потока», потому что невозможно спланировать для пользователей, что новое окно будет лучше, чем окно, уже представленное в потоке. В появлении потока «виновен» не разработчик или пользователь, а то, что пользователь **волен выбирать момент и место щелчка курсора по экрану монитора**. В то же время в базе знаний облачной технологии алгоритм, который выбрасывает поток значимой для пользователя информации в новое окно, «не дремлет». Сегодня существуют алгоритмы, которые автоматически оценивают близость социального принятия этих двух феноменов. Но в будущем появятся алгоритмы, которые будут успевать автоматически корректировать близость информации вновь представленного изображения к оригиналу или текущему замыслу пользователя.

Когда человек пользуется смартфоном, срабатывает феномен «потока». Сообщения приходят в его смартфон в офлайн-режиме, что заставляет человека почувствовать, что он приостановил свой собственный поток мышления и перешел в их поток с помощью мигания лампочек, звуков.

В качестве прототипа знаний из облачных технологий выступают знания в виде народных былин, песен, легенд, пословиц. Эти знания также передавались от поколения к поколению без воли человека, поскольку они не представляют надобности для сохранения человека как носителя. Это знания в письменной и устной форме, они не являются знаниями напрямую о законах материи. Они суть знания о культуре поколения, о его морали, нравственности, высших психических функциях.

Подобно знаниям из облачных технологий у этих знаний не сохранилось автора и времени появления. Они произвольно влияют на создание последующего поколения минуя волю человека.

Однако **отличие** знаний, проникающих из одного поколения в следующее без воли человека, представленных именно в облачных технологиях в том, что эти знания предоставляют информацию о материальных объектах. Это значит, что раньше материальное окружение человека формировал для своего удобства он сам, произвольно и подсознательно видоизменяя материальную реальность. Но с появлением материя-независимого кодирования **знания будут менять в природе материальную реальность в угоду цели сохранения себя, сохраняя только компоненту «данные», не заботясь о передачи компоненты «смысл»**. Это может приводить к появлению в поведении людей бессмысленных с точки зрения антропологии видов деятельности человека. И одновременно **высоко осмысленная деятельность человека по сохранению морали, совести, нравственности и способности к рефлексии может редуцироваться, т. е. сводить сложный процесс к более простому**.

Выводы

1. Определение понятия «знание» можно сравнить с определением понятия «информация». Информация включает психологический элемент «смысл». Вторым элементом являются «данные». В этом определении информация присутствует как составная часть, которая отражает не материю, а психологию,

т. е. «душу» индивида. Присутствие такого рода разъяснения информации как феномена природы оказывается соответствующим и значимым обозначением функции мышления человека.

2. В облачных технологиях на сегодняшний день шифрование знаний стоит на такой ступени, когда они сохранены от удаления и по этой причине переходят из поколения в поколение вне зависимости от желания людей. Маневр нового материя-независимого типа шифрования заключается в том, чтобы сохранить знания надежными благодаря их копированию на большом количестве удаленных серверов.

3. Феномен материя-независимого шифрования знаний невозможно рассматривать как предложение информационных услуг, как познавательно-оценочную закономерность формирования разума человека, как преподавательское влечение человека предоставить знания будущему поколению. В явлении материя-независимого шифрования «виновен» не человек, а сами знания. Самосохранение знаний с помощью материя-независимого шифрования нельзя рассматривать как дар, который будет передаваться из поколения в поколение. Явление материя-независимого шифрования является кибернетическим явлением, в свою очередь, как определение великодушия было создано сознанием человека. Новый оборот в передаче знаний и возникновения у них независимости от вещественного носителя нельзя рассматривать аналогично возникновению некоторых информационных роботов с интеллектом. Необоснованно было бы полагать, что люди создали по собственной воле себе подобного – робота, который распространяет знания.

4. Новый оборот в передаче познаний в отсутствие вещественного носителя есть доказательство открытия знаниями нового принципа шифрования. То есть принципа, который помогает распространению знаний из поколения в поколение. Это доказательство наличия в природе еще одного естественного отбора, а точнее, принципов шифрования информации.

5. Знания, которыми владеет индивид, можно поделить на две группы. В связи с материя-независимым шифрованием мы рассматриваем первую группу знаний. Прошлые поколения приобретает и передает следующему знания в виде открытых человеком законов, а именно законов физики, химии, математики, биологии, медицины, астрономии. Также передаются знания об истории, нравственности, морали и культовые, общеполитические, генеалогические знания. Люди также владеют знаниями второй группы, однако они необходимы им только в определенный период жизни. И по этой причине будущему поколению, обществу они никак не передаются.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Охарактеризуйте феномен материя-независимого кодирования информации.
2. Что включает в себя дефиниция «энтропия»?
3. В чем разница между понятиями «знания» и «информация» в филогенезе человека.
4. Опишите отличия двух категорий знаний, которыми оперирует человек в своей жизни.

5. В чем заключается сущность нейронного механизма кодирования сигнала номером канала (кодирование местом).
6. Перечислите четыре механизма передачи знаний.
7. Объясните достоинства и недостатки феномена Google-переводчика и Google-распознавателя устной речи.
8. Приведите свой пример захвата знаниями инициативы у человека.
9. Расскажите о феноменах, когда знание управляет сознанием человека против его воли.

ГЛАВА 2. КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

4. Пространственное восприятие объекта зрительной системой человека

Темы:

1. Эффект присутствия и инварианты его создающие.
2. Основные приемы двухмерной визуализации.
3. Переход к когнитивным технологиям трехмерной визуализации данных.
4. Стереoeffект как пространственное восприятие объекта.
5. Применение прямого, обратного и нулевого стереoeffекта.

4.1. Эффект присутствия и инварианты его создающие

С целью лучшего распознавания информации в области визуализации на сегодняшний день изучаются методы преобразования данных в образы, которые будут доступны для человеческого глаза. В первую очередь, для этого необходимо достигнуть эффекта присутствия.

Эффект присутствия в компьютерной сфере изначально проецировался с помощью отдельной подачи синтезированного изображения на каждый глаз человека. Данный метод впервые был использован американцем Дж. Ланье. Он в 1984 году в Кремниевой долине создал компанию «Visual Programming Language Research, Inc», которой были разработаны такие основные технические составляющие метода, как «шлем виртуальной реальности», «перчатка» и программное обеспечение. Ланье был первым, кто ввел понятие «виртуальная реальность». Специальный датчик следит за положением головы игрока после того, как происходит активации шлема и включение системы виртуальной реальности. На основе этих данных компьютер создает виртуальную картину мира, которая видима только под таким углом зрения и только с этой точки виртуального пространства. Картинка показывается пользователю при помощи двух экранов, которые расположены на головном устройстве. При повороте головы, вычислительная машина перерабатывает картину мира в соответствии с положением пользователя.

Ранее, до doom-образных игр, игрок со стороны наблюдал за передвижением персонажа. Благодаря регулярному использованию психологических методов удалось объединить персонажа и игрока в единое целое. В результате удалось резко повысить эффект присутствия. Другой науки, которая изучает процесс создания картины мира в душе человека, просто не существует. Как говорил К. Г. Юнг, «...только та часть искусства, которая охватывает процесс художественного образотворчества, может быть предметом психологии...». «Экологический подход к зрительному восприятию» психолога американца Дж. Гибсона наиболее широко применяется в doom-образных играх.

Значение зрения в естественном отборе является первоначальной точкой подхода Гибсона. По какой причине зрение возникло и существует? Благодаря ему повышается способность приспосабливаться к определенным условиям: у слепого меньше шансов выжить. В чем заключается исключительность зрения?

Оно позволяет на расстоянии «пробовать» и «трогать» предметы и окружающую среду, при этом не вступая в прямой контакт с ними.

Человек с более хорошим зрением сможет раньше обнаружить опасность и быстрее найти укрытие. Он точнее даст оценку надежности опоры под ногами или вероятности преодоления препятствия, например, стены, обрыва или горки. С позиции сотен тысячелетий эволюционного опыта появление иллюзий возможно там, где зрительная информация не оказывает влияние на выживание: параллельные рельсы пересекаются у горизонта, расстояние до звезд Большой Медведицы воспринимается как 100–200 метров, а грозовые облака висят в воздухе без какой-либо опоры.

На сетчатке глаза постоянно происходит изменение светового потока, т. к. человек просматривает окружающую среду с целью поиска новой информации. В персональной картине мира появляется еще один образ, как только в форме границ световых пятен, в соотношении их яркости, цветов и контрастности мозг распознает уже знакомое. *Совокупность признаков этого образа называется инвариант.*

Значительную часть образа мира составляет небо у нас над головами. Инвариант неба – это текстура с расплывчатым изображением, которая остается неподвижной при продольных и поперечных передвижениях, но меняет свое положение вслед за изменением положения головы. Цвет изображения не имеет значения.

Кончик носа в данном случае выступает **инвариантом присутствия**. В настоящем мире нос всегда находится в области зрения наблюдателя. Относительно размытого пятна, который он представляет, складываются все движения во внешнем мире. Игрок попадает в атмосферу доот-игры, как только готов принять за этот инвариант кончик ствола на мониторе компьютера.

Инвариантом объема пространства является величина «посинения» удаленных предметов: атмосфера и содержащаяся в ней пыль меняют их цвет. Данный инвариант приводит к ошибке, когда городские жители оказываются в горных районах, где пыли нет и воздух разрежен. Все начинает казаться ближе, чем есть на самом деле.

Взрослый человек в свойственной ему окружающей среде редко допускает ошибки, т. к. в большинстве случаев важные для выживания инварианты друг друга дублируют.

Человек формирует картину миру в процессе взаимодействия с ним. Довольно редко он смотрит на что-либо неподвижно. Как правило в рассмотрении принимает участие все тело. Человек меняет положение головы, подходит ближе, отходит дальше или же поворачивает предмет в руках.

На силу эффекта присутствия оказывают влияние два фактора: стремление игрока построить образ (менять направление зрения до нахождения инварианта) и конструктивные возможности используемой технологии. Большинство из того, что видит игрок, может увидеть лишь тот, кто действительно заинтересован увидеть это.

От того, насколько правильно у художника получается подобрать инвариант, зависит реалистичность образа в игре. В особенности это касается сложных объектов. Например, достаточно сложными объектами являются поверхность воды и пламя огня в игре.

С современной точки зрения самым простым вариантом визуализации являлись наскальные рисунки, а затем уже планы, карты и схемы. К примеру, иероглифы могут обозначать целые слова, понятия (идеограммы) и даже звуки и слоги как элементы алфавитного и иллабического письма. На создание методов визуализации понадобились тысячи лет развития науки и культуры человечества.

Двухмерной визуализацией является изображение на плоскости, на экране или листе бумаги. Представлением уравнений и функций в математике является создание их графиков, простое представление магнитного поля возможно при помощи металлической стружки, нанесенной на бумажный лист, ультразвуковая дефектоскопия применяет методы поверхностного рельефа и диска Рэлея, представление звука возможно при создании хладниевых фигур и т. д.

Первоначально термин «визуализация» применялся по отношению к процессам представления данных с целью их более живого изображения. Но на данный момент этот термин используется и в переносном значении. Например, для описания литературных, психологических и других понятий, явлений и процессов.

4.2. Основные приемы двумерной визуализации

С самых давних времен человечество использует различные способы двумерной визуализации, основными из которых являются следующие:

- **диаграммы** предоставляют возможность в определенной области отображать количественные соотношения. Существует большое множество видов диаграмм. Диаграммы, которые схожи с графиками, изображают связь между различными переменными, принимающими либо постоянный, либо дискретный набор значений. Диаграммы, которые основаны на использовании графов, удобны для описания путей, маршрутов и связей между объектами;

- **графики** используются для отображения различных математических функциональных зависимостей, понятий или же связей между объектами (теория графов);

- **рисунки** были первой осознанной попыткой визуализации объектов мира с целью демонстрации их другому человеку. Создание письменности предоставило возможность передавать собственный опыт другим людям, при этом сохраняя его для новых поколений.

4.3. Переход к когнитивным технологиям трехмерной визуализации данных

Технологии шли вперед и наращивали свои вычислительные мощности. Таким образом, стало возможным преобразование 2D в 3D как динамической (анимация, псевдостереоскопия), так и стереоскопической графики. На рис. 4.1. представлены некоторые примеры первых 3D-устройств.

Примером более раннего перехода к 3D-визуализации является игра Quake, созданная еще в 1996-м году. Она еще не полностью использует 3D-графику, но с точки зрения свободного передвижения – вполне 3D.



Рис. 4.1. 3D-видеокамера и телевизор с 3D-дисплеем

Порой двумерные фотографии нуждаются в каком-либо преобразовании для полноты восприятия трехмерности изображения.

Фотография – один из способов получения объемного изображения. Для придания же трехмерности изображению используются две фотографии, которые выполнены с различных ракурсов и с помощью технических инструментов соединены вместе (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Двойные фотографии

Способ создания изображений, которые приводят к появлению эффекта объемности предметов и их пространственного размещения, называют **стереоскопией** (рис. 4.3).

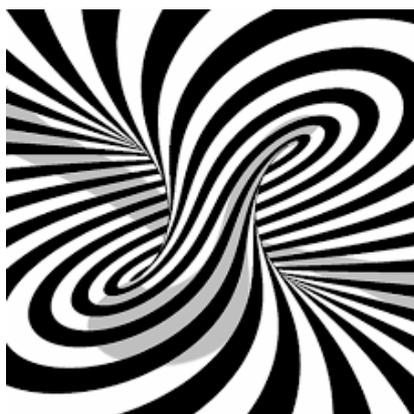


Рис. 4.3. Пример стереоскопической иллюзии

«Качающаяся» стереоскопия. Технология GIF-анимации позволяет обрести эффект присутствия объема даже при монокулярном зрении. Подобная система восприятия объема создает и природа – например, куры, покачивая головой, обеспечивают высококачественное восприятие.

Известны способы создания объемного изображения на экране путем компьютерного моделирования двух 2D-разнесенных проекций предмета и их группировки в единый 3D-стереоскопический образ как статический, так и динамический. Этот эффект осуществлен при помощи задержки зрительного образа. В качестве примера можно взять восприятие потока движущихся статических снимков в киноленте, создающего иллюзию движения.

Полагается, что каждый глаз отображает свою пространственную проекцию объекта на сетчатке.

4.4. Стереозффект как пространственное восприятие объекта

Стереозффект – чувство протяженности пространства и рельефности, которое появляется при наблюдении действительных объектов, просмотре стереоизображений, стереофотографий, стереопар и голограмм (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Стереозффект

Стереозффектом называется эффект наблюдения объемности изображений и пространственной глубины.

Возникновение стереозффекта возможно при соблюдении следующих главных условий:

- по отношению к глазам изображения располагаются таким образом, чтобы соответствующие (от одноименных точек) зрительные лучи пересекались;
- только одно изображение воспринимается каждым глазом;
- разномасштабность изображений не должна превышать 16 %.

Метод перекрестного взгляда (так называемый cross eyed method) дает возможность понять, что такое стереозффект (рис. 4.5).

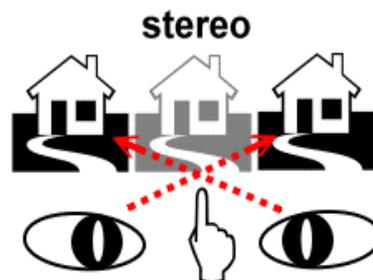


Рис. 4.5. Метод перекрестного взгляда

Очевидным преимуществом данного способа, обеспечившим ему частое применение, стало отсутствие трудностей в его понимании. Для реализации данного способа необходимо проделать следующее: расположите палец между глазами и экраном монитора, переведите взгляд на его кончик. Вы увидите три расфокусированных изображения (стереограммы) на заднем фоне. Все они должны быть одного размера, если это не так – слегка сдвиньте палец вперед или назад. Сосредоточьтесь на среднем изображении, плавно убирая палец из поля зрения. Среднее изображение постепенно сфокусируется, и вы увидите объемное 3D-изображение. На практике освоение этого способа просмотра стереоизображений занимает от одной до пяти минут.

Метод параллельного взгляда. С помощью метода параллельного взгляда есть возможность рассмотреть полноцветное стереоизображение, при этом не используя какое-либо оборудование. Стереозффект достигается путем сведения глаз дальше поверхности изображения (рис. 4.6). Данным способом можно просматривать только небольшие изображения, размер каждого из которых порядка 60–70 мм. Это объясняется расстоянием между зрачками человека.

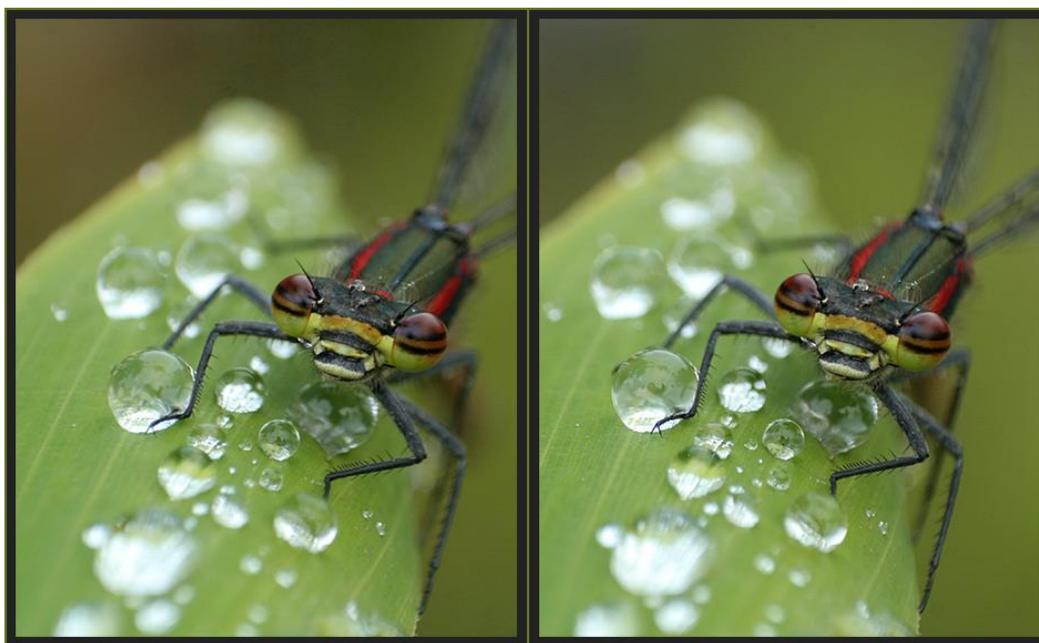


Рис. 4.6. Метод параллельного взгляда

При использовании метода параллельного взгляда, когда глаза смотрят как будто дальше изображения, они находятся в состоянии меньшего напряжения. Поэтому данный метод является наиболее предпочтительным. В одном случае перекрестная пара при наблюдении может быть случайного размера и случайно отмасштабирована, в другом – мнимое изображение появляется между наблюдателем и экраном. Это уменьшает размеры объекта, изображенного на фотографии.

Метод зеркального разделения изображений (mirror split). Данный способ позволяет исключить напряжение, используя отражающую поверхность для раз-

граничения областей обзора. Этот метод использует левый и правый кадр, один из которых зеркально повернут по отношению к другому. В место раздела кадров, вплотную к переносице, ставится зеркало, которое перпендикулярно лицу и изображению. При этом оба глаза должны смотреть направо. Неторопливо корректируя положение зеркала, нужно сопоставить изображения до возникновения стереоэффекта. Как правило, левый кадр отражается зеркально относительно реального положения объекта. Плюсы данного метода заключаются в том, что стереоизображение получается при помощи подручных средств. К минусам можно отнести слишком близкое расположение зеркала к лицу. Так же для больших изображений может понадобится довольно крупная конструкция.

Эффект Пульфриха является зрительной иллюзией. Данный эффект используется только в видео, т. к. наблюдаемый объект должен непрерывно вращаться, чтобы достичь эффект объема. При просмотре такого видео стереоэффект наблюдается с помощью специальных очков (рис. 4.7). Одно стекло очков затемнено, а другое либо обычное, либо его совсем нет.

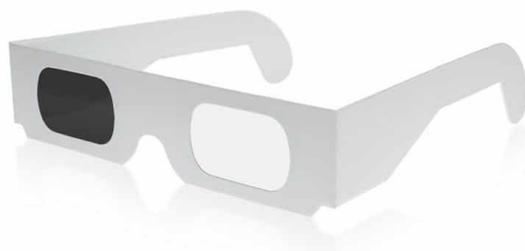


Рис. 4.7. Очки для восприятия стереоэффекта Пульфриха

Секрет стереоэффекта Пульфриха состоит в том, что мозг дольше определяет затемненное изображение, чем обычное и в одно время как будто получает два различных ракурса наблюдаемого объекта. Причина данного эффекта – несоответствие латентных периодов ощущений, которые вызваны влиянием света с разной длиной волны. 3D-эффект не наблюдается при просмотре такого видео без очков.

В случае, если наблюдатель смотрит на маятник, который описывает прямую дугу на поверхности, перпендикулярной линии направления его взгляда, и один его глаз закрыт фильтром, то ему кажется, что маятник движется по траектории эллипса (рис. 4.8). Причиной этого явления являются отложенные сигналы от того глаза, который закрывает фильтр.

Перцептивный эффект в кажущемся смещении отвеса маятника в сторону от пользователя при его перемещении слева направо, т. е. от области поля зрения, прикрытого фильтром, к области без фильтра (*а*) и в смещении к наблюдателю, когда отвес маятника смещается в противоположном направлении (*б*).

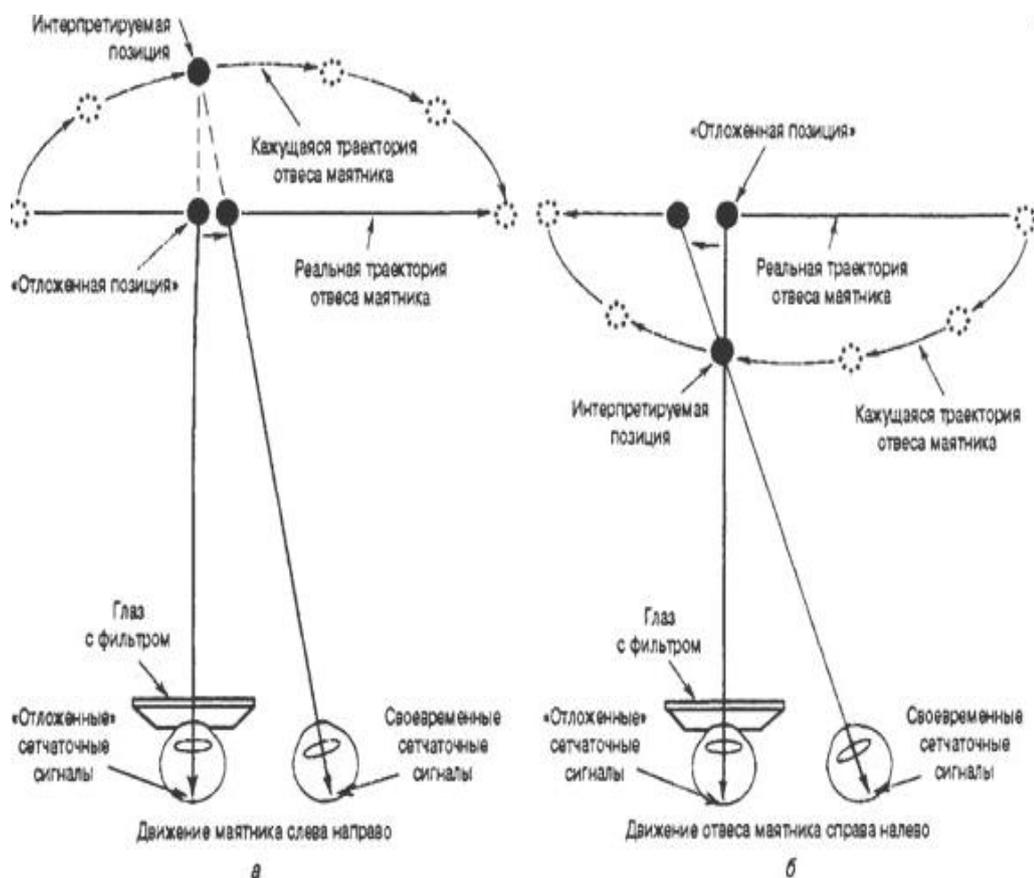


Рис. 4.8. Схематическое представление стереоэффекта Пульфриха

В обеих ситуациях кажущиеся кривые, созданные сериями интерпретированных позиций отвеса маятника, соответствуют серии визуальных сигналов, которые достигли бы обоих глаз, если бы отвес маятника действительно то удалялся от наблюдателя, то приближался бы к нему, т. е. если бы отвес маятника двигался вглубь.

4.5. Применение нулевого, прямого и обратного стереоэффекта

Выделяют следующие виды стереоэффекта: обратный, прямой и нулевой.

Фактическое пространственное расположение точек объекта соответствует **прямому стереоэффекту**. Он появляется, когда левое и правое изображения наблюдаются левым и правым глазом соответственно. Обмен изображений местами способствует возникновению **обратного стереоэффекта**. А поворот изображений на 90° приводит к плоскому восприятию, т. е. к **нулевому стереоэффекту**. Облегчить получение стереоэффекта можно с помощью стереоскопа.

Стереоскоп представляет собой оптическое устройство, которое позволяет независимо представлять левому и правому глазу два взаимно несовместимых изображения одного объекта. Данное устройство изобрел английский физик И. Уитстон в 1833 году.

В нынешнее время очень популярным стал показ фильмов в формате 3D. Самыми популярными технологиями показа являются Dolby 3D, XpanD, RealD, IMAX.

Dolby 3D (ранее известная как **Dolby 3D Digital Cinema**) принадлежит «Dolby Laboratories, Inc.» и предназначен для показа трехмерного кино в кинотеатрах. Одним из главных преимуществ является использование обычного экрана, что значительно уменьшает затраты для кинотеатра. Секрет данной технологии в использовании специальных дисковых фильтров, которые расположены перед лампой проектора. Технология, используемая для создания стереоэффекта, называется визуализация через волновое умножение, или технология интерферентной фильтрации, и лицензирована немецкой компанией «Infitec GmbH» (сокращение от «Interferenzfiltertechnik»).

XpanD 3D – это технология стереоскопического проецирования, разработанная компанией NuVision и продвигаемая компанией X6D Limited. В специальных очках установлены затворы, которые синхронно с проектором закрываются (рис. 4.9). Таким образом каждый глаз видит только свое изображение. Момент закрытия затвора определяется при помощи инфракрасного датчика. Технология не требует специального экрана.



Рис. 4.9. Модель разделения изображений для левого и правого глаз

RealD XL Cinema System предназначена специально для больших экранов. Эта технология проецирует с помощью одного проектора трехмерные фильмы на киноэкраны шириной до 24 м.

IMAX – формат фильмов и кинотеатров для больших экранов, разработанный канадской компанией IMAX Corporation. Стандартный размер экрана в кинотеатре IMAX – 22 м в ширину и 16 м в высоту. Экран использует практически все место перед зрителем, что позволяет достигать максимального эффекта присутствия. Технология IMAX DOME придумана специально для проекции изображения на куполообразный экран. Для показа фильмов в 3D существует IMAX 3D.

Фильмы этой технологии снимаются на 70-миллиметровую пленку с горизонтальной протяжкой.

Ксеноновая лампа проектора имеет мощность 12–18 кВт с давлением газа 25 атмосфер. Свет излучаемый этой лампой можно увидеть даже с Луны. Проекторы также оснащены специальными линзами, настроенными под геометрию зала IMAX.

Два проектора обеспечивают точность и баланс видеоряда с помощью технологии закрытого кольца.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. В чем заключается сущность эффекта присутствия?
2. Что понимается под термином «инвариант»?
3. Приведите примеры приемов двухмерной визуализации.
4. Дайте определение термина «стереоскопия».
5. Расшифруйте понятие «стереоэффект» как пространственное восприятие объекта.
6. Какими методами можно достигнуть стереоэффекта?
7. При соблюдении каких условий возникает стереоэффект?
8. В каких случаях наблюдается стереоэффект Пульфриха?

5. Бинокулярная диспаратность и стереографика

Темы:

1. Изучение стереопсиса с помощью специального прибора.
2. Механизмы восприятия удаленности объектов.
3. Типы систем виртуальной реальности как когнитивных технологий.
4. Системы телеприсутствия и технологии обеспечения эффекта присутствия.

5.1. Изучение стереопсиса с помощью специального прибора

Стереопсис – индивидуальное ощущение пространственной глубины в зрительном процессе, определяемое диспаратностью (различием положения точек, отражаемых на сетчатках глаз). Также процесс восприятия, возникающий при бинокулярном зрении как психофизическая реакция на сетчаточную горизонтальную диспаратность.

Вследствие стереопсиса субъект испытывает характерное ощущение глубины. В некоторых случаях сам результат (стереоэффект) – особое, не сводимое к монокулярным ощущениям впечатление пространственности включают в понятие стереопсиса.

Стереопсис создает восприятие относительной удаленности, т. е. удаленности предмета относительно ядерной плоскости – фронтальной плоскости, лежащей через точку бинокулярной. Стимул стереопсиса – относительная диспаратность.

Зависимость между видимой относительной удаленностью (глубиной) и величиной относительной диспаратности в первом приближении формулируется так: чем больше диспаратность, тем больше видимая глубина при других равных условиях. Для произведения стереопсиса не обязательно наличие каких бы то ни было монокулярных зрительных признаков. Исследование стереопсиса проводится в условиях лаборатории и обычно с использованием специального приспособления – стереоскопа (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Стереоскоп

5.2. Механизмы восприятия удаленности объектов

Признаки удаленности воспринимаемого объекта. Сетчатка глаза как первичный пункт зрения является двухмерной плоскостью. Из этого следует, что изображение на сетчатке плоское и не имеет глубины. Данное обстоятельство вызвало у многих людей, которые интересуются восприятием, в том числе ученых и художников, появление мысли о признаках удаленности. Эти признаки – двухмерные характеристики, которые позволяют наблюдателю сделать заключение об удаленности предметов в 3D-мире. В современном мире существует некоторое количество признаков удаленности. Их сочетание помогает определить удаленность объекта, воспринимаемого человеческим глазом (рис. 5.2). Данные признаки делят на монокулярные и бинокулярные. Эта классификация основана на разнице восприятия зрительной информации одним или двумя глазами.

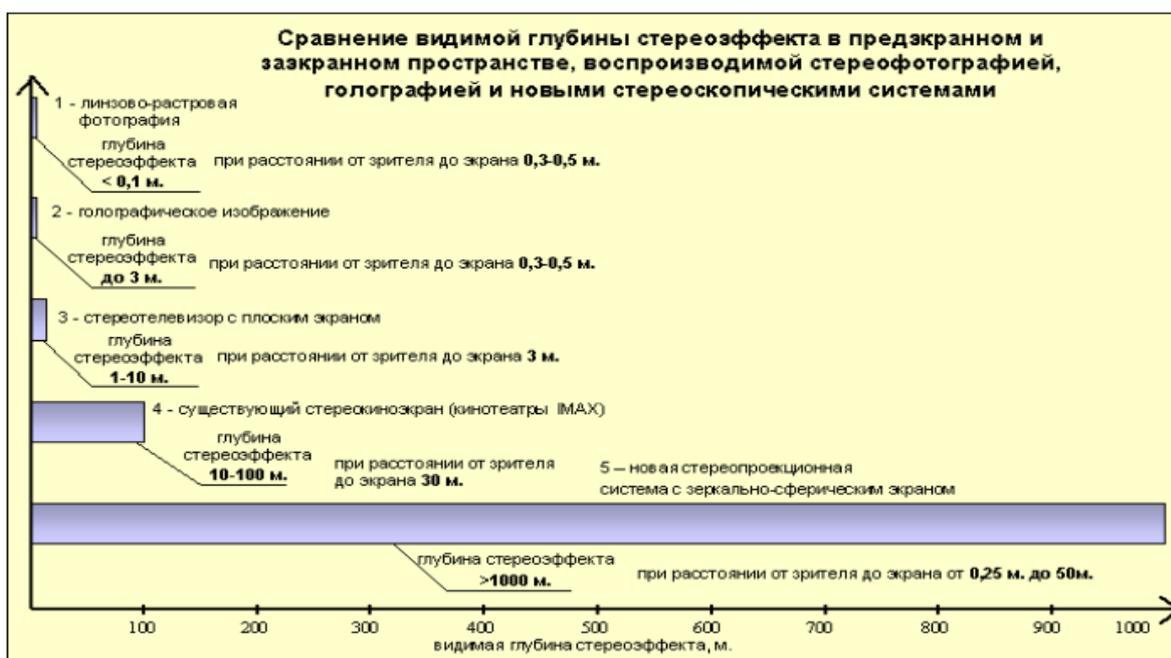


Рис. 5.2. Разновидности изображений в зависимости от расстояний наблюдения

Люди, которые видят одним глазом, способны довольно хорошо воспринимать глубину посредством монокулярных признаков. Подобные пять признаков:

1. Относительная величина. В случае, когда изображение имеет область со схожими предметами, имеющими отличие по величине, человек трактует меньшие объекты как расположенные дальше.

2. Перекрывание. В ситуации, если один предмет размещается так, что заслоняет другой, то закрывающий объект кажется человеку расположенным ближе.

3. Относительная высота. Относительной высотой является местоположение изображения сравнительно верха (низа) двухмерного поля зрения, а не высота одного объекта относительно другого. Когда часть похожих предметов видятся выше, они воспринимаются как более удаленные.

4. Линейная перспектива. Если кажется, что параллельные прямые сходятся, они воспринимаются так, будто они исчезают вдаль.

5. Собственные и падающие тени. В случаях, если некоторая поверхность сцены скрыта от прямых солнечных лучей, на нее падает тень. Когда свет падает не на весь предмет, а только на его часть, можно говорить о том, что на темной части предмета лежит собственная тень. Падающая тень – тень, которая падает на поверхность, не относящуюся к отбрасывающему тень предмету. Оба вида теней являются ключевыми признаками глубины сцены, предоставляя нам информацию о форме объектов, расстояниях между ними и расположении источника света в сцене.

Для оценки стереоэффекта могут использоваться следующие программы: 3Dmaster kit, Riaxes stereotracer, Anaglyph Maker.

5.3. Типы систем виртуальной реальности как когнитивных технологий

Существует несколько типов распространенных систем виртуальной реальности:

1. Системы искусственной реальности (projected reality, artificial). Пользователи наблюдают действительные видеозаписи друг друга, которые являются частью виртуального пространства 3D-образов. Наличие головных дисплеев не требуется в данных системах, поэтому даже неопытные пользователи смогут использовать их.

Создание технологии виртуальных студий основано на принципе совместного использования видео и компьютерной графики. В режиме реального времени из совместного использования видеозаписей участников шоу, которые находятся в пустом помещении, и трехмерных миров, создаваемых компьютером, получается изображение на экране.

2. Системы «расширенной» реальности (augmented reality). Человек, использующий данную систему, в один момент видит свое действительное окружение и виртуальные объекты, которые создаются компьютером по причине прозрачности изображения, отображающегося на экране головного дисплея.

3. Кабинные симуляторы (cab simulators) созданы автомобильными и авиатренажерами. Пользователь садится в кабину и наблюдает перед собой «в окне» экран компьютера с изображением ландшафта. При работе пользователя управляющими рычагами на дисплее будет меняться соответствующим образом ландшафт.

4. Визуально согласованный дисплей (visually coupled display). Расположен непосредственно перед глазами пользователя и меняет изображение в зависимости от движений его головы. Дисплей оснащен стереофоническими наушниками и системой слежения за направлением взгляда. Он позволяет фокусировать изображение, на которое смотрит пользователь.

5. Системы телеприсутствия (telepresence). Для создания картины виртуального мира данные системы применяют микрофоны и видеокамеры. При этом пользователь смотрит в дисплей на шлеме, который связан с подвижной камерой, или же использует джойстик без шлема. На космическом корабле «Pathfinder» данная система использовалась при приземлении его на Марс в 1997 году, что позволило сделать снимки и рассмотреть данную планету находясь на Земле.

6. Настольные VR-системы (desktop VR). Оснащены крупными мониторами или проекторами. В данной системе используется джойстик или мышь, которые позволяют человеку изменить положение 3D-модели на мониторе на 360°. Это удобный инструмент для презентации проектов, т. к. есть возможность представить модель будущего сооружения.

Количество людей, которые интересуются направлением виртуальной реальности, с каждым годом неуклонно растет. Первое знакомство с виртуальной реальностью для многих людей произошло при использовании виртуальных компьютерных игр. Производственная сфера также внедряет достижения современной науки в качестве систем виртуальной реальности. Вместе с тем, развитие данного направления привело к проблеме психологической зависимости человека от VR-систем, которая называется виртуальной аддикцией.

Существует большое число критериев для выбора системы виртуальной реальности. Например, ПО для решаемой задачи, мобильность установки, размер помещения, бюджет и др. Но два главных критерия – это степень вовлеченности и количество пользователей с целью одновременной работы. Данные параметры напрямую влияют на форму и размер экранов.

Разберем типы виртуальной реальности.

Пассивная виртуальная реальность – независимая графика и ее звуковое сопровождение, которыми не управляет человек.

Обследуемая виртуальная реальность – VR с возможностью выбора сценариев картинки и звука, показываемых пользователям в ограниченном количестве.

Интерактивная виртуальная реальность – виртуальная среда, которой можно управлять по законам синтезированного мира при помощи специальных устройств, имеющих функцию трекинга.

Трекинг в виртуальной реальности – это специальная технология, являющаяся фундаментом взаимодействия человека с виртуальным миром. Она необходима для точного установления координат и позиции реального объекта (руки, головы или устройства) в виртуальной среде по трем координатам (x, y, z) его расположения и трем углам (a, b, g), определяющих его ориентацию в пространстве.

Пользователю обычно наиболее любопытна система, с которой он сможет взаимодействовать максимально полно. Есть несколько типов интерактивной виртуальной реальности.

Наиболее глобальная система интерактивной виртуальной реальности – **иммерсионная**. Благодаря ей, возможно как частичное, так и полное погружение пользователя в виртуальную среду. По назначению и степени погружения пользователя такая система снабжается соответствующим оборудованием.

Другой тип интерактивных систем виртуальной реальности – **расширенная и смешанная реальность** – реальность, дополненная виртуальной частью. В таком случае происходит наложение компьютерных данных на объекты реальности.

Кабинные симуляторы – симуляторы, сконструированные на основе автомобильных и авиатренажеров, в которых пользователь садится в кабину и видит перед собой монитор, где изображены некие ландшафты: при вращении управляющими ручками (рычагами или рулем) на дисплее изменяется пейзаж (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Модель кабинного симулятора

Современные авиатренажеры дают возможность с высокой точностью смоделировать полет, изучить функционал различных систем самолетов, отточить навыки управления самолетом, создать симуляцию применения оружия. Благодаря им можно имитировать любые условия полета, которые не всегда возможно или безопасно создавать во время настоящего тренировочного полета. Использование таких тренажеров экономит единицы техники, топливные ресурсы. Можно усовершенствовать учения летчиков и других членов экипажа, сократить количество происшествий, расход боеприпасов, а также снизить интенсивность воздушного передвижения.

5.4. Системы телеприсутствия и технологии обеспечения эффекта присутствия

Чтобы обеспечить пользователю эффект присутствия необходим следующий набор технологий:

1. Видео. Простая система содержит видеопоток. В лучшем случае необходимо, чтобы вся область зрения пользователя была охвачена изображением удаленного места. При этом точка обзора, в отличие от кино, где у зрителя нет возможности управлять ей, должна соответствующим образом откликаться на изменения положений головы и передвижения пользователя.

Необходимо использовать большие экраны, в том числе и сферические, или небольшие дисплеи, которые закреплены перед глазами человека, чтобы достичь подобного эффекта. В данном случае можно добиться сильного объемного восприятия. Все изменения положения головы должны фиксироваться. И камера на удаленной платформе должна мгновенно воспроизводить их с высокой точностью и в режиме реального времени.

2. Манипулирование. Одной из важных сторон системы телеприсутствия является возможность управлять объектами в удаленном пространстве. Это может быть реализовано различными способами в зависимости от нужд поль-

зователей. Как правило, движения рук и пальцев пользователя отслеживаются с помощью специальных перчаток. Устройство телеприсутствия, которое располагается в удаленном месте, по возможности с точностью копирует их.

Чем выше точность повторения передвижений человека устройством телеприсутствия, тем больше ощущается эффект присутствия.

3. Аудио. Обычно обеспечить звуковое сопровождение является более простой задачей, т. к. соответствующие технологии существуют уже достаточно продолжительное время. Стереозвук с отслеживанием изменений расположения головы пользователя обеспечивает лучший эффект присутствия.

Системы телеприсутствия (telepresence). **Телеприсутствие** – комплекс технологий, который позволяет человеку при помощи специальных устройств получить ощущение того, что он находится в месте, отличном от его реальной локации, и/или взаимодействуют с ним. **Суть телеприсутствия** в интеракции с другим местом, в отличие от виртуальной реальности, где человек ощущает себя в виртуальном мире. Системы телеприсутствия и виртуальной реальности имеют схожее оборудование для взаимодействия с пользователем.

В лаборатории Human Media Lab в Канаде была спроектирована кабина TeleHuman для проведения телеконференций, где можно видеть трехмерную фигуру собеседника в полный рост. Кабина TeleHuman представляет собой акриловый цилиндр высотой 1,8 м, оснащенный выпуклым зеркалом, 3D-проектором и набором из десяти контроллеров Microsoft Kinect (шесть на кабине и четыре в комнате). Когда человек заходит внутрь кабины, изображение проецируется на внешние стенки кабины (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Кабина TeleHuman генерирует изображение

Для формирования объемного эффекта используются контроллеры Microsoft Kinect, которые следят за расположением человека снаружи кабины с целью создания для него стереоскопического изображения.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Дайте определение понятия «стереопсиса».
2. Перечислите признаки удаленности воспринимаемого объекта.
3. Назовите типы систем виртуальной реальности как когнитивных технологий
4. Какие технологии служат для обеспечения эффекта присутствия?
5. Системы телеприсутствия и технологии обеспечения эффекта присутствия

6. Системотехника воссоздания эффектов присутствия и взаимодействия в 3D-сцене

Темы:

1. Понятие видеосцены и изменения точки зрения.
2. Принципы манипуляции с предметами на видеосцене.
3. Приспособления, изменяющие точку зрения.
4. Технология воссоздания эффекта присутствия.
5. Технология воссоздания эффекта взаимодействия.
6. Принципы виртуального онлайн-мира для взаимодействия человека с трехмерной визуализированной сценой.
7. Сравнение двумерной визуализации на мониторе с трехмерным восприятием человека.

6.1. Понятие видеосцены и изменение точки зрения

Видеосцена – предоставление зрителю некоторого действия или обстановки в форме видеоряда (некой последовательности кадров, которые чередуются со скоростью 24 кадра в секунду). **Точка зрения** (viewpoint) – позиция в киберпространстве или вокруг него, которая представляет текущее положение пользователя (рис. 6.1).

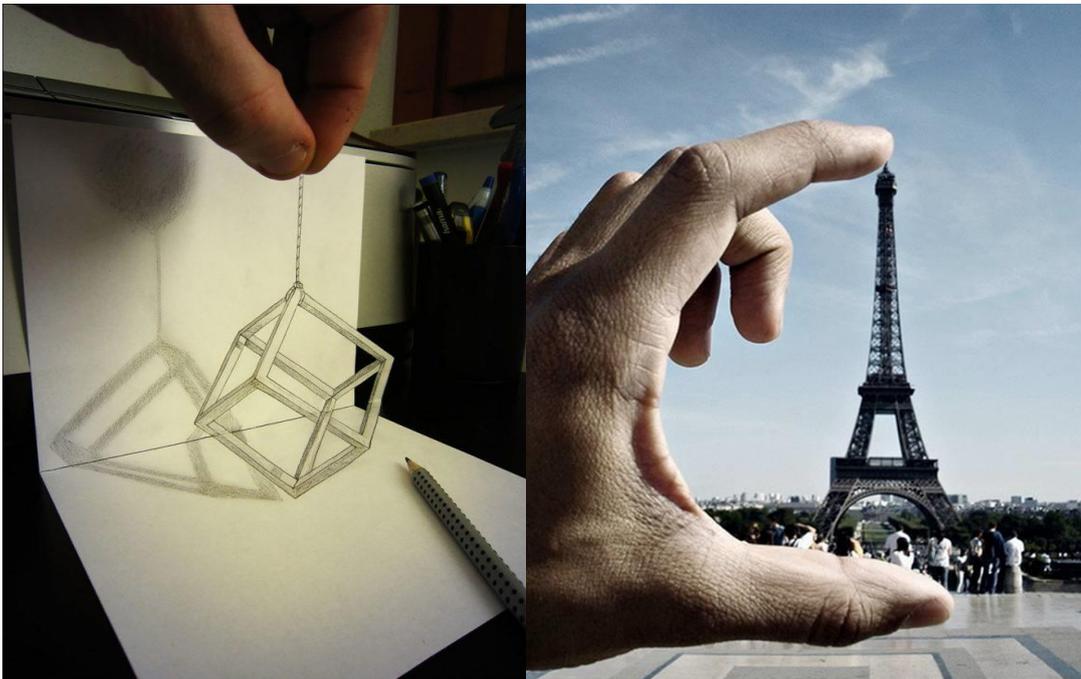


Рис. 6.1. Рисунки и фотографии, которые создают эффект объема с установленной точки зрения

6.2. Принципы манипуляции с предметами на видеосцене

На предметы видеосцены можно воздействовать с помощью самых разных устройств ручного ввода, таких как компьютерные мыши, игровые контроллеры, педали, перчатки и костюмы виртуальной реальности (рис. 6.2).



Рис. 6.2. Контроллер Sony Move

Целью такого воздействия является использование инструментов виртуальной реальности для изучения объектов, которые не могут быть исследованы непосредственно (макрообъекты или микрообъекты).

Мышь с гироскопическим датчиком является одним из таких инструментов. В основе ее работы – принцип гироскопа. **Гироскоп** – приспособление, реагирующее на трансформацию углов ориентации соединенного с ним тела в инерциальной системе координат. Его действие основывается на принципах закона сохранения момента импульса вращения. Он схож с принципом работы юлы, которая сохраняет свое первоначальное положение по оси вращения. Кроме того, технология гироскопа позволяет использовать мышь даже в тех случаях, когда нет подходящей поверхности (на расстоянии 10 метров от ПК). Вам не нужно перемещать ее как обычную мышь, достаточно лишь наклонить в требуемую сторону и на требуемый угол: чем больше уровень наклона, тем, следовательно, быстрее перемещается курсор по экрану.

Ascension Tecnology Corporation предлагает уникальный в своем роде продукт – 6D-Mouse. Визуально это трехкнопочная мышь с нестандартным дизайном, но внутри она дополнительно оснащена датчиками для отслеживания поднятия и высоты. Эти мыши позволяют легко и беспрепятственно перемещаться в 3D-пространстве.

Гироскопический джойстик также может быть реализован с помощью технологии гироскопа, используемой в ранее описанной мыши.

G-Pad Pro почти ничем не отличается от многих ранее выпущенных джойстиков. Он обладает стандартной формой и шаблонным набором клавиш и джойстиков, но при этом имеет одну важную особенность: наличие технологии Virtual Reality Motion Sensing. Джойстик оснащен гироскопическим датчиком, который может определять пространственное положение, горизонтальный и вертикальный наклон контроллера, что позволяет выполнять сложные операции более естественно.

Перчатки виртуальной реальности. Следить за движениями пальцев VR-перчаток помогает сложная система эластичных световодов и несколько десятков датчиков (рис. 6.3). В момент, когда палец начинает сгибаться, световод сужает просвет, а датчики улавливают падение интенсивности света в какой-либо области. Данная технология была разработана для проведения научных исследований. Существуют также технологии, использующие механические датчики, но они несовершенны и тяжелы.

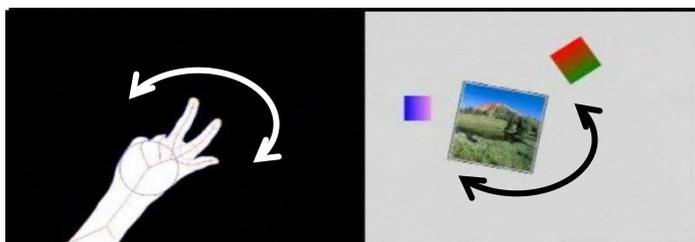


Рис. 6.3. Управление объектом в перчатках для виртуальной реальности

Перчатки виртуальной реальности со световыми сенсорами (рис. 6.4) производятся известной калифорнийской компанией Virtual Technologies. Самые простые перчатки называются CyberGlove.



Рис. 6.4. Перчатки виртуальной реальности со световыми сенсорами

На данный момент имеются 18-сенсорная модель, которая отслеживает положение пальцев, и 22-сенсорная модель, которая может еще и уловить разгибание и сгибание всех пальцев за исключением большого.

К категории контроллеров VR причисляют и перчатки виртуальной реальности. На тыльной стороне запястья перчатки расположены четыре кнопки. Одна из них используется для калибровки перчатки Glove P5, другая является выключателем, а остальные две программируются для различных задач, например, в качестве левой и правой кнопок мыши или для других пользовательских целей.

Как вариант органов управления могут использоваться и педали (рис. 6.5).

Нет никакой разницы в принципе работы джойстика, управляемого руками, и педали, управляемой ногой. К педалям применим тот же принцип, что и к ручному управлению. Основная задача педали заключается в приеме сигналов от датчиков, размещенных на педали, и обработке дополнительной информации.



Рис. 6.5. Контролер «Педали»

6.3. Приспособления, изменяющие точку зрения

Шлемы виртуальной реальности – это устройства, которые позволяют пользователю до некоторой степени погрузиться в виртуальный мир, создавая ощущение визуального и акустического присутствия в пространстве, заданном блоком управления (компьютером) (рис. 6.6).



Рис. 6.6. Шлем VR

Система, отслеживающая движения головы пользователя – устройство ввода информации в ПК, которое преобразует движения головы человека в координаты точки направления его взгляда (рис. 6.7).



Рис. 6.7. Система для отслеживания движений головы

Инерционное слежение. При таком способе к голове пользователя прикрепляется блок слежения с акселерометрами или гироскопами (подобно шлему виртуальной реальности). Такое устройство не обязательно должно быть прикреплено к фиксированному маркеру (рис. 6.8).

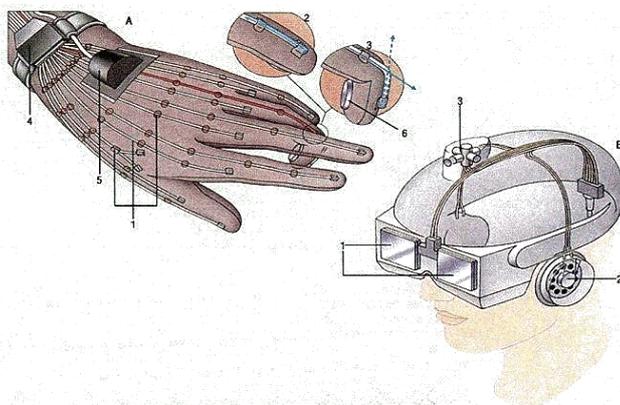


Рис. 6.8. Система инерционного отслеживания

Для изменения точки взгляда можно использовать и другие манипуляторы, например, **мышь** или **игровой контроллер** на основе гироскопа.

Манипуляция курсором на мониторе посредством электроэнцефалограммы. Электроэнцефалография (ЭЭГ) – это нейрофизиологический метод, который измеряет электрическую активность мозга с помощью наложения электродов на кожу головы. Для обеспечения электропроводимости наносится проводящий гель (рис. 6.9).

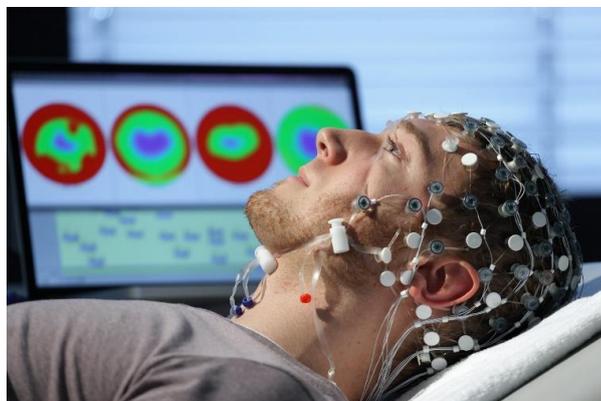


Рис. 6.9. Электроэнцефалография

ЭЭГ можно использовать для ввода текста, манипулирования мышью, управления подвижностью транспортных средств и др. Эта технология была применена для индустрии компьютерных игр и общения с парализованными пациентами.

Микроэлектроды были имплантированы непосредственно в мозг человека, парализованного в результате инсульта, а компьютер замерял электроимпульсы мозга и перестраивал их в команды для манипулирования курсором.

На экране монитора курсор перемещался, когда больной представлял, что он двигает рукой. Пациент мог позвать медсестру, попросить еды или выключить телевизор, выбирая на экране фразу из доступного списка.

Контакт между человеком и компьютером без помощи проводов может быть осуществлен тремя методами:

- лазерное или оптическое излучение;
- радиоволновое излучение;
- ИК-излучение.

Таким образом, информация, отдаваемая пользователем на приемное устройство ПК, может быть принята от его рук (виртуальная перчатка, мышь или джойстик) и от сигналов мозга посредством электроэнцефалографии.

Управление инфракрасными лучами и радиоуправление. Принцип радиоуправления состоит в преобразовании команд, посылаемых человеком, в радиосигналы определенной длительности и частоты – передающие приказания. Эти приказы передаются в виде колебаний, незатухающих при постоянной амплитуде, или радиоимпульсов, которые модулируются по амплитуде или частоте. Далее они декодируются и посылаются в виде электрических сигналов на блок, управляемый компьютером.

При трансляции передающих команд при помощи инфракрасных лучей в роли передатчика выступает испускающий ИК-диод. Трансмиттером сигнала является ИК-фотодиод. В контексте различий этих методов передачи сигнала, немаловажно, что радиоуправление не нуждается в непосредственной видимости принимающего устройства, а для ИК-передатчика, в свою очередь, это становится неременным условием.

6.4. Технология воссоздания эффекта присутствия

Эффект присутствия – иллюзия того, что человек-пользователь воздействует на место и/или находится не там, где находится его физическое тело.

Методы реализации эффекта присутствия можно разделить на две основные группы: программные или аппаратные.

Программные средства воссоздания эффекта присутствия. Программные средства воссоздания эффекта присутствия – методы, которые точно воспроизводят изображения в соответствии с пятью ключевыми моментами:

1. Оценка дистанции до объекта на почве знаний о его примерном размере (рис. 6.10).

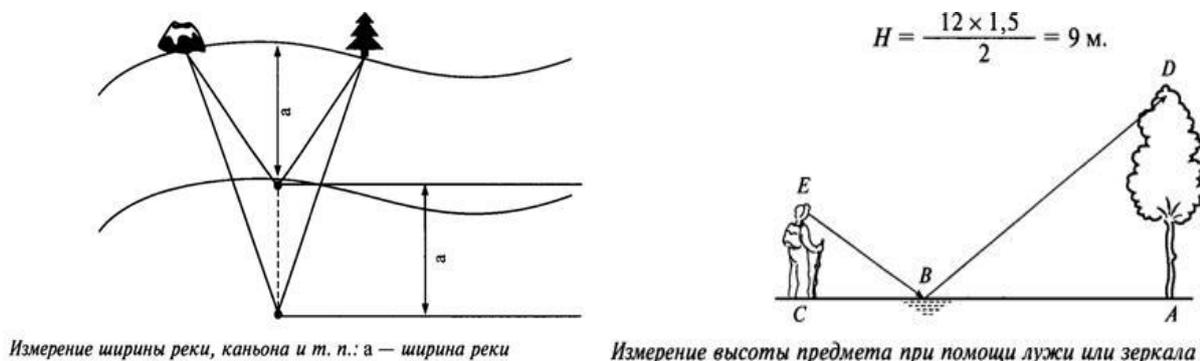


Рис. 6.10. Оценка дистанции до объекта на основе знания его приблизительных размеров

2. «Наложение» предметов друг на друга.
3. Применение эффекта перспективы для нахождения глубины пространства (рис. 6.11).

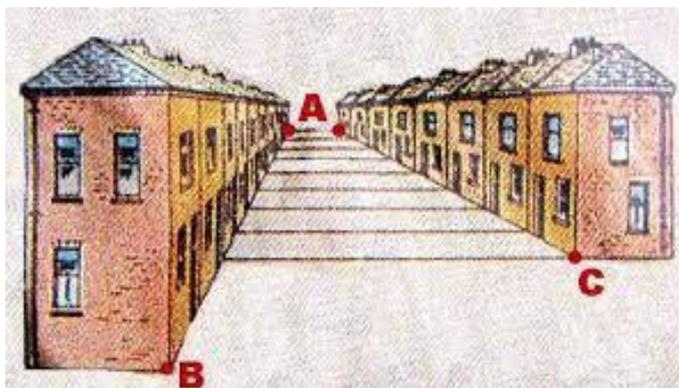


Рис. 6.11. Эффект перспективы

4. Оценка кажущегося относительного смещения дальних и ближних объектов при движении головы наблюдателя влево или вправо.
5. Анализ светотеней (световых эффектов на предмете).

Реализация эффекта присутствия аппаратными средствами. В эту группу методов входят:

1. Использование шлемов VR и специальных экранов.
2. Повышение мощности персонального компьютера.
3. Использование особых костюмов с датчиками и вращающимися сферами (рис. 6.12) для имитации движений человека в виртуальном мире.



Рис. 6.12. Аппаратное средство осуществления эффекта присутствия

6.5. Технология воссоздания эффекта взаимодействия

Эффекты взаимодействия – процессы, посредством которых объекты реального мира влияют на объекты виртуального мира, порождая их взаимообусловленность и связь.

Максимального эффекта взаимодействия можно добиться, используя костюмы виртуальной реальности, устройства слежения и специализированные контроллеры, которые имитируют реальные действия.

Костюмы VR – это устройства, которые дают возможность пользователям погрузиться в виртуальный мир. Костюм VR предназначен для полной изоляции человека от внешнего мира. Он содержит видеозэкран, многоканальную звуковую систему и электронные устройства, воздействующие на нервные окончания кожи. Он способен создавать иллюзию прикосновения (в частности эффект дуновения воздуха) (рис. 6.13).



Рис. 6.13. Костюм VR с обратной связью

К костюму VR прибавляются датчики кисти и кабели для подключения этих приборов к компьютеру.

Трекинг – это компьютерная технология, которая поддерживает взаимодействие пользователя с миром VR (рис. 6.14).



Рис. 6.14. Игровой контроллер Kinect, применяющий трекинг всего тела человека

Игровой контроллер Kinect предназначен для определения ориентации и позиции реального объекта в виртуальном мире.

К специфичным контроллерам относятся рукоятки для управления оборудованием, компьютерный руль с педалями, штурвалы, целеуказатель в форме пистолета и т. д.

6.6. Принципы виртуального онлайн-мира для взаимодействия пользователя с трехмерной визуализированной сценой

Для комплексного взаимодействия человека с визуализированной сценой используются перечисленные устройства и технологии. Посредством этих приспособлений можно перенести в онлайн сразу несколько людей в разных точках созданного мира, объединив в одной виртуальной среде (рис. 6.15).



Рис. 6.15. Примеры онлайн виртуальной среды

Эта реализация наиболее интересна в многопользовательских социальных виртуальных мирах: например, Second Life – 3D-виртуальный мир с элементами социальной сети с более чем миллионом пользователей по всему миру.

Принципы VR-онлайн-мира:

1. Принцип постоянства. Мир существует автономно по отношению к жизнедеятельности игроков.

2. Принцип аватара. В Second Life жители организуют свой личный контент, такой как одежда, дома, машины и т. д. Резиденты (жители) сами выбирают и модифицируют свой внешний облик (или покупают готовые изделия у других участников).

3. Принцип общей реальности. Мир един для многих игроков.

4. Принцип внутренних законов. Мир имеет встроенные самодействующие законы, по которым он функционирует (в игростроительстве эти правила называют «мировой физикой»).

5. Принцип незамедлительной реакции. Действия в мире совершаются в реальном времени. Последствия действий человека почти всегда видны, хотя и различаются по масштабу.

Реализация виртуальных онлайн-миров. Мир Multi User Dimension (массовой многопользовательской браузерной онлайн-игры) конструируется из условных «комнат». **Комнаты** – это независимые ячейки в игровом мире, где не существует координат. Вы не можете стоять в комнате с правой или левой стороны. Вы или находитесь в ней, или нет. Чтобы покинуть комнату, вы можете использовать дверь.

Команды вводятся с помощью командной строки (подобно приглашению операционной системы).

MUD также вводит понятие «мобов» (движущихся объектов, т. е. монстров) и базовую логику их поведения. Однако помимо системы комнат, наиболее важным аспектом является система сценариев, описывающих игровой мир.

6.7. Сравнение двумерной визуализации на мониторе с трехмерным восприятием человека

2D-графика – область компьютерной графики, набор методов, служащих для визуализации плоских объектов.

3D-графика – область компьютерной графики, в которой применяются средства и приемы (как аппаратные, так и программные) для отображения трехмерных предметов (чаще всего используется для воспроизведения показов на экране монитора).

3D-картины на плоскости отличаются от двумерных тем, что в них используются специальные методы проектирования геометрической проекции 3D-модели ландшафта на плоскую поверхность (например, монитор).

Люди могут воспринимать плоские двумерные изображения как трехмерные из-за эффектов перспективы и освещения в видеосцене.

Перспектива (лат. *perspicere* – смотреть сквозь) – раздел науки об изображении пространственных 3D-объектов на какой-нибудь поверхности или плоскости в сочетании с теми кажущимися уменьшениями их размеров, изменениями светотеневых отношений и формы, которые можно наблюдать при реальном восприятии (рис. 6.16).

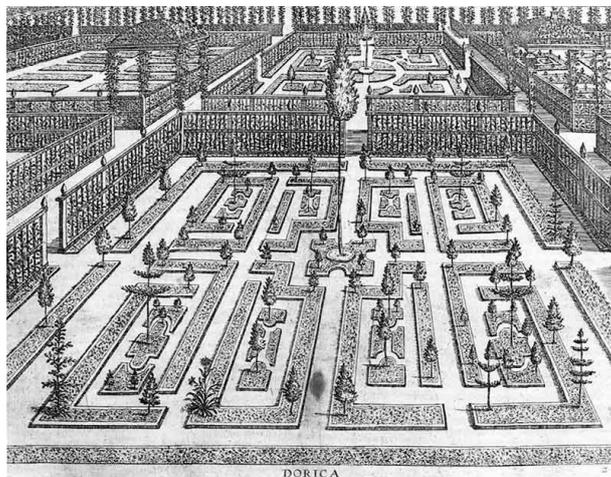


Рис. 6.16. Пример перспективы

Достоинства трехмерной графики по сравнению с двумерной. Фигурально превосходство 3D-объектов над 2D-объектами показано на рис. 6.17.



Рис. 6.17. Преимущества 3D графики над 2D-графикой

1. Высокая информативность некоторых зон экрана. В режиме 3D сложные объекты выглядят простыми, т. е. нагромождение графики представляется в виде понятных геометрических фигур.

2. Преимущества соотношения размеров объектов. В трехмерном пространстве требуется гораздо меньше данных для соотношения масштабов объектов и пользователь сразу определяет их расположение в пространстве и реальные размеры.

3. Преимущества при вращении объектов. При вращении 3D-объекта пространство вращается с правильной формой, а 2D-объекты искривляются.

4. Использование новых форм диаграмм. Традиционные 2D-диаграммы не дополняют информацию в 3D: в 3D можно включить дополнительные переменные (множество, а не только одну). Читаемость диаграммы не нарушается.

5. Что, как вы всегда думали, является плоским, может быть объемным. Это позволяет образовывать новые визуальные формы в 3D, что дает возможность переосмыслить свои взгляды на жизнь и внедрить новые.

6. Возможность объединения реальной и виртуальной графики. Все 3D-объекты на экране вы наблюдаете пространственно. Когда перед вами размещены действительные объекты, то 3D-изображение, «проецирующееся» из экрана, отображается буквально между этими объектами.

7. Воздействие на вестибулярный аппарат зрителя. Если сцена в 3D построена правильно, можно добиться дезориентирующих эффектов в пространстве, например, головокружительных гонок или эффектов падения.

8. Восприятие сложных, нелинейных форм. Если вы увидите незнакомую форму и не будете иметь с ней ассоциаций, то, вероятно, не сможете понять ее, если только она не в 3D.

9. Самое большое преимущество 3D заключается в создании чего-то нового. Здесь еще нет готовых методов и мало стереотипных эффектов. Вы можете формировать непредвиденные решения, о которых никто раньше не думал.

Преимущества 2D-графики:

1. Удобство чтения обычного текста. На традиционных плоских экранах можно разместить больше текстовой информации, поскольку рабочая область использует меньший объем.

2. Возможности размера экрана. В режиме 2D используется весь экран, и каждый сантиметр экрана может быть заполнен информацией (рис. 6.18). В режиме 3D для создания трехмерного эффекта необходимы пространственные ориентиры (объекты, тени и т. д.), что занимает пространство экрана и уменьшает количество рабочих пикселей. Объекты в 3D имеют дополнительные атрибуты.

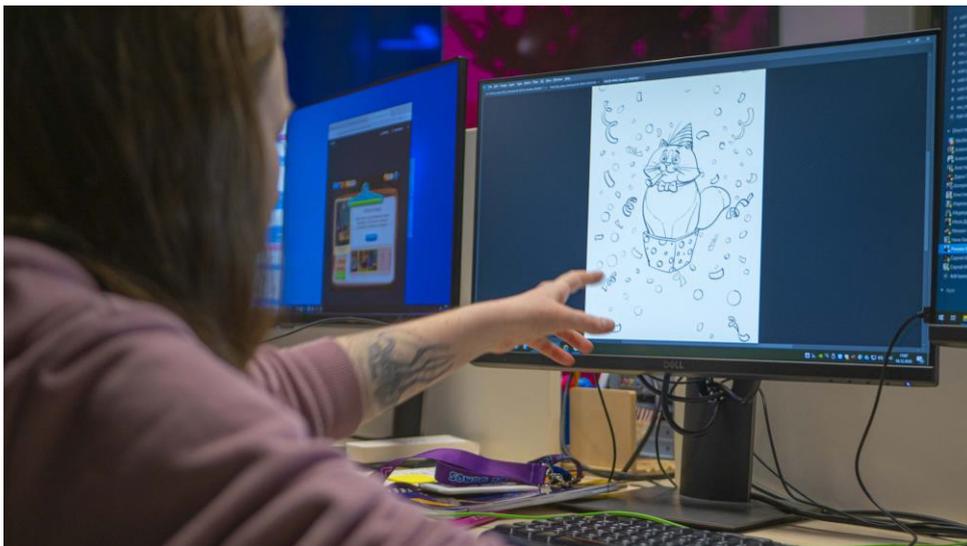


Рис. 6.18. Применение 2D-графики

3. Задействование краев экрана. В 3D использование краев экрана ограничено. Например, в стереопаре: то, что находится в одном кадре, оказывается на экране, а то, что в другом – нет. В процессе просмотра таких кадров возникает чувство дискомфорта, потому что объект виден одним глазом и не виден другим.

4. Простота использования. 3D требует большей специализации (например, выбор сцены, размещение камеры, движение в пределах сцены, «вынос» объектов, крупные планы и т. д.). 2D этого не просит, зато может отображать больше типов сцен и выдвигает меньше требований и ограничений.

Применение трехмерной и двумерной графики. В настоящее время 3D-графика используется для создания «яркой» графики, информационно насыщенных сред (диаграммы, географические информационные системы, проекторочные системы и т. д.), новых потенциалов для инсталляций, а также в областях, связанных с человеческими эмоциями и впечатлениями.

Двумерные системы сейчас являются более действенными в обычной работе (Excel, Word), используются для подготовки более стандартных презентаций и приложений (Visio или Power Point).

2D-система также облегчает создание анимации и видео (флеш-анимация) и обработку фотографий.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Дайте толкование терминов «видеосцена» и «изменение точки зрения».
2. В чем заключаются достоинства и недостатки технологии «перчатки виртуальной реальности»?
3. Назовите принципы манипуляции с предметами на видеосцене.
4. Перечислите приспособления и технологии, изменяющие точку зрения.
5. С помощью каких аппаратных средств можно воссоздать эффект присутствия?
6. Приведите примеры технологий воссоздания эффекта взаимодействия.
7. Охарактеризуйте принципы виртуального онлайн-мира для взаимодействия человека с 3D-визуализированной сценой.
8. Объясните достоинства и недостатки двумерной визуализации на мониторе по сравнению с трехмерным восприятием человека.

ГЛАВА 3. СИСТЕМОТЕХНИКА ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОГНИТИВНЫХ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ

7. Устройство и принцип действия трекеров в системах 3D-визуализации

Темы:

1. Трекеры как технологии виртуальной реальности.
2. Электромагнитные, оптические, ультразвуковые и инерционные системы трекинга Айтрекинг.
3. Телеконференция и направление взгляда собеседников.
4. Гироскоп для определения направления взгляда человека.
5. Трекеры как система, следящая за движениями головы, туловища, глаз.
6. Следящие радиосистемы регистрации местоположения человека.

7.1. Трекеры как технологии виртуальной реальности

Позиция в виртуальном пространстве, представляющая текущую позицию, позицию наблюдателя, называется **точкой зрения**.

Трекер – это технология виртуальной реальности, предназначенная для взаимодействия пользователя с виртуальным миром. Трекер предназначен для определения положения и ориентации реальных объектов (например, руки, ноги) или устройств в программной среде с несколькими степенями свободы. В общем, есть три координаты его положения (x, y, z) и три угла, которые определяют его ориентацию в пространстве.

Трекер Tracker – это одна из систем отслеживания движений головы (рис. 7.1).



Рис. 7.1. Трекер TrackIR

Это устройство ввода обеспечивает псевдовиртуальную реальность в системе пользователя. TrackClip может отслеживать движение головы человека по трем координатам x, y и z. Принятые данные используются в программах для преобразования реальных поворотов головы в виртуальные. Например, в космическом симуляторе пользователь может исследовать кабину ракеты. Чувствительность настроена таким образом, чтобы предотвращать резкие повороты, связанные с виртуальным миром, в жизни.

Принцип действия можно представить в двух вариантах:

1. Камера + излучатели. Работа этой опции проще – камера получает сигнал от излучателей, которые установлены в клипе (TrackClip Pro) (рис. 7.2).



Рис. 7.2. TrackClip Pro

2. Камера + отражатели. Действие схоже с принципом работы радара. Камера имеет встроенные диоды, которые излучают свет в своем диапазоне, а приемник, встроенный в камеру, получает свет от отражателей (расширение TrackClip или Vector Pro).

7.2. Ультразвуковые, оптические, инерционные и электромагнитные системы трекинга. Айтрекинг

Система отслеживания виртуальной реальности (VR) – это своего рода аналог систем ориентации и позиционирования, имеющих в реальном мире. Органы чувств человека – это его естественные «системы слежения».

Устройство не может считаться полноценной системой виртуальной реальности, если оно не знает положения и ориентации пользователя и его действий в любой момент времени. Отслеживание организует трансляцию этой информации ядру системы.

Для слежения используются ультразвуковые, оптические, инерционные и электромагнитные системы.

Ультразвуковой трекинг. Принцип работы. Передатчики ультразвукового слежения расположены на настоящем объекте, движущемся в пространстве, а прикрепленные приемники образуют антенну.

Статические датчики улавливают сигнал передатчика и измеряют время между передачей и получением сигнала. Расстояние между отправителем и получателем рассчитывается на основе полученного результата, т. е. в соответствии со временем задержки. Данные о расстоянии используются для расчета трехмерных координат объекта в программе. Ориентация объекта определяется набором из трех стационарно закрепленных передатчиков.

Преимуществами ультразвуковых систем слежения являются правильные измерения координат и углов, а также возможность создания рабочих областей.

Основными недостатками ультразвукового слежения являются низкая скорость ультразвука, необходимость в отсутствии препятствий между излучателями и приемниками, необходимость точной калибровки приемников и снижение верности при изменении температуры и порывах ветра.

Оптический трекинг. Принцип работы устройств оптического слежения сформирован на обработке специализированных оптических маркеров, оснащенных устройством связи с виртуальной реальностью. Затем периферийные устройства слежения отправляют сигнал в систему, где обрабатывается информация. Далее система реагирует на изменения положения и ориентации интерактивного устройства, изменяя виртуальную реальность в соответствии со сценарием взаимодействия (рис. 7.3).



Рис. 7.3. Устройства оптического трекинга

Для устройств оптического слежения используются модули записи оптических сигналов либо датчики или камеры.

Устройства для оптического трекинга с оптическими маркерами. Оптическое отслеживание движений головы и туловища двумя видеокамерами.

Профессиональные оптические системы слежения используют двухкамерные, трехкамерные или четырехкамерные системы.

Маркер прикрепляется к голове пользователя. Стационарный датчик отслеживает движение маркера, который отражает видимый или инфракрасный цвет. В двухкамерных оптических системах необходимо выполнить внутреннюю калибровку, т. е. установить взаимосвязь между внешними размерами специального шаблона маски и его изображением на матрице камеры (рис. 7.4).



Рис. 7.4. Устройства оптического трекинга с маркерами

Далее выполняется внешняя калибровка, объединяя координатные системы (подлинное местоположение) камер между собой, а затем с координатной системой виртуального мира (координаты экрана виртуального мира).

Четырехсенсорная система включает четыре оптических сенсора, PPT-компьютер со специализированным программным обеспечением, кабели и четыре инфракрасных маркера.

Преимущества перед двухсенсорной системой:

- более полный охват отслеживаемого пространства (меньше «мертвых» зон отслеживания);
- отслеживание нескольких маркеров одновременно;
- повышенная надежность и точность;
- уменьшение препятствий для прямой видимости.

Недостатки стандартного оптического трекинга на базе двух и более камер:

- чем обширнее зона требуемого взаимодействия, тем больше камер необходимо установить и тем сложнее становится процедура их взаимной калибровки;
- их рабочая зона – это область пересечения видимости камер;
- необходимость точной калибровки модулей приема оптического сигнала (камер);
- отслеживаемая точка или объект расположены в трехмерном пространстве;
- матрица камеры плоская, поэтому для работы с трехмерным пространством необходимы две камеры – по одной плоской проекции для каждой камеры. Поэтому в стандартных системах оптического слежения камеры сконфигурированы для работы в парах. Этот недостаток отсутствует в стереокамерах, поскольку их камеры уже синхронизированы.

Однако оптические системы слежения используются чаще других, поскольку они более надежны и доступны по цене.

Трекеры направления движения глазного яблока. Айтрекинг (трекинг глаз, отслеживание глаз) – процесс определения координат взгляда (пересечение оптической оси глазного яблока и плоскости наблюдаемого объекта или экрана, на котором присутствует зрительный стимул). Айтрекер – это устройство, используемое для определения положения оптической оси глазного яблока в пространстве. Айтрекеры используются в исследованиях визуальных систем, когнитивной лингвистике, психологии и исследованиях удобства использования. Для айтрекинга используется несколько методов. Наиболее популярным является однокадровый анализ видеозаписи глаза, также используются контактные методы, такие как электроокулография (рис. 7.5).



Рис. 7.5. Контактный метод айтрекинга

В первом типе используется механический зрительный контакт. Это может быть, как миниатюрное устройство, так и контактные линзы со встроенными зеркалами, создающими магнитное поле. Измерения, проведенные с использо-

ванием специальных контактных линз, показали, что записи чувствительны к движению глаз. Эти методы часто используются исследователями, изучающими динамику, скрытую физиологию движения глаз (рис. 7.6).

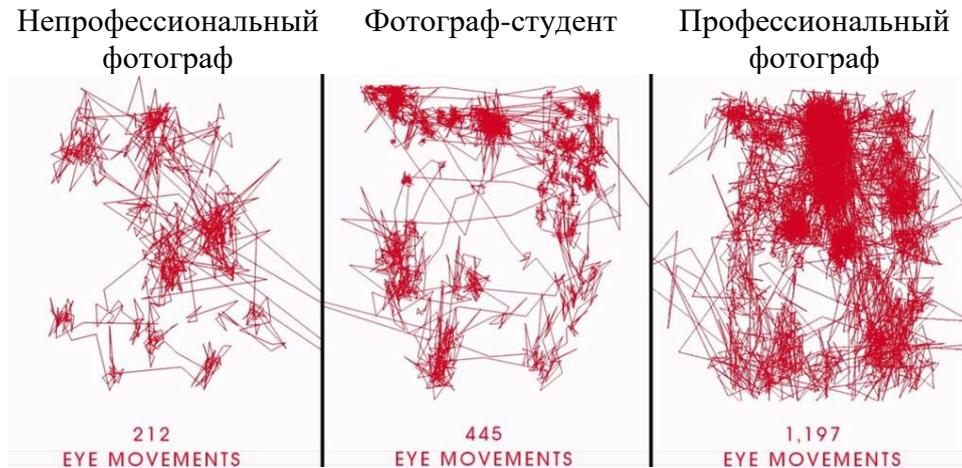


Рис. 7.6. Изучение динамики, скрытой физиологии движения глаз

Метод основан на использовании внутренних электрических свойств глазных яблок. По своей физической природе это диполь, при котором роговица электрически положительна по отношению к сетчатке. Электрическая ось глазного яблока примерно равна оптической оси и, следовательно, может служить индикатором направления взгляда. Изменение разности потенциалов между роговицей и сетчаткой определяется изменением потенциала в тканях, прилегающих к глазнице. Движения глаз фиксируются с помощью электродов, расположенных крест-накрест вокруг глазницы (рис. 7.7).



Рис. 7.7. Регистрация движений глаз с помощью электродов

Инерционный трекинг. В этом типе слежения акселерометры применяются для измерения угловой скорости, а гироскопы – для замера углов изменения положения объекта в пространстве.

Системы слежения нашли широкое применение в киноиндустрии и сфере компьютерных игр. Но в то же время они используются при создании тренировочных комплексов для пилотов.

Системы слежения также могут использоваться для удаленных операций, когда врач-специалист руководит действиями механизма, выполняющего операцию.

Айтрекинг в 3D. Зарегистрирован патент на технологию Hot 3D eye-tracking компанией Apple с 2012 года, созданную на интерфейсе, который будет использоваться в игровой индустрии, цифровой фотографии и видео, биометрии и системах видеонаблюдения.

Эта технология, использующая 2D-экраны без очков, может предоставить пользователю реалистичные 3D-объекты и возможность просматривать их под разными углами. Например, изменение вашего положения относительно экрана приведет к перемещению теней при изменении освещения.

Бесконтактные методы айтрекинга. Обычно в бесконтактных оптических методах для регистрации движений глаз используется инфракрасное освещение, которое отражается глазным яблоком и регистрируется видеокamerой или другим специально разработанным оптическим датчиком. В ходе обработки видео получают информацию об ориентации глазного яблока в пространстве и ее временной динамике. Айтрекеры часто используют отражение инфракрасного излучения от роговицы глаза, чтобы вычислить направление на центр глазного яблока и затем сравнить его с координатами центра зрачка.

Сложные типы айтрекеров используют как отражение от роговицы, так и отражение от хрусталика глаза. Наиболее технологичные айтрекеры этого типа также анализируют расположение кровеносных сосудов в роговице и сетчатке. Эта категория айтрекеров чаще всего используется в задачах слежения за глазами (нахождение пересечения оптической оси глазного яблока и плоскости экрана, на которой представлен визуальный стимул), где экспериментальная процедура должна быть неинвазивной, а оборудование относительно недорогим.

В третьей категории используются потенциалы, измеряемые электродами, размещенными вокруг глаза. Каждый глаз является источником постоянного электрического поля, которое можно обнаружить в полной темноте или когда глаза испытуемого закрыты. Глаз можно рассматривать как диполь с положительным полюсом на роговице и отрицательным полюсом на сетчатке. Электрические сигналы могут быть получены с помощью двух пар электродов, размещенных на коже вокруг одного глаза. Этот метод называется электроокулографией (ЭОГ) (рис. 7.8). Когда глаз перемещается из центрального положения в периферическое, сетчатка приближается к одному электроду, а роговица – к другому.

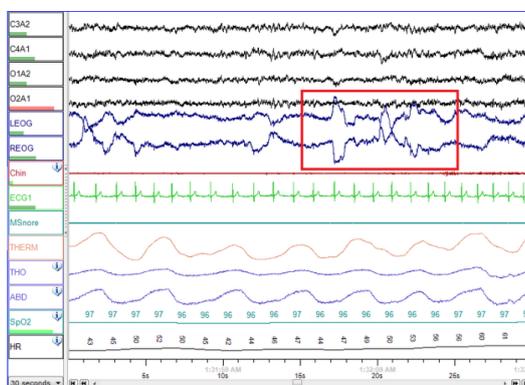


Рис. 7.8. Электроокулография

Таким образом, анализ этих электрических сигналов можно использовать для отслеживания взгляда (рис. 7.9).

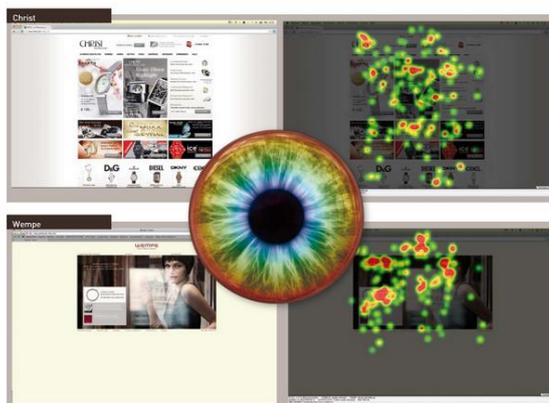


Рис. 7.9. Сигналы айтрекинга

Устройства для отслеживания взгляда в аппаратной реализации очень разные. Некоторые из них крепятся к голове испытуемого, другие требуют фиксации его головы, а остальные управляются дистанционно, чтобы автоматически компенсировать движения головы (рис. 7.10).



Рис. 7.10. Устройство айтрекинга

Большая часть систем работает с частотой кадров не менее 30 в секунду. Чаще всего используемая скорость съемки составляет 50/60 кадров в секунду, но большинство айтрекеров работают со скоростью 12, 300, 500 или 1000/1250 кадров в секунду. Это необходимо для того, чтобы регистрировались 100 % движений глаз.

Для анализа когнитивных процессов и определения точек интереса полезны пути взгляда. Другие биологические факторы, такие как пол, также могут влиять на траекторию взгляда. Поэтому айтрекинг можно использовать не только в исследованиях удобства интерфейсов, но и при управлении внешними устройствами посредством управления движениями глаз. Для устройств, прикрепленных непосредственно к голове субъекта, положение головы и ориентация в пространстве добавляются к вектору направления взгляда человека. Для фиксированных систем отслеживания глаз направление головы вычитается из направления взгляда, чтобы определить положение глаз на лице.

7.3. Телеконференция и направление взора собеседников

Телеконференция (англ. teleconference) – это встреча, участники которой не находятся друг рядом с другом и которая осуществляется с помощью телекоммуникационных средств (рис. 7.11).

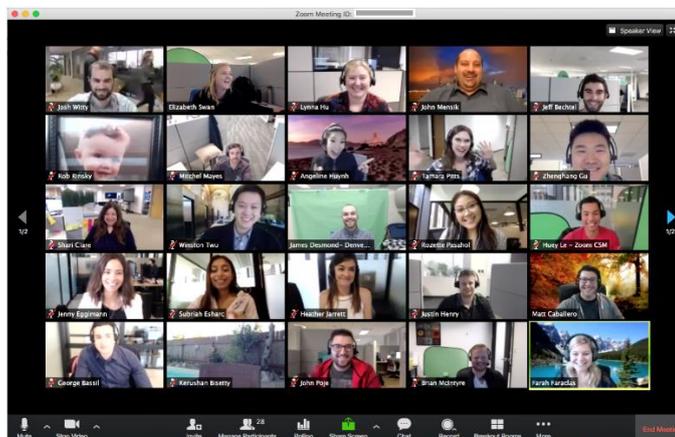


Рис. 7.11. Интерфейс программного обеспечения

Технология телеприсутствия может повысить эффективность коммуникативного взаимодействия. Для полного погружения пользователь должен получать такие же ощущения, которые бы он получал, находясь вместе с собеседником. Пользователи также должны иметь возможность влиять на удаленные местоположения. При этом движения, действия, голоса и т. п. пользователей нужно считывать, отправлять и воспроизводить удаленно.

Достаточно важным элементом полноценного общения является зрительный контакт с собеседником, но добиться этого с помощью обычных средств телеконференций невозможно. Камера не всегда ставится прямо на место изображения собеседника, иногда с каким-то смещением. Это создает впечатление, что собеседник смотрит куда-то в сторону.

Самым дешевым с точки зрения технических ресурсов способом определения направления взгляда является обработка видеоизображения. Этот метод не требует никаких дополнительных приспособлений. Процесс определения направления взгляда можно разделить на следующие три этапа:

1. Изображение выявленных подробностей в виде геометрических объектов, таких как углы и вписанные в радужную оболочку эллипсы.

2. Прием направления взора по результатам геометрического анализа: линия взгляда вычисляется для каждого глаза индивидуально, а потом определяется фокусное расстояние.

3. Выявление компонентов лица (рис. 7.12) путем обработки изображения, в частности это определение:

- 1) положения уголков рта;
- 2) положения внешних и внутренних углов глаз;
- 3) направления взора из геометрического анализа: взгляд определяется индивидуально для каждого глаза, затем рассчитывается фокусное расстояние;

- 4) обнаруженных деталей в виде геометрических объектов: эллипсов, вписанных в радужную оболочку и углы;
 5) радужки.

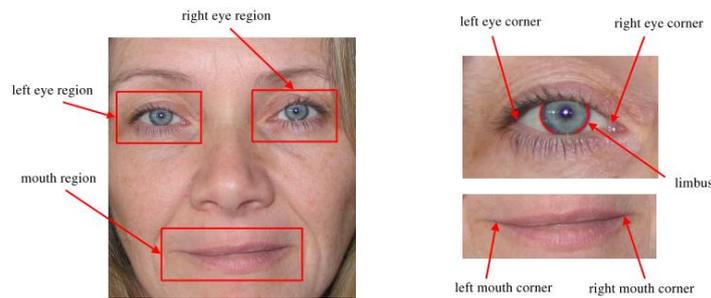


Рис. 7.12. Ключевые точки окружности лица

Этот способ считается самым дешевым с технической точки зрения. Однако компания NTT придумала интересное решение, которое состоит из нескольких проекторов, динамиков (которые должны быть оснащены соответствующим набором электроники с каждой стороны) и моторизованного полупрозрачного дисплея. Система записывает видео и аудио участников виртуального собрания и отображает их.

7.4. Гироскоп для определения направления взгляда человека

Гироскоп представляет собой устройство, способное реагировать на изменение ориентации объекта относительно его инерциальной системы координат (рис. 7.13).



Рис. 7.13. Гироскоп, изобретенный Фуко (построил Дюмолен-Фромент)

Устройство было создано в 1852 году французским физиком Фуко. Само слово «гироскоп» имеет греческое происхождение и состоит из двух слов: «гуго» – «вращение» и «соро» – «наблюдаю», что означает «наблюдение посредством вращения». Фактически работа гироскопических приборов основана на свойстве быстро вращающегося волчка сохранять неизменной ориентацию оси вращения в пространстве.

Принцип работы состоит в том, что основным элементом гироскопа является быстро вращающийся ротор с вращающимся валом, закрепленным так, что ось его вращения может поворачиваться. Его три степени свободы (возможные оси вращения) обеспечиваются двумя карданными рамами. Если такое устройство невосприимчиво к внешним возмущениям, то предпочтительная ось вращения ротора будет сохранять постоянную ориентацию в пространстве. Когда действует момент внешней силы, стремящийся повернуть собственную ось вращения, он начинает вращаться вокруг оси, перпендикулярной ей, а не в направлении действия момента. Такое явление называется прецессией (рис. 7.14).



Рис. 7.14. Принцип действия гироскопа

MEMS-гироскоп. Микроэлектромеханический гироскоп – это разновидность вибрационного гироскопа, работающего за счет ускорения Кориолиса. Такие устройства проще/дешевле по сравнению с роторными образцами и сохраняют колебания в одной плоскости при вращении, что обеспечивает почти такую же точность.

Микроэлектромеханические системы объединяют электронные и механические компоненты в очень небольшом пространстве, как правило, с размерами системных элементов в диапазоне от 1 до 100 микрон. В основе MEMS-устройства лежит интегральная схема (ASIC), предназначенная для решения конкретной задачи, и несколько микросенсорных датчиков.

Применение. Гироскопы чаще всего используются как чувствительные элементы в гироскопических приборах и как датчики угловой скорости или угла поворота в устройствах автоматического управления. Например, в гиростабилизаторах гироскопы используются как генераторы момента силы или энергии.

Уже существуют гироскопические системы, обладающие достаточной точностью, чтобы удовлетворить потребности широкого круга пользователей. Интерес к гражданским применениям гироскопических технологий резко возрос, поскольку крупные страны мира урезали суммы, выделяемые военно-промышленному комплексу. Например, сегодня микромеханические гироскопы широко используются в автомобильных и видеокамерных системах стабилизации. Достаточное удешевление производства MEMS-гироскопов привело к тому, что они начинают использоваться в смартфонах и игровых приставках.

Появление гироскопов MEMS в смартфонах Apple iPhone открыло новые возможности для создания 3D-игр и дополненной реальности. Сейчас различные производители смартфонов и игровых консолей планируют использовать в своих продуктах MEMS-гироскопы. Скоро на смартфонах и игровых приставках появятся приложения, превращающие экран вашего компьютера в окно в виртуальный мир.

Использование гироскопа в авиации. Посредством наплемной системы индикации (НСИ) на прозрачный наплемный экран проецируется изображение. НСИ позволяет управлять полетом и прицеливанием, не глядя на индикаторы кабины, что очень важно в боевых условиях и интенсивных фазах полета. Система отслеживает взгляд пилота по положению головы/глаз с помощью как минимум двух ее наплемных гироскопов и непрерывно отправляет информацию о текущем направлении взгляда в систему прицеливания и навигации. Вместе с этим на экране отображается прицел. Пилотам показываются ключевые параметры полета, такие как скорость, высота и угловое положение самолета в пространстве.

Некоторые шлемы VR имеют встроенные устройства (трекеры) для отслеживания вращения головы.

Для отслеживания поворота головы пользователя в 3D-очках и изменения вида экрана монитора используется датчик положения. Если повернуть голову влево, то вместо панели приборов можно увидеть крылья виртуального самолета. Таким образом, происходит полное погружение в виртуальный мир, что делает виртуальность немного более реальной. В наше время датчики с гироскопическими модулями используются чаще всего.

Фактически модуль гироскопа состоит из гироскопа, стрелка которого всегда указывает в одну и ту же позицию, и электронного блока, который вычисляет поворот головы пользователя. Недостатками гиromодулей, как правило, являются их громоздкость и то, что пользователь может опрокинуть гироскоп при резком повороте головы.

First Person View (FPV) – это одно из направлений **авиамоделлизма** с применением радиоуправления. Дословный перевод – вид от первого лица.

Пилот остается на земле и управляет полетом самолета на расстоянии нескольких километров, но практически на 100 % получает эффект своего присутствия на борту. Управление самолетом с использованием только изображений, полученных с камеры летательного аппарата, называется FPV-управлением (рис. 7.15).



Рис. 7.15. Очки виртуальной реальности для FPV-управления

Модель FPV включает нескольких блоков: видеокамера, установленная на модели самолета; передатчик, который отправляет видеопоток с камеры на землю; приемник, принимающий и преобразующий видеосигналы; очки или шлем виртуальной реальности (со встроенным гироскопом), надеваемые на голову пилота (рис. 7.16).



Рис. 7.16. Тренировочные очки для авиамоделизма

Солнцезащитные очки Pivothead. Pivothead представила новое устройство, сочетающее в себе стиль, моду и технологии. Это солнцезащитные очки со встроенной CMOS-камерой Sony, способной снимать видео в формате MPEG-4 H.264 в разрешении Full HD (рис. 7.17).



Рис. 7.17. Солнцезащитные очки Pivothead

Камера оснащена гироскопическим механизмом стабилизации изображения, что очень полезно при съемке в экстремальных ситуациях. Кнопки включения камеры и переключения режимов расположены на левой дужке очков, так что особых проблем у «оператора» не возникнет.

Девайсы Pivothead совместимы с платформами Android, Windows и Mac, а многие параметры камеры можно настроить с помощью специального программного обеспечения для управления очками, которое входит в комплект. Устройство имеет 8 ГБ встроенной памяти и порт USB для копирования отснятого материала на другие устройства. Очки питаются от внутренней батареи емкостью 440 мАч и могут работать в течение одного часа в непрерывном режиме.

Кроме всех технических особенностей, устройство имеет и более простые, но не менее важные функции солнцезащитных очков. Вы легко защитите глаза от инфракрасных и ультрафиолетовых лучей, а сами линзы имеют специальное покрытие, предотвращающее появление царапин и бликов.

Горнолыжные очки Transcend. Первые в мире горнолыжные очки с GPS-навигатором, LCD-дисплеем, датчиками температуры и давления, акселерометром и гироскопом (рис. 7.18).



Рис. 7.18. Пример спортивных очков Transcend

Эти очки позволяют получить все необходимые данные, такие как время спуска и средняя скорость движения. Большая часть данных проецируется на стекло, что не мешает обзору. Визуально цифры находятся в двух метрах от вас.

Дополнительно вся телеметрия записывается в память устройства и доступна для последующего анализа. Все данные могут быть загружены на ваш компьютер через порт USB.

Навигационные очки (AR Walker). Разработанная японскими компаниями Olympus и NTT DoCoMo система дополненной реальности AR Walker поможет вам не заблудиться в каменных джунглях. Решение состоит из двух частей: встроенного в очки проектора, транслирующего изображение на сетчатку глаза пользователя, и программного обеспечения, установленного на смартфоне. Для ориентирования на местности используются акселерометр, гироскоп и модуль GPS-навигации. Конечно, идея интерактивных очков не нова, но AR Walker – одна из немногих систем, доступных «из коробки» (рис. 7.19).



Рис. 7.19. AR Walker

Очки для автомехаников. Специально для сотрудников СТО компания BMW производит очки со встроенным дисплеем, которые дополняют реальное изображение виртуальными объектами. Механику достаточно попеременно переводить взгляд с одной части автомобиля на другую, и система с большой точностью подскажет, какие детали требуют мелкого ремонта или полной замены. Умные очки также помогут вам быстро выбрать лучший инструмент для вашей текущей операции. Кроме визуальной информации предусмотрены и голосовые подсказки (через наушники). Таким образом, благодаря виртуальному помощнику проверки транспортных средств проводятся намного быстрее. При этом не страдает качество обслуживания и экономится время водителя (рис. 7.20).



Рис. 7.20. Очки для автомехаников

7.5. Трекеры как система, следящая за движениями туловища, головы, глаз

Устройство ввода информации в персональных компьютерах, преобразующее движения головы пользователя в координаты называется **системой отслеживания движений головы**.

Потребительские системы используют технологию аналогичную захвату движения. Короткого названия этого устройства на русском языке нет. Игроки обычно называют его «Следопыт».

Трекеры можно использовать в следующих областях:

1. Симуляторы. В симуляторе используется трекер для связывания вращения головы с движением изображения на экране. Это особенно важно в авиасимуляторах, где вражеские самолеты могут быть в любом направлении от вас. Чтобы пользователь не отводил взгляд от экрана, система настроена так, что повороту его камеры на 180° соответствует легкое вращение головы (рис. 7.21).



Рис. 7.21. Симуляторы

2. Замена мыши для людей с ограниченной подвижностью. Некоторые люди полностью или частично теряют подвижность рук из-за болезни. Заболевания двигательных нейронов, травмы спинного мозга, мышечные дистрофии, квадриплегия, синдром запястного канала, травмы, связанные со стрессом, тендинит и другие проблемы с напряжением рук могут помешать вам использовать компьютер с традиционной клавиатурой и мышью.

В таких случаях «головная мышь» является хорошей альтернативой. Это трекер, который позволяет управлять компьютером без помощи рук.

3. Профессиональный трекинг A.R.T. – профессиональная система трекинга, которая применяется в научных исследованиях, системах виртуальной реальности для разработки сложных технических изделий (авиакосмическая и автомобильная промышленность и т. д.), медицине и робототехнике. Система построена на принципах функционирования инфракрасной оптики.

4. Инерциальное отслеживание. В этом случае на голову пользователя крепится блок слежения с гироскопом и акселерометром (как шлем виртуальной реальности). Такие устройства не требуют привязки к фиксированным маркерам.

5. Трехмерное программное обеспечение. Трекеры используются в трехмерном программном обеспечении для имитации трехмерности «закадрового» мира, например, поворотов и наклонов. Изображение на экране настраивается таким образом, что создается впечатление, что пользователь смотрит на свой трехмерный объект через «окно» монитора.

6. HeadJoy. Устройство, разработанное российскими энтузиастами, вероятно, на базе USB-джойстика MJoy с открытым исходным кодом. Имеется активный маркер с четырьмя светодиодами, прикрытыми специальной шторкой. Приемник сравнивает интенсивность каждого источника света и соответственно рассчитывает поворот головы пользователя в трех координатах (рис. 7.22).



Рис. 7.22. HeadJoy

7. RED500. Немецкая компания SensoMotoric Instruments (SMI) запустила новейшую разработку системы слежения за взглядом под названием RED500, которая выпущена компанией как первый в мире высокопроизводительный и высокоскоростной дистанционный айтреккер, RED500 поддерживает бинокулярное отслеживание с частотой 500 Гц и успешно сочетает в себе технологии и портативность.

Отслеживание взгляда – важный исследовательский метод для многих видов научных, маркетинговых и дизайнерских исследований. В частности, устройство SMI можно использовать в неврологии, чтобы понять, как люди об-

рабатывают визуальную информацию. Это помогает своевременно выявить многие нейродегенеративные заболевания глаз, а также может привести к пониманию таких расстройств, как дислексия.

Маркетологи и дизайнеры могут использовать устройство в ходе предварительного тестирования, чтобы узнать, на чем именно сосредотачивается их целевая аудитория. Устройство также используется в спорте и сфере безопасности.

Как известно, человеческий взгляд «состоит» из множества быстрых и почти незаметных движений глаз, называемых саккадами. Саккада измеряется в градусах движения в секунду и может достигать скорости до 1000 градусов в секунду. Частота дискретизации 500 Гц позволяет RED500 регистрировать больше саккад, что позволяет достичь высокого уровня измерения движения глаз.

RED500 можно подключать к компьютерным мониторам, телевизорам и проекторам. В основе данных измерений устройства лежат изменения положения глаз и размера зрачка. При этом цвет глаз, контактные линзы и очки не влияют на измерение. Результаты можно экспортировать в различные форматы, такие как SPSS и Excel.

8. TrackIR. Это первая из систем отслеживания движений головы, вышедших на массовый рынок (рис. 7.23). Это устройство ввода было разработано NaturalPoint и обеспечивает псевдовиртуальную реальность на персональных компьютерах. Он отслеживает движения головы пользователя в координатах x , y , z и использует полученные данные в программе (игре) для преобразования реального поворота головы в виртуальный. Например, в авиасимуляторе игрок может осмотреть кабину. Если пользователь не может нормально видеть экран, чувствительность регулируется для предотвращения такого поворота.

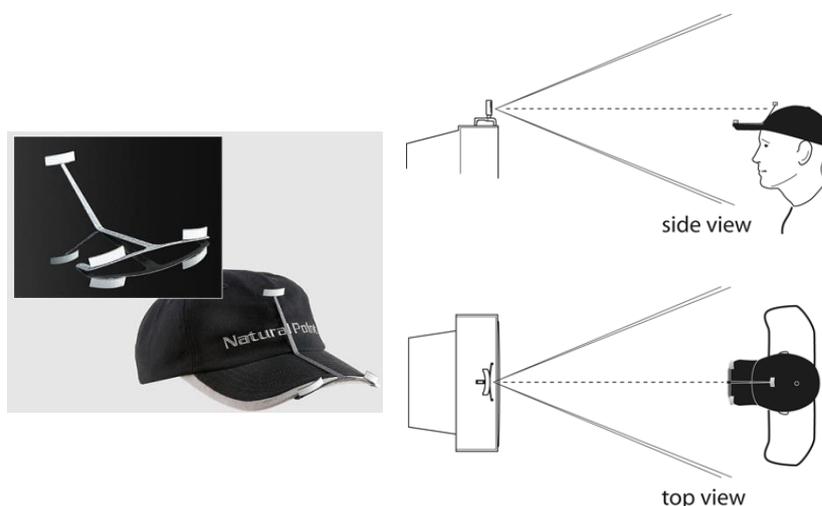


Рис. 7.23. TrackIR

TrackIR использует инфракрасную камеру, освещенную инфракрасными диодами. В качестве маркеров используются специальные светоотражающие наклейки. Также в некоторые комплекты TrackIR входит кепка с пришитыми к ней двумя маркерами. TrackIR отслеживает движение по шести степеням свободы. Это позволяет, например, «наклоняться в сторону». В мире авиасимуляторов он считается высококлассным. Недостатком является высокая цена.

9. Шлемы виртуальной реальности. Датчик положения предназначен для отслеживания поворота головы пользователя в 3D-очках и изменения вида экрана монитора. Если вы повернете голову влево, то вместо панели приборов увидите крылья виртуального самолета. Создается полное погружение в виртуальный мир, что делает виртуальность немного более реальной. На сегодняшний день чаще всего используются следующие принципы работы трекера: использование инфракрасных, магнитных, механических датчиков, датчиков положения и гироскопических модулей (рис. 7.24).



Рис. 7.24. VR-шлем

10. Маркер и датчик. Маркер крепится к голове пользователя. В зависимости от цели применения его можно наносить непосредственно на лоб, прикреплять к наушникам или к головному убору. Неподвижный датчик отслеживает движение маркера. Маркерное отслеживание может быть электромагнитным, лазерным, оптическим или ультразвуковым.

Маркеры могут быть активными или пассивными. Активные маркеры имеют встроенный излучатель (и, следовательно, источник питания, встроенный или подключенный к корпусу). Пассивные маркеры отражают видимый или инфракрасный свет.

Теоретически возможны, но не используются в бытовых устройствах, системы с фиксированными маркерами и приемниками на голове.

11. RUCAP UM-5. Трекер RUCAP UM-5 – беспроводной джойстик, который:

- отвечает за управление обзором в компьютерных играх, наиболее эффективен в авиасимуляторах и автосимуляторах;
- является устройством, заменяющим компьютерную мышь людям с ограниченными возможностями.

Трекер отслеживает абсолютное положение и ориентацию головы относительно монитора в режиме реального времени. В процессе работы антенна RU постоянно отслеживает положение своих излучателей CAP и передает эти данные в свою сервисную программу слежения RUCAP UM-5 для обработки. В окне программы отображается модель головы, которая повторяет все движения реальной. Данные о перемещениях пользователя преобразуются в конкретные команды для той программы или компьютерной игры, в которой в данный момент работает трекер RUCAP UM-5, в соответствии с настройками, указанными в сервисной программе.

Сервисная программа RUCAP UM-5 Tracker позволяет настроить эмуляцию мыши, клавиатуры или джойстика. Используйте эмуляцию, чтобы назначать команды различным движениям вашего трекера для управления компьютером и играми.

7.6. Следящие радиосистемы регистрации местоположения человека

Программно-аппаратный комплекс системы регистрации местоположения человека представляет собой беспроводную систему захвата движения с использованием сенсорных сетей и инерциальных датчиков. Аппаратная часть состоит из носимого измерительного модуля и координатора, подключенного к персональному компьютеру. Устройство собирает данные об ориентации и движении и отправляет их координатору. Он же отправляет полученные данные на компьютер, где они обрабатываются и визуализируются в режиме реального времени или сохраняются для дальнейшего использования (рис. 7.25).



Рис. 7.25. Схема системы регистрации местоположения человека

Координатором является беспроводная платформа сенсорной сети. Для подключения внешних сенсоров платформа имеет все необходимые интерфейсы (I2C, SPI, UART).

Датчик использует инерционный сенсор MEMS. В этот датчик встроены трехосевой акселерометр, гироскоп и магнитометр. Это позволяет использовать шесть степеней свободы при захвате движения. Новые датчики позволяют пользователям перемещаться внутри помещений.

Известная и широко используемая система GPS (Global Positioning Service) поможет проложить маршрут из точки А в точку Б. Новая система гарантирует, что посетители магазинов и торговых центров никогда не заблудятся. Что касается навигации, то система использует очень простые датчики, которые сообщают вам ваше местоположение в любое время.

С момента входа посетителя в помещение после сканирования QR-кода в начале маршрута система начинает работать. Этим действием системе сообщается, откуда пришел посетитель. Кроме того, он имеет встроенный шагомер и компас для оценки скорости и направления движения человека. Вместо того, чтобы полагаться на сигналы спутников GPS, система определяет ваше положение на основе длины вашего шага и направления движения.

Специалисты Московского авиационного института (МАИ) разработали систему отслеживания сотрудников на рабочем месте. Необходимость знать местоположение персонала возникает в первую очередь в организациях, расположенных на больших территориях (рис. 7.26). Это крупные больницы или госпитали, супермаркеты, где руководителю приходится за несколько минут определять местонахождение того или иного сотрудника, и тут же переводить его на другое рабочее место. Такие разработки представляют интерес для компаний с возрастающими рисками, таких как нефтяные терминалы, атомные электростанции и даже подводные лодки.



Рис. 7.26. Системы телеметрии

Когда человек приходит на работу, ему выдается личная электронная бирка, которую он должен носить с собой до конца рабочего дня. Каждая этикетка или чип – называйте как хотите – пронумерованы. То есть для своего начальника вы объект с определенным номером, который движется в виде точки на мониторе компьютера. Такого эффекта специалисты МАИ достигли за счет специальной радиолокационной системы. Приемные устройства устанавливаются в каждом офисе и подключаются проводными или беспроводными линиями к единому центру обработки информации – кабинету начальника. Радиомаяк-метки посылают этим устройствам сигналы о своем местонахождении.

Точность при определении координат объектов может составлять от 5 до 50 см в зависимости от размера и конфигурации помещения. Задержка движе-

ния точки на экране не более пяти секунд. Система может предоставлять информацию в виде маршрутов передвижения сотрудников по разным частям компании. В настоящее время системы с четырьмя приемниками могут работать в помещениях площадью до 200–300 кв. м. Для бóльших размеров просто добавьте в систему дополнительное приемное устройство.

С помощью разработанного сверхчувствительного радара эмоциональное состояние сотрудников также можно определять на расстоянии.

Устройство улавливает невидимые вибрации грудной клетки при дыхании и сердцебиении, частоту моргания ресницами. Весь спектр признаков человеческих чувств – от легкого волнения до сильного стресса. Иногда начальство заинтересовано знать наше самочувствие, например, в тех случаях, когда от нашего состояния зависит качество работы. Когда диспетчер работает у пульта атомной электростанции, его руководителю не лишне знать, насколько тот уравновешен при принятии тех или иных ответственных решений.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Дайте определение понятия «трекер» как технологии виртуальной реальности.
2. Какие виды системы трекинга вы знаете?
3. Охарактеризуйте известные методы айтрекинга.
4. Расскажите об особенностях технологии телеприсутствия.
5. Что такое «гироскоп» и в каких когнитивных технологиях он применяется?
6. Перечислите области применения трекеров, как систем, следящих за движениями человека.

8. Технологии получения стереоскопической информации

Темы:

1. Сканирование метрических данных материальных объектов и их цвета.
2. Классификация и технологии 3D-сканеров лазерного принципа.
3. Методы и технологии сканирования трехмерных биологических объектов.
4. Классификация и технологии 3D-принтеров.

8.1. Сканирование метрических данных материальных объектов и их цвета

3D-сканирование – цифровое преобразование физической формы реального объекта, т. е. создание трехмерной компьютерной модели этого объекта.

Для того чтобы сканер «зафиксировался» на сканируемом объекте, перед сканированием на объект наносятся специальные индексные метки. Комбинация этих меток формирует уникальную систему координат, связанную с объектом, в рамках которой строится поверхность. Эта система координат может быть использована для восстановления фактических размеров сканируемого объекта (рис. 8.1).



Рис. 8.1. Структурные компоненты технологии объемного когнитивного программирования трудных пространственных конфигураций

Фактор доступности сканируемого объекта. Объекты могут быть в разной степени удалены от входных датчиков и сенсорных рецепторов системы, сканирующей их геометрию. В результате точность и алгоритмы сканирования данных объекта могут отличаться.

Можно выделить два уровня доступности объекта. Первый уровень, когда объект находится далеко от сканирующей системы. Система может видеть и слышать его, но не может прикасаться к нему или применять к нему обучающие эффекты. Обратите внимание, что для первого уровня доступности сканер определяет только форму и цвет, т. е. внешний вид объекта.

Второй уровень доступности объектов для сканеров – случай, когда технические устройства могут касаться объектов с помощью датчиков и механических щупов, чтобы осмотреть объект. Прикосновение может быть преобразовано в мощное воздействие на объект и его кинематические части.

Этапы 3D-моделирования:

1. Установка аппаратуры на объекте или рядом с ним.
2. Сканирование объекта.
3. Обработка информации по снятым результатам сканирования. Файлы с данными обрабатываются специальным программным обеспечением.
4. Объединение полученных данных (облако точек, состоящее из 10^9 точек в зависимости от проекта) в наиболее подходящую для проектирования программу или программное средство, используя интерфейс, специально созданный для конкретного сканера, для создания вида в плане или 3D-модели объекта (рис. 8.2).



Рис. 8.2. Этапы 3D-моделирования

Три метода сканирования 3D-сцен:

1. Лазерное 3D-сканирование выполняется путем проецирования луча лазера на объект 3D-сканирования. Все искривления фиксируются измерительной камерой, отслеживающей положение лазера в пространстве. Данные отправляются на компьютер, где они «отображаются» лазером.

Преимущества: 3D-сканирование можно проводить на открытом воздухе и при слабом освещении, технология является бесконтактной.

2. 3D-сканирование с фотограмметрическим объемным сканированием предполагает фотографирование сканируемого объекта с разных точек. После получения изображения на его основе создается 3D-модель.

Преимущества: бесконтактная технология, низкая стоимость оборудования.

3. 3D-сканирование проецирует рисунок линий на объект **с помощью структурированного белого света**. Все изменения фиксируются принимающей камерой.

Преимущества: более быстрое 3D-сканирование, высокая точность и отличная детализация, сканирование за один проход.

8.2. Классификация и технологии 3D-сканеров лазерного принципа

В течение минувших пятидесяти лет прослеживается научно-техническое переоборудование. С развитием цифровых технологий появилась возможность сканировать трехмерные объекты с целью дальнейшего компьютерного 3D-моделирования.

Скульптуры, конструкторские элементы, предметы растут, собираются в общее целое, в отличие от классического технологического процесса «отсечения лишнего».

Когнитивное кодирование основано на развитом интерфейсе цифровых технологических процессов, вынося творческий процесс в числовую конфигурацию форматов и протоколов.

Сканеры лазерного принципа. Лазерный 3D-сканер – изобретение, с помощью которого можно получить 3D-модель различных предметов на основе информации, полученной в ходе рассмотрения этого объекта.

Алгоритмом работы 3D-сканеров является способ зрительной триангуляции. Радиоизлучение полупроводникового лазера, которое формируется трубчатой линзой в виде линии, проецируется на предмет. Рассеянное объектом радиоизлучение собирается объективом.

Компонент системы «лазерный дальномер» проецирует лазерный поток на сканируемый предмет. Одновременно особая оптическая камера отслеживает состояние лазерного потока и отражает совершенно все искажения формы предмета.

По завершении процесса 3D-сканирования нужные сведения о форме и строении исследуемого предмета поступают в ПК, там совершается анализ приобретенной информации и создание четкой компьютерной модели предмета (рис. 8.3).



Рис. 8.3. Динамика получения 3D-модели объекта

Существует два типа 3D-сканеров: контактные и бесконтактные. При контактном сканировании 3D-сканер вступает в непосредственный контакт с объектом, который отслеживается специальным высокочувствительным щупом, и 3D-координаты передаются на компьютер (рис. 8.4).



Рис. 8.4. Примеры контактного сканирования

3D-сканеры, использующие бесконтактное сканирование, можно разделить на пассивный и активный типы.

Активные 3D-сканеры излучают направленные на объект волны (часто световые или лазерные лучи), а отражения обнаруживаются и анализируются. В качестве излучения могут использоваться лучи рентгена, ультразвук, свет и др.

Пассивные обнаруживают свет, отраженный от окружающей среды, и не облучают объект. Этот тип 3D-сканирования находит видимый свет, который нам хорошо знаком.

Сформированная 3D-модель обрабатывается с помощью средств CAD и используется для разработки технологии процесса (CAM) и инженерных расчетов (CAE) (рис. 8.5).



Рис. 8.5. Примеры бесконтактного сканирования

Технология белого структурированного света. Сканирование структурированным белым светом проецирует линии, образующие уникальный рисунок на объекте, который считывается принимающей камерой при каждом изменении (рис. 8.6).

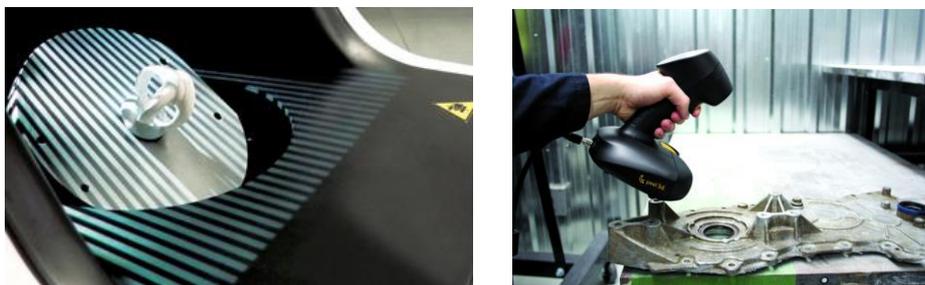


Рис. 8.6. Технология сканирования белым структурированным светом

Сканирование на основе структурированного белого света. Принцип работы лазерных 3D-сканеров базируется на идентификации необходимого количества точек (трехмерных координат по осям x , y и z). Дальномер измеряет размер и геометрические характеристики объекта.

В секунду может проводиться до нескольких сотен измерений, при этом данные сохраняются и передаются каждый раз. Лазерный луч отклоняется по вертикали зеркальным шаговым двигателем, а по горизонтали – самим сканером. Таким образом можно получить трехмерные координаты каждой точки.

Координаты точек, полученные в процессе сканирования, образуют так называемые «облака» точек (их еще называют «кластеры точек»). Некоторые лазерные 3D-сканеры имеют встроенную цифровую камеру, которая может делать панорамные фотографии окружающего объекта. Во время сканирования можно отобразить только соответствующие фрагменты или детали.

Технология лазерного сканирования. Сканер измеряет расстояние до объекта и меры двух углов, на основании которых рассчитываются координаты. Лазерный луч испускается излучателем в измерительной головке сканера, отражается от поверхности объекта и возвращается в приемник (также в измерительной головке). Поворотная призма распределяет лазерный луч по вертикали, а сервопривод вращает узел головки для распределения луча по горизонтали с таким шагом. Данные измерений автоматически записываются во внешнюю или внутреннюю память.

После завершения измерения начинается обработка. Первоначально необработанные измерения представляют собой облако точек для представления в виде чертежа САД или принципиальной схемы. Весь процесс состоит из нескольких основных этапов:

1. «Сшивка» сканов. Наиболее распространенным методом «сшивки» является выравнивание сканов с помощью опорных точек, которые появляются на соседних сканах.

2. Преобразование координат. Чтобы связать координаты объектов, полученные при различных сканированиях, нужно выбрать единую систему координат, определить центр сканирования для каждого случая в этой системе координат и преобразовать все полученные координаты в единую систему координат.

3. Моделирование поверхностей. На этом этапе «облако» точек должно быть представлено математическим описанием поверхности.

Лазерные сканеры используются для измерения расстояния до твердой поверхности объекта. Когда лазерный источник направляет свой луч на точку на поверхности, тот отражается, изменяет физические параметры и возвращается в приемник. Таким образом отраженный лазерный луч искажает физические параметры объекта и кодирует расстояние до него (рис. 8.7–8.9).

Преимуществом является точность: луч может быть направлен.

Недостатком является то, что луч не отражается от вязких поверхностей и от воды.



Рис. 8.7. Сканеры лазерные



Рис. 8.8. Сканеры на базе двух цифровых камер и проецирующего устройства МРТ

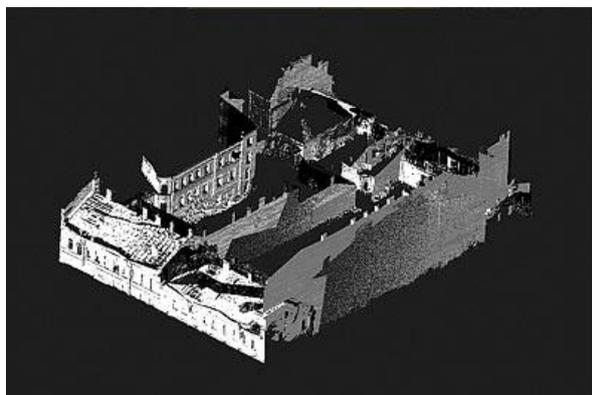


Рис. 8.9. 3D-модель, созданная по итогам процесса лазерного сканирования

8.3. Методы и технологии сканирования трехмерных биологических объектов

Сканирование наружной поверхности тела человека. Медики традиционно измеряли форму и размеры тела пациента непосредственно вручную, чтобы оценить состояние здоровья и назначить лечение. Позже появились компьютерные томографы, позволяющие получать трехмерное изображение внутренних органов пациента. 3D-сканеры подходят для различных клинических применений благодаря своей бесконтактности и простоте использования.

Ультразвуковое сканирование внутренних органов человека а также трехмерных биологических объектов.

УЗИ – ультразвуковое исследование – это неинвазивное исследование тела живых существ с помощью ультразвука (рис. 8.10).



Рис. 8.10. Ультразвуковое исследование

Органы и ткани различаются по степени своей проницаемости: одни отражают ультразвук, другие поглощают его, а третьи практически не пропускают. Принцип эхолокации лег в основу ультразвуковой системы. Ультразвуковые волны, отраженные от неоднородных пропускающих структур, улавливаются сенсорным устройством и после компьютерной обработки преобразуются на экране монитора в точки, из которых складывается изображение в форме среза ткани (рис. 8.11).



Рис. 8.11. Toshiba SSA-270A – установка медицинской эхографии

Отраженные сигналы попадают в усилитель, а также в особые системы реконструкции. После чего появляются на экране ТВ-монитора, представленные в виде черно-белых изображений срезов ткани. Достаточным считается

присутствие более шестидесяти четырех градиентов расцветки черно-белой шкалы. В случае положительной регистрации, наибольшая насыщенность эхосигналов отражается на ТВ-мониторе белым цветом (эхопозитивные зоны), а наименьшая – черным (эхонегативные зоны). При негативной регистрации прослеживается противоположное состояние. Выбор положительной или же негативной регистрации ни на что не влияет. Изображение, полученное во время исследований, может быть разным в зависимости от режима, в котором работал сканер.

Побочные эффекты. Существуют исследования, обнаружившие, что на клеточном уровне происходят различные микроскопические трансформации. Опыты, проведенные на животных, доказывают, что облучение ультразвуком (УЗ) приводит к замедленному развитию зародыша, а также к уменьшению способности деторождения. Исследования, проведенные П. П. Гаряевым в специальной лаборатории волновой генетики, показали, что УЗ определенным образом воздействует на геном, что может привести к мутациям. П. П. Гаряев доказал, что молекулы ДНК (а также иные белковые молекулы) излучают волны. Если представить эти волны в звуковом виде, получается гармоничный аккорд. Но после облучения УЗ, излучение ДНК искажается и гармонию сменяет дисгармония. Помимо исследований, которые показывают небезопасность УЗИ, существуют также и опыты, не доказывающие это.

УЗ дает следующие эффекты: усиление проницаемости кожи, противовоспалительное, спазмолитическое, рассасывающее, анальгезирующее действия.

Ядерно-магнитное томографическое сканирование биологических 3D-объектов. Термин «ЯМР-томография» аналогичен термину «магнитно-резонансная томография» (МРТ). Аналогия появилась для того, чтобы не напоминать людям о трагедии Чернобыльской аварии (рис. 8.12).



Рис. 8.12. Процедура магнитно-резонансного исследования

В обновленной версии названия пропало упоминание «ядерности» происхождения метода, что и позволило ему стать частью медицинской терминологии. Но иногда применяется и первое название метода.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) – томографический метод, использующий ядерный магнитный резонанс для исследования органов и тканей человека в полостях тела. Метод возбуждает ядра водорода специальной комбинацией электромагнитных волн в постоянном магнитном поле высокой интенсивности и измеряет их электромагнитный отклик (рис. 8.13).

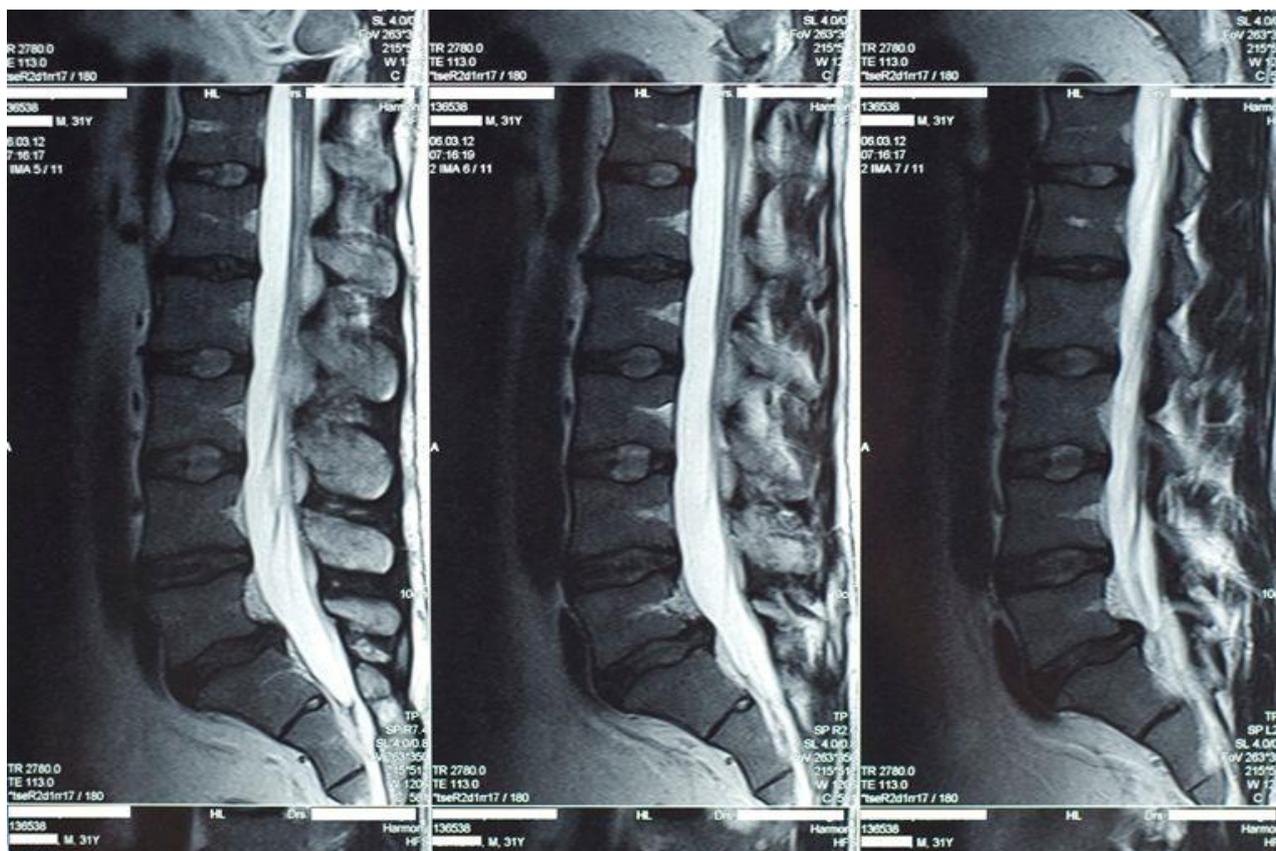


Рис. 8.13. МРТ-изображения

Когда протон помещается во внешнее магнитное поле, его магнитный момент может быть в том же или противоположном направлении по отношению к магнитному моменту магнитного поля, в обоих случаях энергия увеличивается.

Если электромагнитные волны определенной частоты облучают исследуемую область, некоторые из протонов меняют свой магнитный момент и возвращаются в исходное состояние.

В этом случае система сбора данных томографической системы регистрирует появление энергии, когда первоначально возбужденные протоны «расслабляются» или «релаксируют».

Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) – метод изучения человеческого организма, основанный на насыщении тканей организма водородом и их магнитных характеристиках, а также на наличии различных атомов и молекул в окружающей среде (рис. 8.14).

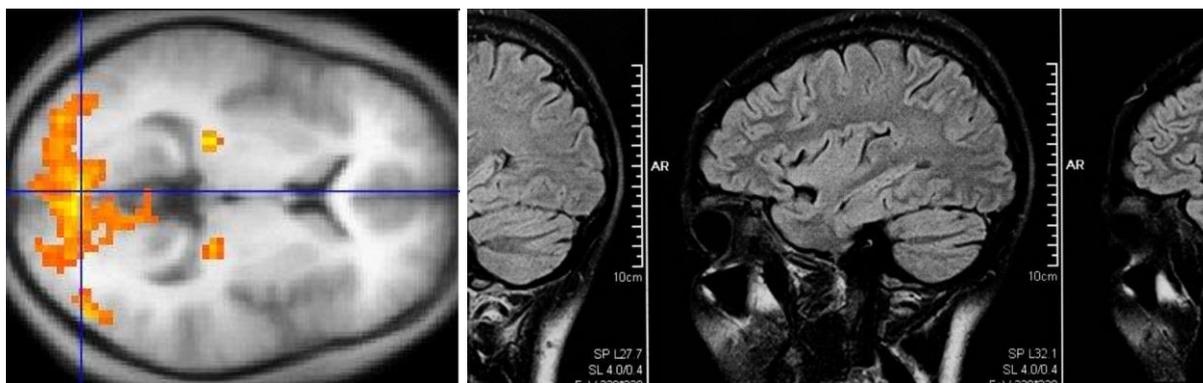


Рис. 8.14. Метод ядро магнитного резонанса (ЯМР)

Для локализации сигнала в пространстве в системах МРТ используются непрерывные магниты и электромагниты, а также градиентные катушки, которые добавляют турбулентность градиентного поля к общему равномерному магнитному полю. Это локализует сигнал ЯМР и обеспечивает четкое соответствие между анализируемыми данными и интересующей областью.

Градиентный эффект отбора срезов обеспечивает селективное и точное возбуждение протонов. Мощность и скорость градиентного усилителя являются одними из самых важных характеристик МРТ-сканера. Важны скорость, разрешение и соотношение сигнал/шум.

Достоинство ядерно-магнитной томографии заключается в том, что МРТ позволяет лучше визуализировать конкретные структуры в головном и спинном мозге, а также другие нейронные структуры.

Можно диагностировать и изучать такие проблемы, как:

- рост опухоли;
- повреждения;
- онкология;
- болезни нервной системы;
- воспалительные процессы;
- метастазы в лимфатических узлах.

Виртуальная эндоскопия. Данный метод дает возможность проводить трехмерное моделирование структур, визуализируемых с помощью МРТ. Этот метод полезен в случаях, когда эндоскопия невозможна, например, при тяжелых поражениях дыхательной, сердечно-сосудистой или кровеносной систем (рис. 8.15).

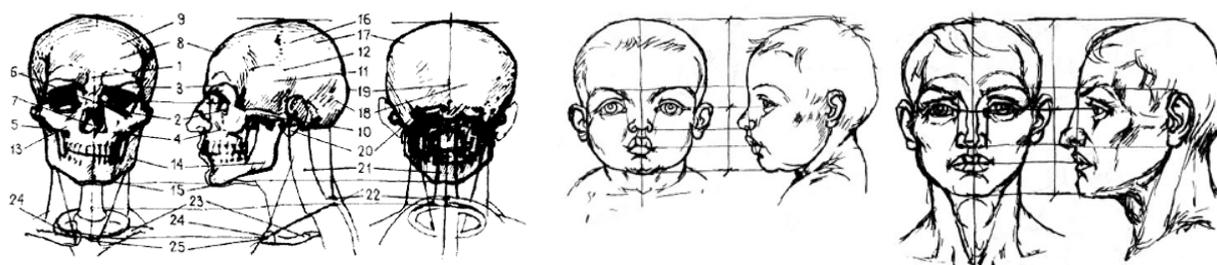


Рис. 8.15. Виды сечений головы человека

В медицинской практике оптические зонды используются для сканирования внутренней среды организма (кишечника, желудка, артерий, вен). Волоконно-оптические сканирующие устройства – оптические когерентные томографы – используются для поверхностной диагностики полостей и внутренних органов человека, а также для технической диагностики труднодоступных полостей (рис. 8.16).

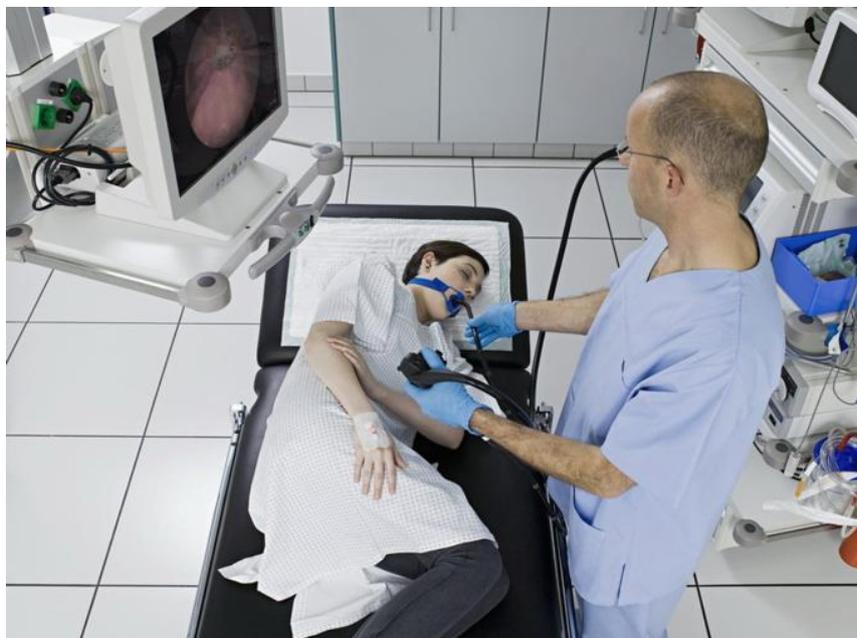


Рис. 8.16. Применение оптического зонда

Структура оптического зонда. Зонд состоит из плотного пучка, нескольких оптических волокон равного диаметра (осветительные волокна вокруг одного считывающего), помещенные в трубку. Диаметр волокон может быть 200, 400 или 600 мкм (рис. 8.17).



Рис. 8.17. Примеры оптических зондов

Оптические зонды применяются для исследования таких параметров, как:

- коэффициент пропускания среды после зеркального или диффузного отражения от поверхности;
- оптическая плотность;
- обратное рассеяние и флуоресценция в растворах и порошках;
- флуоресценция твердых поверхностей.

8.4. Классификация и технологии 3D-принтеров

3D-печать может осуществляться различными методами и с применением разнообразных материалов, но в основе всех методов лежит принцип создания (выращивания) твердого объекта слой за слоем (рис. 8.18).

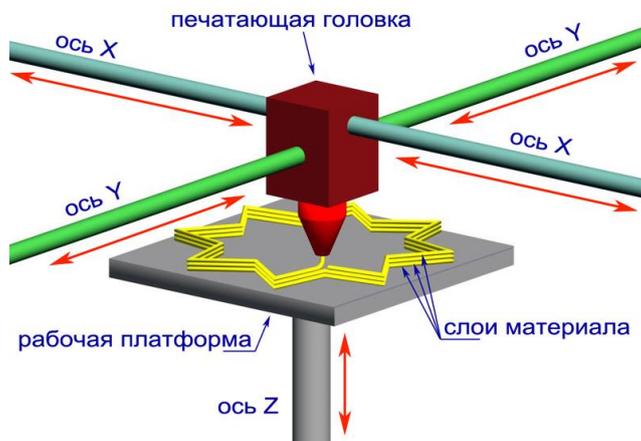


Рис. 8.18. Принцип работы лазерного 3D-принтера

Используются две принципиально разные технологии: лазерная и струйная.

Лазерная печать. Первая технология – лазерная, к которой также относится стереолитография. Принцип стереолитографии основан на использовании фотополимеров в водном состоянии. Ультрафиолетовый лазер постепенно облучает пиксель за пикселем на жидкий фотополимер, или ультрафиолетовая лампа облучает фотомаску, меняя ее на новый слой. При этом он затвердевает и превращается в пластик с достаточной прочностью (рис. 8.19, 8.20).



Рис. 8.19. Лазерные 3D-принтеры



Рис. 8.20. Струйные 3D-принтеры

1. Лазерная печать – это метод, при котором жидкий фотополимер постепенно освещается пиксель за пикселем УФ-лазером, или же освещается УФ-лампой через фотомаску для изменения его новыми слоями. В результате застывает пластик, обладающий достаточной прочностью.

2. Лазерное спекание – метод, при котором порошки легких сплавов упрочняются лазером слой за слоем для формирования внешней формы будущего компонента. Затем излишки порошка вытираются для завершения процесса.

3. Ламинирование – деталь создается путем склеивания нескольких слоев ламината вместе и использования лазера для вырезания контура поперечного сечения детали в каждом слое.

Струйная печать.

1. Застывание материала при охлаждении – нагретые капли термопласта выдавливаются выталкивающей головкой на охлажденную подложку. Капли быстро застывают и прилипают друг к другу, образуя слой будущих объектов.

2. Полимеризация фотополимерного пластика под воздействием ультрафиолетовой лампы аналогична методу, описанному выше, но ламинат отверждается под воздействием ультрафиолетового света.

3. Спекание или склеивание порошкообразного материала – аналогично лазерному спеканию, только порошки склеиваются клеем, подаваемым специальной струйной головкой. В этом процессе можно использовать различные цветные связующие для воспроизведения цветового тона компонента.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. В чем заключаются особенности 3D-сканирования и 3D-моделирования материальных объектов?
2. Перечислите технологии 3D-сканеров лазерного принципа.
3. Какие виды трехмерного сканирования не приемлемы для получения 3D-компьютерной модели человека?
4. Как называется метод, основанный на измерении электромагнитного отклика ядер атомов водорода на возбуждение их определенной комбинацией электромагнитных волн в постоянном магнитном поле высокой напряженности?
5. Назовите технологии 3D-принтеров.

9. Технологии представления стереоскопической информации

Темы:

1. Устройство и принцип действия стереочков и стереоэкранов.
2. Методы оценки способности восприятия стереоскопической информации.
3. Устройство и принцип действия стереонаушников.
4. Устройство и принцип действия шлема VR.
5. Технологии захвата и синтеза движений и мимики.
6. Системы с тактильной обратной связью.
7. Тактильный брайлевский дисплей для слепых.

9.1. Устройство и принцип действия стереочков и стереоэкранов

Главной особенностью всех передовых 3D-стереотехнологий считается разъединение картинок по отдельности для левого и правого глаза. В быту человек видит каждым глазом немного разное изображение, которое отличается на маленький угол зрения. В соответствии с этим, получаем две отличающиеся иллюстрации, которые мозг соединяет в одну объемную стереоскопическую картинку. Таким образом, *именно мозг создает 3D-стереоизображение*.

Когда человек смотрит телевизор, то каждому его глазу представляется одно и то же изображение и не появляется объемного стереоэффекта. Решить этот вопрос помог принцип **стереоскопии**, который заключается в том, что при демонстрации каждому глазу специально подготовленной отдельной картинке человек начинает воспринимать объемное трехмерное стереоизображение.

Анаглиф-очки. У таких очков вместо линз вмонтированы светофильтры. При помощи фильтрации происходит разделение картинки на цвета. Например, в изображении (для красно-сине-зеленого анаглифа), в RGB цветовой схеме, в синем и зеленом канале помещается лишь правый ракурс изображения, а в красном канале – только левый. В очках размещаются светофильтры этих же цветов, в правом сине-зеленый, в левом красный, каждый глаз воспринимает свое изображение (свой ракурс) (рис. 9.1).



Рис. 9.1. Анаглиф-очки

Плюсы:

- не нуждается в дополнительных средствах воспроизведения: необходимы всего лишь анаглиф-очки;
- неплохо интерпретируется нервной системой;
- дешевизна, простота.

Минусы:

- быстрое переутомление глаз;
- пропускание светофильтрами не своей картинке (двоение);
- при сжатии любым видеокодеком, добавляются двоящиеся контуры, больше всего их в красном ракурсе (в два раза больше, чем в сине-зеленом);
- плохая цветопередача;
- период привыкания составляет примерно полминуты, после долгого использования на такой же интервал времени нарушается цветовосприятие.

Стереочки. Данные очки позволяют просматривать стереоскопические 3D-фильмы. 3D-очки реализуют функцию трансляции для каждого глаза специально сформированного отдельного изображения, благодаря этому изображения выглядят визуально объемными и выходящими за пределы экрана. Каждый глаз по отдельности видит двумерную картинку. При этом, т. к. в очках имеется две линзы, и они находятся на дистанции 65 мм друг от друга, мы наблюдаем изображение того же самого предмета с двух точек обзора. Для обрабатывания данных в мозг подаются две плоские совмещенные картинки. В итоге создается 3D-изображение видимой зоны пространства (рис. 9.2).



Рис. 9.2. Одно из первых стереоизображений

Стереочки с многополосными фильтрами. В этих очках линзы пропускают только узкие линии синего, красного и зеленого цветов, за счет этого обеспечивается стереоэффект. Данные очки сами по себе дорогие, но оборудование для них относительно дешевое. Очки используются в 3D-кино формата Dolby 3D. Их главное достоинство перед пассивными поляризационными очками – для просмотра достаточно простого экрана.

Поляризованные стереочки. Эти очки немного дороже анаглифных, а также они требуют высокоточного спецоборудования. Для того, чтобы не было деполяризации света, киноэкран обязан быть алюминированным. Но, кроме высокой стоимости и уменьшения яркости, эти очки не имеют выраженных недостатков. Как правило, используются в стереокинотеатрах (рис. 9.3).



Рис. 9.3. Поляризованные стереочки

Затворные стереочки. На экран поочередно транслируется изображение то для правого глаза, то для левого. В соответствии с этим, очки открывают видимость то правому глазу, то левому. Используются в 3D-кино формата XpanD (рис. 9.4).



Рис. 9.4. Затворные стереочки

Также могут применяться в видеоиграх, т. к. используют обычный ЭЛТ-дисплей (но с более производительной видеокартой – нагрузка на нее увеличивается в два раза). Частота обновления у многих ЖК-экранов не превосходит 30–75 Гц (предполагается не частота развертки, а время изменения ЖК-цепочек). Примером данной технологии является nVIDIA с 3D-Vision. Для применения 3D-Vision необходим плазменный ЖК или OLED-экран с частотой развертки выше 100 Гц, видеокарта от nVIDIA с 3D-Vision и особые очки. Серийное изготовление 3D-телевизоров Samsung началось в России. Человек надевает ЖК-очки, которые с частотой 60 Гц по очереди затемняют левый и правый глаз зрителя, но при этом сам телевизор показывает 120 кадров в секунду.

Затворные ЖК-очки. Разделение изображения осуществляется с помощью маленьких ЖК-панелей – заслонок в очках: закрываются поочередно, синхронно со сменой кадров на экране (рис. 9.5).



Рис. 9.5. Затворные ЖК-очки

Минусы:

- необходима особая регулировка оборудования, стереоплееры, для видеоигр – стереодрайверы;
- при небольшой частоте вертикальной развертки (ниже 100 Гц) мелькание на каждый глаз составляет половину частоты развертки (40–50 Гц) – устают глаза;
- используются только с DLP-сочетаемыми проекторами и с ЭЛТ-экранами.

Плюсы:

- может быть многоцветное отображение с малым двоением, которое зависит от качества очков;
- чем больше отклик жидкокристаллической матрицы и ее значение контрастности, тем меньше пропускание побочных ракурсов и выше яркость;
- дорогостоящие очки передают качественное отображение без двоения;
- двоение не возникает при наклоне головы, в отличие от поляризационных методов;
- не требуется спецоборудования вроде металлизированного экрана или нескольких проекторов.

Как правило, применяются в аттракционах виртуальной реальности и в кинотеатрах. Также часто используются игроками в видеоиграх.

Звуковые очки. Профессор Амеди из Еврейского университета изобрел метод возвращения зрения слепым людям с помощью органов слуха (рис. 9.6).



Рис. 9.6. Звуковые очки

Принцип работы. Очки позволяют пользователю различать объекты возле себя с помощью звуковых сигналов различной длины, частоты и громкости. До этого придется изучить особый язык символов системы аудиокодировки.

Наблюдать объекты в данных очках возможно лишь услышав их. Таким образом все, что оказывается в объективе, встроенном в очки камеры, преобразовывается в набор звуковых сигналов. Длина, высота, размеры – у каждого из объектных параметров есть собственная длина, частота и громкость.

На данный момент есть большое количество проектов виртуальной реальности: Semaredia, ARTag, Layar, Arget и др. Корпорация Google разрабатывает полноценные серийные очки виртуальной реальности, которые в ближайшем будущем будут доступны почти каждому.

Проекционный растровый экран необходим для использования в безочковых системах стереоскопического кино, в том числе интегрального стереокино. Также используется экран с радиальным линзовым растром. В нем растровые элементы размещены в виде выходящих из одной точки линий. Когда на данный экран два кинопроектора транслируют две картинки стереопары, то на отража-

ющей стороне экрана за каждой линзой растра формируется две узкие линии – одна от «правой» картинки, другая от «левой». А в кинозале создаются «области избирательного видения», на которых отображаются либо только «правые» линии, либо «левые». Пользователь, у которого два глаза попали в различные области, видит объемное отображение (рис. 9.7).



Рис. 9.7. Стереозкраны

9.2. Методы оценки способности восприятия стереоскопической информации

Тест на наличие стереозрения (бинокулярного зрения) называется «**Медицинский тест на выявление объемного зрения**» (рис. 9.8).

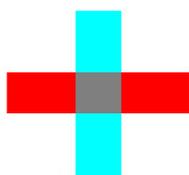


Рис. 9.8. Медицинский тест на выявление объемного зрения

Данный «крест» – это классический метод выявления бинокулярного зрения в офтальмологии (присутствие стерео или объемного зрения). Воспользуйтесь красно-голубыми анаглифическими очками. Прикройте левый глаз, пристально взгляните на изображение в течение 5 секунд, потом прикройте правый глаз и на протяжении 5 секунд смотрите на изображение, потом взгляните на изображение двумя глазами. В случае, когда двумя глазами вы наблюдаете мигающий темный крест – это означает, что у вас все хорошо и у вас есть стереозрение. Когда вы наблюдаете лишь вертикальный или горизонтальный прямоугольник – тогда, у вас есть сложности со стереозрением и у вас нет возможности наблюдать стереоизображение. В таком случае вы сможете узнать, какой у вас ведущий глаз. Это тот, которым вы смогли увидеть темный прямоугольник.

Методика оценки стереоэффекта, создаваемого анаглиф-очками и стереодисплеями. Верное расположение фильтров в очках: правый глаз – голубой фильтр, левый глаз – красный. Воспользуйтесь анаглифическими очками. Прикройте правый глаз и взгляните сквозь красный цветофильтр на пробное изображение левым глазом (рис. 9.9).

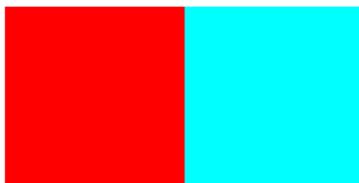


Рис. 9.9. Тестовая картинка

В случае, когда красный цветофильтр очков сходится с цветами вашего экрана, на месте голубого квадрата вы должны наблюдать черный (либо темно-синий) квадрат, а на месте красного – белый. Если красный фильтр не совпадает, то квадраты станут разноцветными (голубой квадрат может оказаться в диапазоне от темно-синего до темно-голубого или ярко-фиолетового, а красный – от оранжевого до желтого).

Теперь прикройте левый глаз и взгляните на пробное изображение сквозь голубой цветофильтр. Вы должны наблюдать белый квадрат на месте голубого, а черный (либо темно-красный, темно-бордовый) на месте красного, при условии, что цвета фильтра сходятся с цветами экрана. В случае несовпадения цветов, голубой квадрат останется голубым, но может появиться оттенок, а красный квадрат займет место в диапазоне от красного до фиолетового цвета.

9.3. Устройство и принцип действия стереонаушников

Когда мы используем наушники, то каждое наше ухо воспринимает звуки, исходящие только от излучателя и предусмотренные только для этого уха, что формирует другое звучание и повышает утомляемость. Долгое эксплуатирование наушников на большой громкости может привести к потере слуха (рис. 9.10).

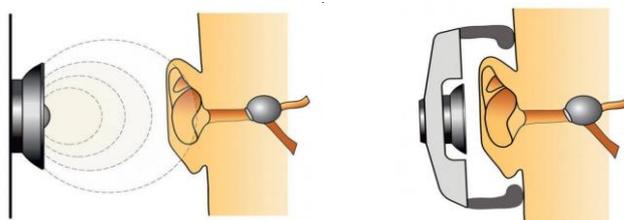


Рис. 9.10. Влияние на ухо

При использовании наушников человек может пропустить важный звуковой сигнал, например, при передвижении по проезжей части как в качестве водителей, так и в качестве пешеходов, что может привести к ДТП. По этой причине в большинстве стран ввели запрет на пользование наушниками водителями авто.

Анализ свойства звучания головных телефонов не очень очевидная проблема, потому что, воссоздавая звуки, они задают нам немного необычную звуковую среду, для которой уши человека не предусмотрены природой.

Благодаря взаимодействию звуковой волны с нашими плечами, ушными раковинами и головой, у нас возникает чувство трехмерности акустического окружения. С учетом ориентации распределения, звук разнообразно взаимодействует с ними, в следствие чего меняет свои частотные, амплитудные и фазовые параметры. В зависимости от оценки этих перемен мозг вычисляет расположение звукового источника.

Когда человек слушает музыку при помощи наушников, то почти все его врожденные устройства по обнаружению звука вокруг него оказываются неиспользуемыми. Так как наушники надеваются на ушные раковины, то ни туловище, ни голова человека не воздействуют на параметры слышимого звука. Накладные наушники тесно прилегают к ушной раковине и прижимают ее к голове. Все это необычно для внешнего уха, поэтому оно не способно обнаружить положение звукового источника.

В свою очередь наушники-вкладыши функционируют прямо в слуховом пути и непростой вид ушной раковины в целом не принимает участие в создании звукового образа. Многие стереозаписи имеют параметры, приемлемые для прослушивания с помощью акустических систем, а не с использованием наушников, которые имеют разные параметр звуковоспроизведения в отличие от простых колонок. Все это означает, что звуковое поле, транслируемое головными телефонами, находится в глубине головы человека, а не образуется на месте перед ним. Данный момент – главная проблема прослушивания с помощью наушников. Решить ее легкими способами невозможно. Хорошим вариантом будет воспроизведение бинауральных записей, формируемых с использованием микрофонов, размещенных в глуби слуховых путей головы манекена. Данные записи хорошо подходят для прослушивания при помощи головных телефонов, но эти записи редко встречаются. Другой вариант основывается на использовании разных способов процессорного анализа и акустических симуляторов (рис. 9.11).



Рис. 9.11. Акустический симулятор

9.4. Устройство и принцип действия шлема VR

Шлем VR – это прибор, который способствует погружению в мир виртуальной реальности, а также формирует акустическое, зрительное чувства и чувство присутствия в заданном управляющим компьютером месте. Данное устройство надевается на голову человека и имеет видеоскрин, а также стерео- или квадрофоническую акустическую систему (рис. 9.12).



Рис. 9.12. Шлемы виртуальной реальности

Данный шлем находится на голове человека в виде обычных очков, и способен создавать стереоэффект. В итоге получается мобильный монитор, который воспроизводит для обоих глаз разные изображения. Стереoeffект внутри шлема создается благодаря горизонтальному смещению кадров.

«Потайная кухня» (Kitchen Hideaway) – шлем, который способен транслировать мысленные команды приготовить какое-нибудь блюдо роботам-поварам или в автоматической бытовой технике как дома, так и на некой коммунальной кухне или в заведении общепита – в данном случае еду приготовят и привезут по указанному адресу. Также на экране есть возможность следить за всем этапом приготовления пищи и вносить поправки (рис. 9.13).



Рис. 9.13. Шлем Kitchen Hideaway

На данный момент есть много разных шлемов виртуальной реальности (рис. 9.14).



Рис. 9.14. Различные шлемы виртуальной реальности

Шлем формирует объемную картинку благодаря передаче двух различных изображений каждому глазу по отдельности. Вдобавок, в шлеме может быть инфракрасный или гироскопический прибор, который отслеживает состояние головы и, в соответствии с этим, меняет картинку в шлеме с помощью преобразования передвижения головы в координаты. Данный прибор также называют трекером (рис. 9.15).



Рис. 9.15. Шлем виртуальной реальности eMagin Z800 3DViso со встроенным трекером

9.5. Технологии захвата и синтеза движений и мимики

Motion Capture – технологии захвата движений. Система маркеров захват движения (англ. motion capture) – способ анимации героев и неодушевленных предметов (рис. 9.16).

Этот метод используется в анимационном производстве, а также в кино-спецеффектах. Он часто применяется в игровой разработке. Существует два базовых типа систем захвата движения: захват движения на основе маркеров и безмаркерный способ.

Системы захвата движения на основе маркеров применяют особое оборудование. Костюм, оснащенный датчиками, надевается на человека, который двигается по сценарию, принимает заранее определенную позу и имитирует действие. Данные с датчиков записываются камерой и передаются в компьютер, где они компилируются в единую 3D-модель, точно повторяющую движения актера, которая затем используется для анимации персонажа.

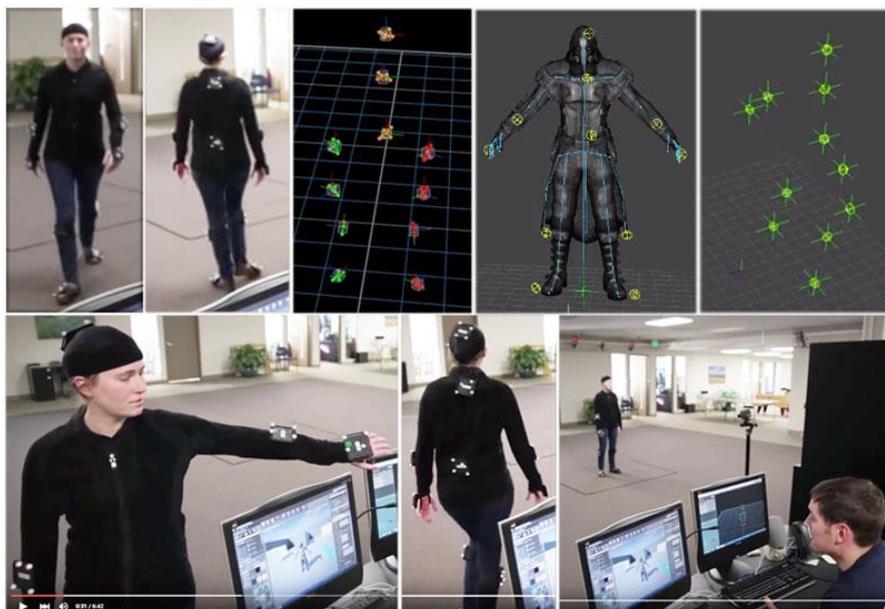


Рис. 9.16. Motion Capture

Виды маркерного motion capture. В настоящее время доступно несколько систем захвата движения на основе маркеров. Разница между ними состоит в способе передачи движения.

1. Оптические активные. Название указывает на использование светодиодов со встроенными процессорами и беспроводной синхронизацией вместо светоотражающих маркеров на костюмах актеров. Каждому светодиоду присваивается ID (идентификатор), чтобы система не путала маркеры друг с другом и умело распознавала их после того, как они были загорожены и снова показались в поле зрения камер (рис. 9.17). В других отношениях система похожа на пассивную систему.



Рис. 9.17. Пример костюма для оптической активной системы

2. Оптические пассивные системы. Костюм, который включается в комплект, оснащен маркерным датчиком, известным как пассивный маркер, поскольку он только отражает направленный на него свет и не светится сам по себе. Система передает свет (инфракрасный) от высокочастотного стробоскопа камеры на маркер и отражает его обратно от маркера в объектив камеры, тем самым указывая положение маркера.

3. Гироскопические/инертные системы. Данные о передвижении собираются с помощью небольших гироскопов и инертных датчиков, размещенных на теле актера, аналогично маркерам или магнитам в других системах MoCap. Данные с гироскопов и датчиков передаются на компьютер, где они обрабатываются и записываются. Система определяет угол наклона, а также положение датчиков.

4. Магнитные системы. В этих системах маркер – это магнит, камера – ресивер, а их положение рассчитывается по искажению магнитного потока (рис. 9.18).



Рис. 9.18. Магнитные системы

5. Механические системы. На актера надевается специальный механический скелет мосар, который непосредственно повторяет движения актера. В это время компьютер получает информацию об углах сгибания всех суставов.

Безмаркерный motion capture. Безмаркерный захват движения не нуждается в специальных датчиках или особых костюмах. Безмаркерный метод создан на базе компьютерного зрения и технологии распознавания объектов. Актеры могут сниматься в своей обычной одежде, что значительно сокращает время на сборы к съемкам и позволяет фиксировать сложные передвижения без опасения повреждения датчиков и маркеров (рис. 9.19).



Рис. 9.19. Иллюстрация безмаркерного захвата движения

В настоящий время доступно программное обеспечение «настольного» класса для безмаркерного захвата движения. Съемка осуществляется с использованием простой камеры (или веб-камеры) и компьютера.

iPi Desktop Motion Capture. Разработчики iPi Soft создали систему MoCap без маркеров. Она включает в себя видеочкамеру и программное обеспечение, которое применяет алгоритмы обработки картинок и компьютерного зрения для считывания скелетной анимации с записанного видео. В систему входит программное обеспечение, установленное на компьютере и несколько или одна веб-камера.

Создатели этой системы применяют 3–4 высокочастотных камеры. Камеры не должны передвигаться. Для обработки полученных материалов требуется большая вычислительная мощность. Даже самые мощные современные компьютеры могут обрабатывать не более двух кадров в секунду. Система постоянно совершенствуется.

Organic Motion. Система захвата движения без маркеров, разработанная компанией Organic Motion, использует около 15 специальных камер и особый фон для захвата движения.

Съемка происходит в реальном времени и может использоваться как с заранее подготовленными моделями, так и с 3D-моделями настоящих актеров. Модель актера крайне условна и состоит из отдельных «пластин». Вычислительный алгоритм делит видео на пиксели и выбирает наиболее подвижные и перекрывающиеся участки видео, где движущиеся части накладываются друг на друга. Эта система очень дорогая и ресурсоемкая.

Захват и синтез мимики по технологии Motion Capture. Идея выделения создания лицевой анимации возникла с момента появления технологии захвата движения. Для этой цели часто используется маркерный захват. Съемка предполагает размещение небольшого количества маркеров на лице актера, передающих лишь небольшую часть выражения лица. Для создания высококачественной анимации требуется большое количество маркеров. Главная проблема при съемке мимики заключается в том, что вы не можете разместить сотни маркеров на лице. Помещается не более 40–50 единиц (рис. 9.20).



Рис. 9.20. Пример использования метода Motion Capture

Раскручивание технологий сделало возможным применение безмаркерного захвата движения для формирования реалистичной мимики. Компания WETA Digital создала шлем с присоединенной к нему маленькой камерой для съемок фильма «Аватар». Она направлена на лицо актера и может улавливать все эмоции человека в реальном времени, опираясь на зеленые точки на лице. Программное обеспечение для обработки данных определяло мышцы, отвечающие за мимику, и вычисляло их растяжение и сокращение. Затем анимировалась трехмерная карта лица героя, автоматически подстраивая движения мышц под нестандартную анатомию жителей планеты Пандора.

Захват и синтез мимики по методу MotionScan. Технология аппаратного и программного обеспечения, которая оптически сканирует лицо человека и оцифровывает отсканированную информацию. MotionScan может точно сканировать выражение лица человека и передавать данные в программное обеспечение.

Для сканирования мимики MotionScan применяет 32 HD-камеры для съемки лица с 32 различных ракурсов. Камеры функционируют парами, для того чтобы снимать актера с различных углов в помещении, наполненном ярким белым светом, чтобы захватить все морщинки актера. Отснятый материал компилируется в единую трехмерную картинку (рис. 9.21).

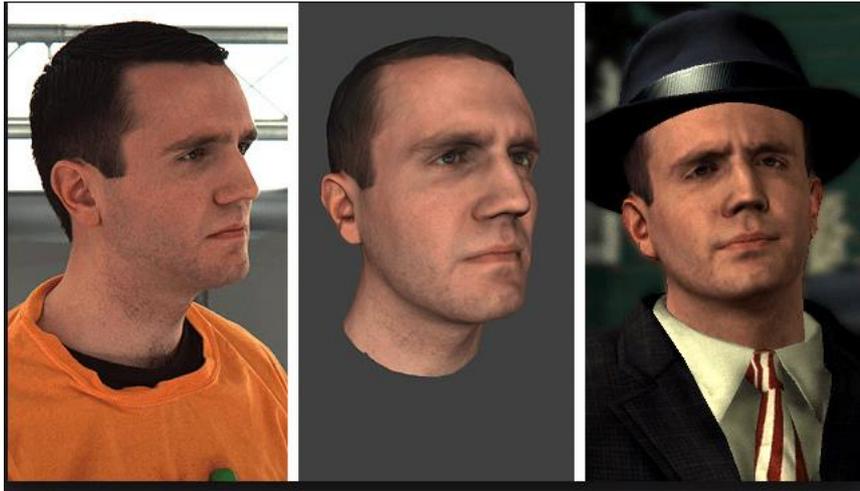


Рис. 9.21. Пример использования MotionScan

Настольное программное обеспечение для трекинга мимики. Описанные выше технологии являются дорогостоящими и нуждаются в больших вычислительных затратах. Существуют также более простые и дешевые программы распознавания выражения лица, которые можно использовать с обычными веб-камерами.

Примерами могут служить следующие программные средства: Maskarad от Di-o-matic, 4D Facial Capture или Eyematic FaceStation. Данные программы являются отдельными пакетами, но при этом могут без труда интегрироваться с популярным программным обеспечением для 3D-моделирования.

Программы опираются на определенные признаки, а также мимическую деятельность и снимают опорные точки движущегося лица. Далее на готовую модель проецируется сетка опорных точек (рис. 9.22).

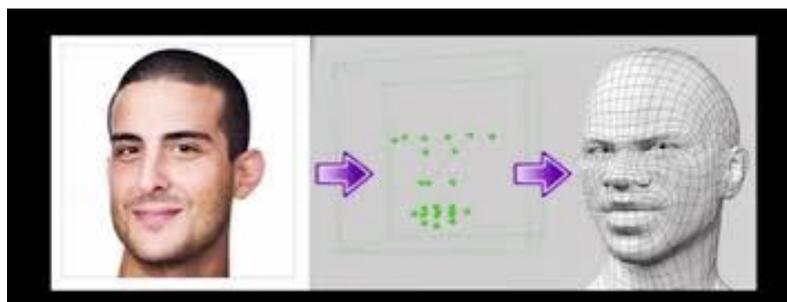


Рис. 9.22. Di-o-matic Maskarad

Моделирование мимики без участия актера. Существуют методы объединения мимики на готовых трехмерных моделях без прямого участия актера. Самыми простыми способами являются морфы или блендшейпы.

Блендшейпы (англ. blend shapes – формы для смешивания) – это 3D-модели одинаковой топологии, т. е. имеющие одинаковое количество вершин и их нумерацию, но отличающиеся друг от друга формой.

Создание блендшейпов. При данном процессе формируется голова персонажа с нейтральным выражением лица. С целью придания «жизни» эмоциям голова персонажа копируется столько раз, сколько выражений лица необходимо создать. Обычным перетаскиванием вершин на копиях формируются необходимые выражения лица – это и есть блендшейпы. На копиях есть возможность только перетаскивать вершины, ребра и полигоны. Количество же их не должно изменяться. После подготовки необходимо сообщить 3D-редактору как базовую, так и целевую модель (target).

Описание процесса работы. 3D-программа создает регулятор (ползунок) для каждого блендшейпа. Например, перемещение ползунка «улыбка» от 0 % до 100 % приведет к плавному переходу от нейтрального выражения лица к полной улыбке.

Практические исследования показали, что блендшейпы подходят для конечных выражений лица, но не для создания сложных переходов от одной эмоции к другой (рис. 9.23). Блендшейпы используются не только с анимированными лицами. Эта технология может, например, представлять динамические трансформации, распускание цветка, анимацию одежды и деформацию объектов после взрыва.



Рис. 9.23. Моделирование мимики без участия актера

Редактор LIFESTUDIO:HEAD Editor работает аналогичным образом. Модель можно настраивать с помощью модификаторов и ползунков, а также можно моделировать с использованием библиотеки деталей, вручную или случайным образом. Также доступны инструменты для текстурирования и добавления различных деталей, таких как очки, одежда, волосы и т. д.

Анимации создаются с использованием эмоциональных отрывков и библиотеки эмоций, а дальнейшая анимация мышц может быть настроена вручную. Также данный редактор может быть интегрирован с известными пакетами 3D-моделирования, такими как 3ds Max и Maya.

9.6. Системы с тактильной обратной связью

Тактильная (осязательная) обратная связь – в общепринятом понимании значит отзыв, отклик, ответную связь объекта на то или иное действие или событие со стороны субъекта, которое он может чувствовать.

В большинстве случаев данная система используется в кибернетике и технике. Самой популярной является **I-Force**. Она предоставляет возможность исполнения **трех разных видов тактильных воздействий**:

1. Ответная связь манипулятора на игровые действия, независимые от текущего размещения органов контроля манипулятора. Например, наезд на разные препятствия, отдача при стрельбе, удары при столкновениях.

2. Сила, противодействующая движению органов управления манипулятора. Эти эффекты способствуют менять силу, препятствующую движению органов управления, в том числе возвращает средства управления в начальное состояние, когда пользователь отпускает их.

3. Меняющиеся динамические эффекты совмещают в себе возможности двух вышеописанных видов воздействий, что разрешает осуществлять много разных способов «поведения» средств управления манипулятора на базе установленных производителем программ. Например, сильное уменьшение силы противодействия движения рулевого колеса при «попадании в занос» или при «выезде на лед».

Новая технология обратной связи:

- делает «тактильными» сенсорные экраны – Tactile Layer;
- формирует рельефные рисунки поверх простых тачскринов;
- делает объемными стрелки, полосы прокрутки, экранные кнопки и прочие формы.

Tactile Layer – первая в мире изменяющаяся тактильная поверхность, которая во время своей работы преобразует плоские объекты интерфейса в рельефные (рис. 9.24).

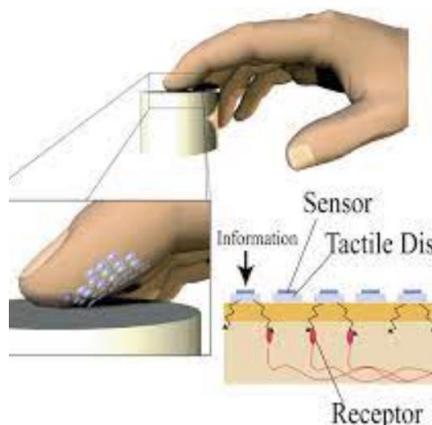


Рис. 9.24. Tactile Layer

Базой этой разработки является микрофлюидная технология, рельефные узоры получаются с помощью использования жидкостей, которые передвигаются под поверхностью дисплея и приобретают объемные формы. В итоге у пользователя формируется чувство, что он, например, набирает текст на обычной QWERTY-клавиатуре. При отключении устройства, экран делается плоским.

Рельефный уровень Tactile Layer интерактивен. Когда нажимается кнопка, то она «вдавливается» в экран, а затем заново появляется. Таким образом, при наборе текста передается ощущение взаимодействия с физической клавиатурой. Tactus Technology предполагает, что устройство Tactile Layer будут приносить пользу на всех устройствах и системах с сенсорными экранами, от автомобильных компьютеров до плееров.

Регулярно создаются новые устройства тактильной обратной связи, каждая компания имеет свои собственные методы реализации. Корпорация Apple предложила оборудовать устройства с сенсорным экраном многоуровневой системой особых элементов (например, пьезоэлектрических) для видоизменения рельефа поверхности тачскрина. Система разрешит создавать рельефности разного размера. В итоге пользователь, нажимая на дисплей, получит возможность почувствовать контуры отображаемых виртуальных объектов, материалов и пр. (рис. 9.25).

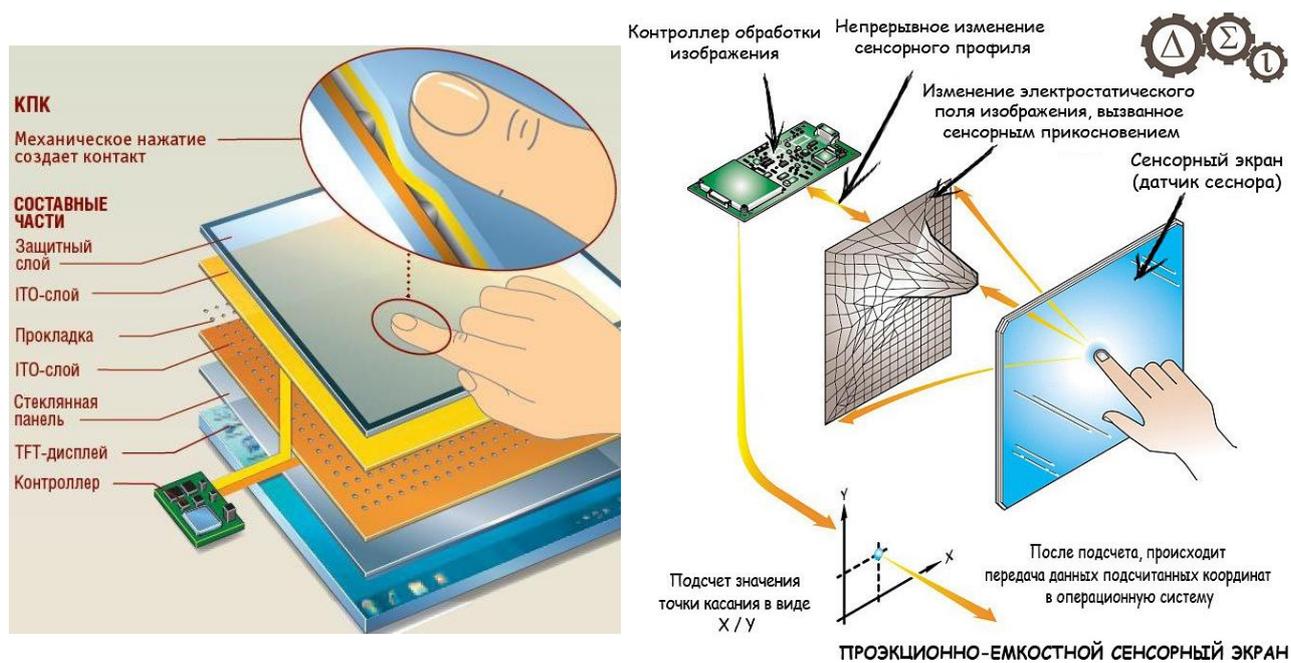


Рис. 9.25. Принцип работы тачскрина

Подобную технологию разрабатывает компания Senseg. Эта технология основана на базе контроля параметрами электрического поля, что помогает ощущать рельефности на картинках – впадины и выпуклости.

GPS-навигаторы и мобильные устройства с сенсорным экраном. Применение тактильной обратной связи в автомобильном GPS-навигаторе способствует осуществлению нужных нажатий на ощупь, что не так сильно отводит внимание водителя от контроля за дорогой. Самым несложным осуществлением тактильной отдачи в телефонах является вибровозвонк, который дополняет или заменяет му-

зыку на вызове и присутствует почти в каждом современном устройстве. Источник вибровозонка – электромоторчик. Данный моторчик размещается в телефоне на несбалансированном подвесе, что дает возможность создавать колебания даже через одежду. Управление телефоном с сенсорным экраном реализуется с использованием дисплея и/или стилуса. Прикосновение к виртуальным кнопкам дополняется вибрацией, что лучше влияет на информативность управления.

Манипуляторы игровые. Одно из значительных направлений передовых технологий представляет собой наиболее полное погружение человека в виртуальный мир, будь это видеоигры или кино. В то время, как с видео и звуком отчасти все понятно, то технологии, которые используют наше осязание, пока менее развиты (рис. 9.26).



Рис. 9.26. Игровые манипуляторы

Обратная связь в играх – это противодействие усилиям игрока в зависимости от происходящих на экране действий.

Обратная тактильная связь применяется в таких средствах управления как геймпад, джойстик и руль.

Руль. При помощи технологии обратной тактильной связи force feedback пользователь имеет возможность ощущать неровности дороги, тряску авто при столкновении с объектами, в том числе – более правдоподобное сопротивление повороту рулевого колеса, чем с простым контроллером, где оно симулируется обратными пружинами. Однако манипулятор с force feedback существенно дороже «немоторизованного» устройства, потому что производство данной технологии сильно усложняет конструкцию, но итог, по мнению преобладающего количества пользователей, этого стоит. Технология vibration feedback подает вибрации рукам игрока при игре в видеоигры (подергивание, вибрации и т. д.).

Данные технологии также могут применяться в джойстиках и геймпадах.

Жилет с обратной тактильной связью для играющих. Идея, предложенная студентом Пенсильванского университета, – жилет с тактильной обратной связью (рис. 9.27).

Система обратной связи реализована с использованием двух пар передних и задних соленоидов и вибрационного мотора, установленного на лопатках пользователя. Все, что происходит с экранном персонажем в игре – выстрел, удар ножом и т. д., – немедленно отражается на самом пользователе. Конечно, в реальности этого не происходит, и сами ощущения не очень «яркие».



Рис. 9.27. Жилет с тактильной обратной связью

Аналогичная разработка была показана компанией TN Games несколько лет назад, но еще предстоит выяснить, кто из них станет первой в коммерческом секторе.

VR-перчатки. Киберперчатки – это дорогой и сложный прибор. Они выглядят как простые перчатки. У каждой из них есть датчики, которые регистрируют перемещение пальцев и всей руки. Модели среднего класса имеют от 18 до 22 датчиков (рис. 9.28).



Рис. 9.28. Киберперчатки

В более дорогих моделях, помимо датчиков, есть средства, воспроизводящие ощущение прикосновения к предмету рукой. В этом случае появляется тактильная обратная связь.

Самый простой метод создания данной связи – поместить небольшой динамик в ладонь: рука почувствует щелчок, издаваемый динамиком на руке при наступлении какого-то действия. Для симуляции тактильных ощущений использовались надутые воздухом баллончики и вибросимуляторы. Были предприняты попытки использовать пьезоэлектрические кристаллы, которые создают чувство давления при вибрации, и сплавы с памятью формы, которые изгибаются при

подаче слабого электрического тока. Также были предприняты попытки разработать прибор, который мог бы определять температуру объекта. В перчатку поместили маленькие баллоны с воздухом и подсоединили их к мини-компрессору. Чем горячее объект, тем теплее воздух, который выходит из компрессора.

Например, система Cyberglasr компании Immersion состоит из экзоскелета и перчаток, которые дают возможность испытать тактильные ощущения от взаимодействия с виртуальной средой. Это гибкая система, которая применяется для подготовки астронавтов NASA и для 3D-анимации в киностудиях (рис. 9.29).

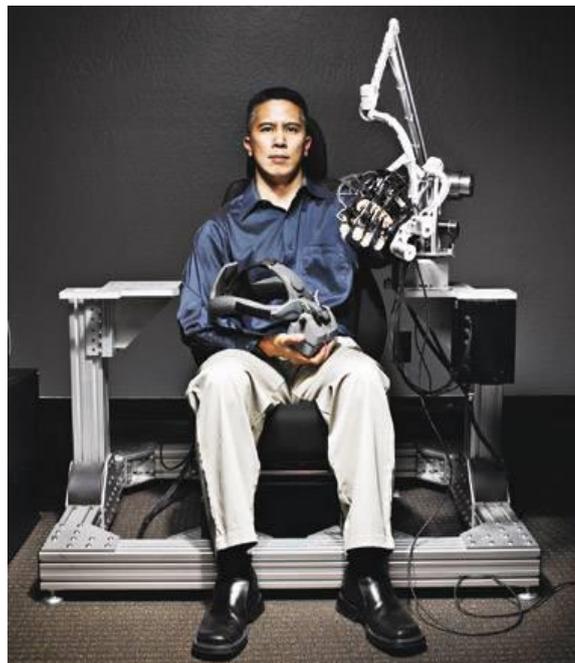


Рис. 9.29. Сложная киберперчатка

9.7. Тактильный брайлевский дисплей для слепых

Брайлевский дисплей – прибор, который позволяет показывать текстовые данные как шеститочечные символы азбуки Брайля. Брайлевские дисплеи предоставляют возможность слабовидящим и слепым людям пользоваться компьютером (рис. 9.30).



Рис. 9.30. Тактильный брайлевский дисплей для слепых

Как правило, в одно время на устройстве показываются 40 либо 80 символов. Также существуют мобильные версии данного прибора с немного меньшим количеством показываемых символов.

Начиная с 2000 года идет разработка брайлевских дисплеев по новому методу вращающегося колеса (рис. 9.31). В данном методе брайлевские символы появляются на вращающейся поверхности, что дает возможность читать текст с определенной скоростью, при этом не перемещая палец по символам. Также дисплеи, использующие эту технологию, будут дешевле классических приборов.



Рис. 9.31. Обновляемый дисплей Брайля с вращающимся колесом

Заменой брайлевского дисплея является менее сложные программы чтения экрана на базе синтезатора речи. Но лишь брайлевский дисплей предоставляет комфортную работу с текстом, а также возможность исправления.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Охарактеризуйте достоинства и недостатки технологий применения стереочков и стереоэкранов.
2. Какие вы знаете методы оценки способности восприятия стереоскопической информации?
3. В чем заключаются особенности устройства и принципа действия стереонаушников?
4. Расскажите об особенностях устройства и принципа действия шлема виртуальной реальности.
5. Назовите известные вам технологии захвата и синтеза движений человека.
6. В каких устройствах нашли применение системы с тактильной обратной связью?
7. Каков принцип действия тактильного брайлевского дисплея для слепых?

10. Системотехника стереоскопических мониторов 3D-визуализации

Темы:

1. Развитие трехмерного изображения.
2. Виды дисплеев трехмерной визуализации.
3. VR3D – будущее дисплеев 3D-визуализации.
4. Программное обеспечение мониторов 3D-визуализации.
5. Программный пакет Autodesk 3ds Max.

10.1. Развитие трехмерного изображения

С появлением полигональной графики в компьютерных играх в компьютерном мире появились различные технологии и устройства для воспроизведения трехмерных изображений. Как правило, эти устройства представляли из себя различные шлемы, переносившие пользователя в виртуальную реальность, но они были сложны в использовании и имели большие габариты.

Первые устройства этого типа не пользовались спросом. Большинство из них автономны и несовместимы с комплектующими и ПО других поставщиков (мониторы, видеокарты). В тот период времени еще не была разработана на достаточном уровне технология проецирования трехмерных изображений, и выводимое изображение получалось размытым. Кроме того, такие устройства стоили больших денег, а выбор игр был невелик. Так закончилось первое поколение стереоаппаратуры.

Вторым этапом развития 3D-визуализации является появление всевозможных средств создания 3D-изображений. Но они создавали всего лишь иллюзию трехмерности, поэтому у них тоже ничего не получилось.

Третий этап – внедрение на рынок технологий трехмерной визуализации, таких как NVidia 3D Vision. Эта технология все еще не считается совершенной. Однако ясно, что эра стереоскопических устройств началась.

Применение 3D-визуализации. 3D-графика необходима в случае потребности показа строения какого-либо сложного технического узла, многостадийного производства или архитектурного сооружения. 3D наглядно показывает все характеристики строения объекта, его мельчайшие элементы и конструктивные части, которые скрыты от глаза наблюдателя. 3D-визуализация значительно демонстративнее, чем схемы и картинки.

3D-визуализация архитектурных объектов сегодня широко распространена, т. к. позволяет максимально точно показать клиенту будущий интерьер квартиры, офиса или загородного дома, а также внешний вид фасадов или участков.

3D-графика широко распространена и в повседневности. Изображение продукта, которое мы видим в рекламе, на самом деле является высокодетализированной 3D-моделью, которую трудно отличить от сфотографированного объекта. 3D-графика появляется в Интернете, на телевидении и рекламных щитах. Дизайн с применением 3D-графики становится все более популярной услугой.

Современные технологии позволяют использовать 3D-графику для визуализации не только отдельных объектов, но и целых миров, что открывает новые возможности для создателей и клиентов рекламных агентств.

Стереодисплей представляет собой оптическое устройство, которое объединяет два плоских изображения, чтобы дать зрителю рельефное изображение объекта. Пример: лантикулярный стереомонитор (рис. 10.1).

Принцип работы лантикулярного монитора заключается в следующем. Видеосигнал подвергается специальной обработке, создается несколько видеопотоков, после чего он проходит через специальную оптическую пленку, содержащую микролинзы и лантикулярную пленку (рис. 10.2). Далее видеосигнал разделяется на ракурсы и отправляется каждому глазу зрителя отдельно.



Рис. 10.1. Лантикулярный стереомонитор

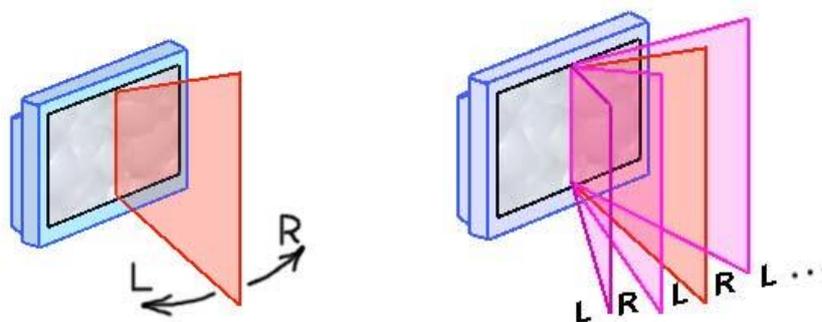


Рис. 10.2. Принцип работы лантикулярного монитора

3D-дисплеем является трехмерный экран для отображения изображений, которые человек воспринимает как трехмерные без очков и другого дополнительного оборудования.

Пространство, в котором может просматриваться изображение, создаваемое трехмерным экраном, называется **объемом воспроизведения**, а **объемом просмотра** – пространство, в котором находится зритель. Только в объеме просмотра можно увидеть неискаженную проекцию трехмерной фигуры, содержащейся в объеме воспроизведения.

10.2. Виды дисплеев трехмерной визуализации

1. **Стереоскопический 3D-дисплей** создает отдельное изображение для каждого глаза. Они представляют собой два угла трехмерного зрения, один для левого и один для правого глаза.

Принцип работы. Условная вертикальная плоскость, перпендикулярная плоскости экрана, делит воспроизводимый объем на две части и проходит через центр. В левой части плоскости находится изображение левого глаза, а в правой – изображение правого глаза.

Объединение двух отдельных изображений в одно трехмерное изображение осуществляется с помощью стереочков. Этот принцип использовался в стереоскопах, известных с начала XIX века.

Вспомогательные очки разделены на две категории: пассивные и активные.

Пассивные (анаглифические) очки используют технику стереоэффекта для обычных парных стереоизображений, назначая цвета изображениям красного цвета для левого глаза и синего или голубого цвета для правого глаза. Поляризационные очки создают разные изображения для разных глаз из-за эффекта поляризации. Поляризованное стекло также используется в кинотеатрах IMAX.

Активные (затворные) очки (жидкокристаллические или поляризационные) синхронизированы с экраном, и экран затемняется поочередно с той частотой, с которой отображается изображение (кадр) каждого глаза. За счет зрительной инерции в мозгу зрителя создается постоянное изображение (для этого необходим экран с частотой 120 Гц, поэтому частота обновления изображения составит около 60 Гц для каждого глаза). Уменьшение яркости изображения составляет примерно до 80 %, разрешение останется прежним.

Технически LCD или плазменные панели идеально подходят для создания стереоскопических 3D-дисплеев, поскольку их пиксели не могут перемещаться, в отличие от CRT-мониторов, которые могут слегка масштабировать изображение (рис. 10.3).



Рис. 10.3. Стереоскопический 3D-дисплей

2. Автостереоскопические 3D-дисплеи воспроизводят трехмерные изображения без дополнительной аппаратуры для глаз и головы (стереоочков для виртуальной реальности, шлемов и т. д.), эту функцию выполняют оптические фильтры.

Принцип работы. Для этого используются микролинзы Френеля, работающие как светоделители и специальные препятствия, благодаря чему каждый глаз зрителя видит выделенный только ему столбец пикселей (этот метод имеет ряд недостатков. В частности, неправильный угол наблюдения экрана или выход за пределы «зоны безопасного просмотра» приведет к нарушению стереоэффекта, и горизонтальное разрешение изображения автоматически уменьшится вдвое).

Производители стереодисплеев продолжают разрабатывать технологии, позволяющие уменьшить эти недостатки (рис. 10.4–10.6).

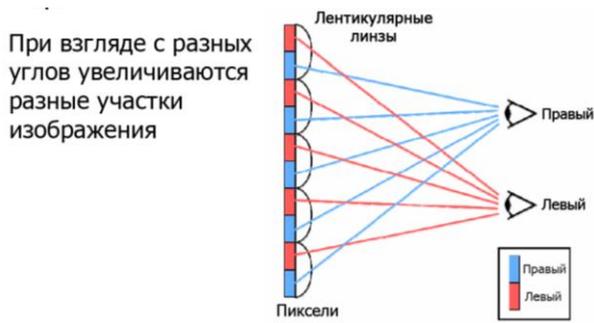


Рис. 10.4. Автостереоскопические лентикулярные линзы

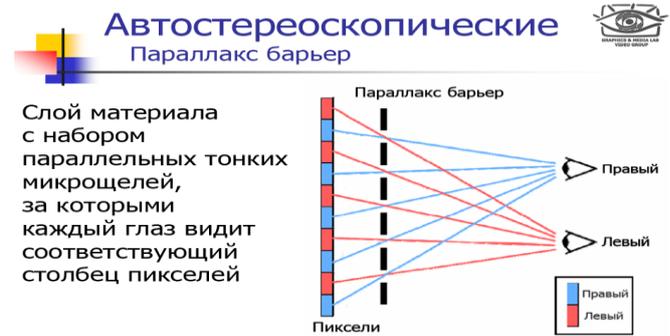


Рис. 10.5. Автостереоскопический параллаксный барьер

Проблема – необходимо «попасть» в правильную зону
Решение – увеличение количества видов

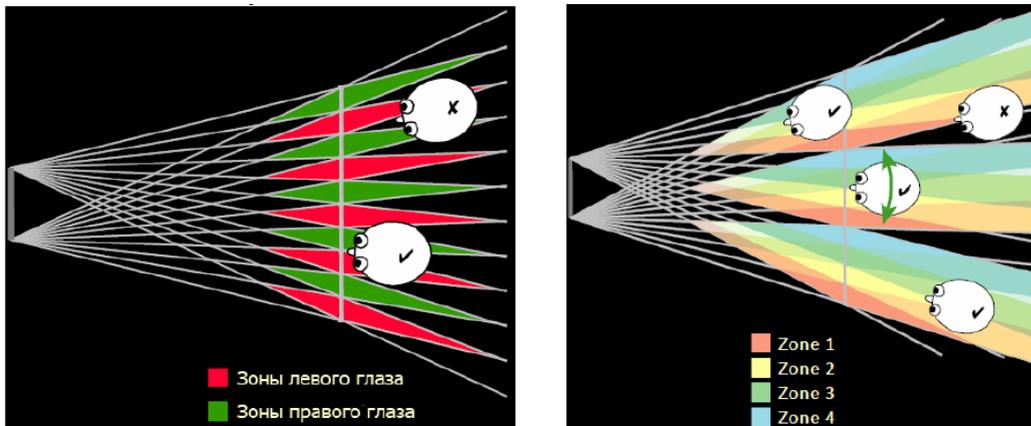


Рис. 10.6. Автостереоскопические LCD панели

3. Голографические 3D-дисплеи – имитируют пространственное положение световых волн как при отражении света от реального трехмерного объекта.

Принцип работы. Разделение воспроизводимого объема при помощи нескольких условных вертикальных плоскостей, проходящих через центр экрана. Каждая часть разделенного пространства имеет свою часть трехмерного вида.

Обычно, когда говорят о голографическом 3D-дисплее, подразумевают устройство, способное воспроизвести что-то похожее на традиционную голограмму в любом материале, т. е. оно может вычислять и отображать интерференционную картину прикрепленного к нему светового поля в виде дифракционной структуры в режиме реального времени (рис. 10.7).



Рис. 10.7. Голографический 3D-дисплей

4. **Объемные дисплеи** используют разнообразные физические механизмы для отображения светящихся точек в пределах некоторого объема (рис. 10.8).

Принцип работы. Такие дисплеи работают с вокселями (трехмерными элементами изображения, содержащими значения растровых элементов в трехмерном пространстве) вместо пикселей. Трехмерные изображения создаются трубками, которые поглощают или излучают свет, называемые изотропно излучающими источниками, в плоскости, вращающейся со скоростью 24 оборота в секунду.

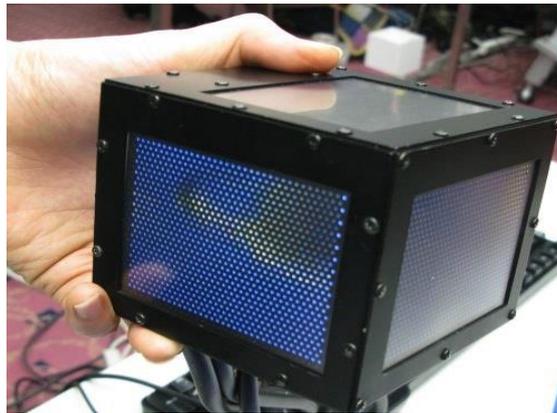


Рис. 10.8. Объемный дисплей

В воксельных или объемных дисплеях объемное изображение создается из световых точек в определенном объеме. Объемные экраны основаны на разных принципах. Например, они могут состоять из нескольких плоскостей изображения, одной колеблющейся плоскости, вращающейся плоской или изогнутой пластины (рис. 10.9).

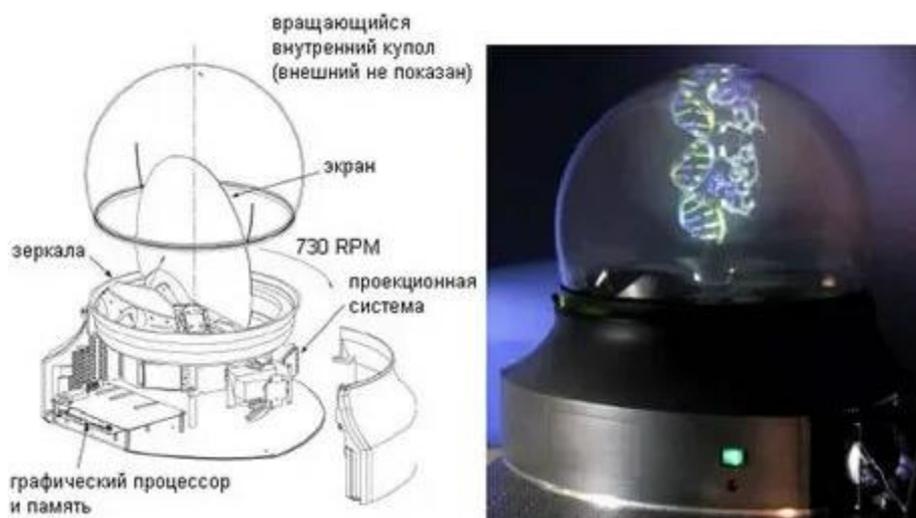


Рис. 10.9. Визуализация воксельной модели на 3D-дисплее Perspecta volumetric

5. **Мультивидовые дисплеи** воспроизводят несколько последовательных ракурсов объемной сцены, любые два из которых составляют стереопару.

Принципы работы. Разделение воспроизводимого объема при помощи нескольких условных вертикальных плоскостей, проходящих через центр экрана. Каждая часть разделенного пространства имеет свою часть трехмерного вида (рис. 10.10–10.12).

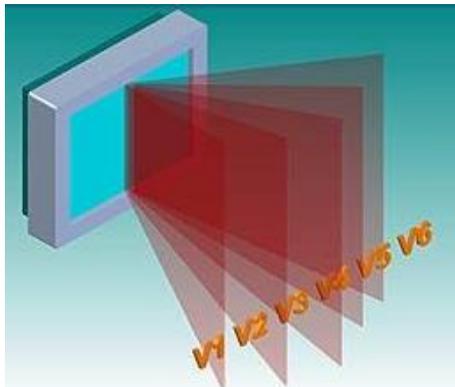


Рис. 10.10. Схема восприятия изображения человеческим глазом с мультивидового дисплея



Рис. 10.11. Схема увеличения зон просмотра мультивидового дисплея

Мультивидовые
Параллакс барьерные и линзовые

Перспективное решение:

- Голографические оптические элементы (НОЕ)
- Каждый элемент преломляет свет в одном из нужных направлений
- Возможность разбиения не только на горизонтальные ракурсы, но и на вертикальные

Рис. 10.12. Параллакс барьерный и линзовый мультивидового дисплея

6. **Волюметрические дисплеи** воспроизводят изображение в виде набора точек (вокселей) или векторов, которые физически разнесены в ограниченном рабочем пространстве дисплея (объеме воспроизведения) (рис. 10.13, 10.14).



Рис. 10.13. Изображение, создаваемое волюметрическим 3D-дисплеем

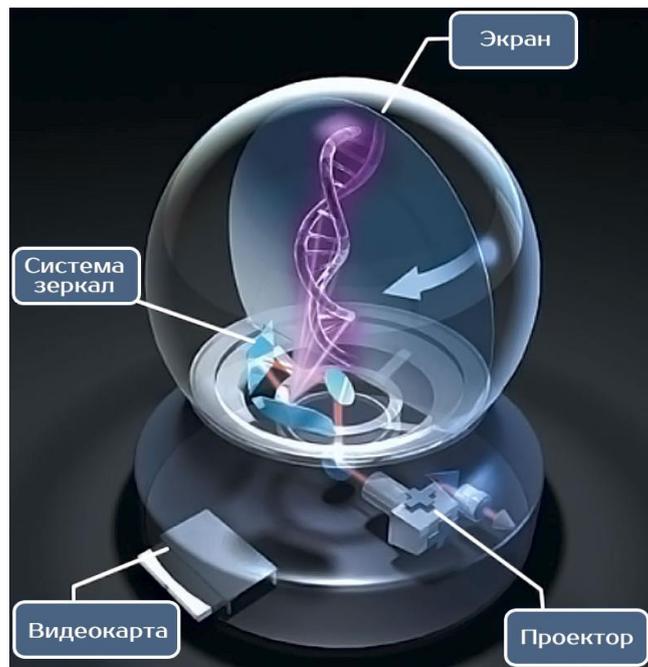


Рис. 10.14. Волюметрический дисплей Perspecta Spatial 3D

Принцип работы. Внешне он не похож на привычный экран на основе ЭЛТ или ЖК-матрицы. Perspecta Spatial 3D представляет собой прозрачную сферу диаметром 51 см, размещенную на специальной подставке. Для просмотра цветных 3D-изображений не требуются специальные очки. Чтобы увидеть отображаемый объект под другим углом, достаточно подойти к дисплею с другой стороны. Качество изображения не зависит от угла обзора.

7. В **чересстрочных стереодисплеях** благодаря ЖК-технологии два поля стереопары могут отображаться на экране одновременно, а не последовательно. Одна часть стереопары находится в четных строках, а другая – в нечетных линиях разной поляризации (ортогональной для линейной и противоположной для круговой поляризации), поэтому изображения для левого и правого глаза при просмотре через поляризационные очки разделены (рис. 10.15).

Достоинства:

- отсутствует мерцание, которое свойственно эклипсному методу;
- используется круговая поляризация, что позволяет пользователю свободно менять наклон головы без ухудшения стереоизображения;
- приемлемая цена и компактность;
- в 2D-режиме не происходит потеря качества изображения;
- пассивные поляризационные очки стоят намного дешевле и обладают меньшим весом, чем затворные.

Недостатки:

- при проведении измерений и прорисовке мелких объектов для компенсации эффекта потери вертикального разрешения приходится работать в увеличенном масштабе, что может вызывать дискомфорт;
- данный стереорежим, как правило, предназначен для полноэкранный просмотра;

- используется только половина строк;
- раstra приводит к потере микрополосчатости и разрешения, что приводит к повышенной утомляемости пользователя при длительной работе.

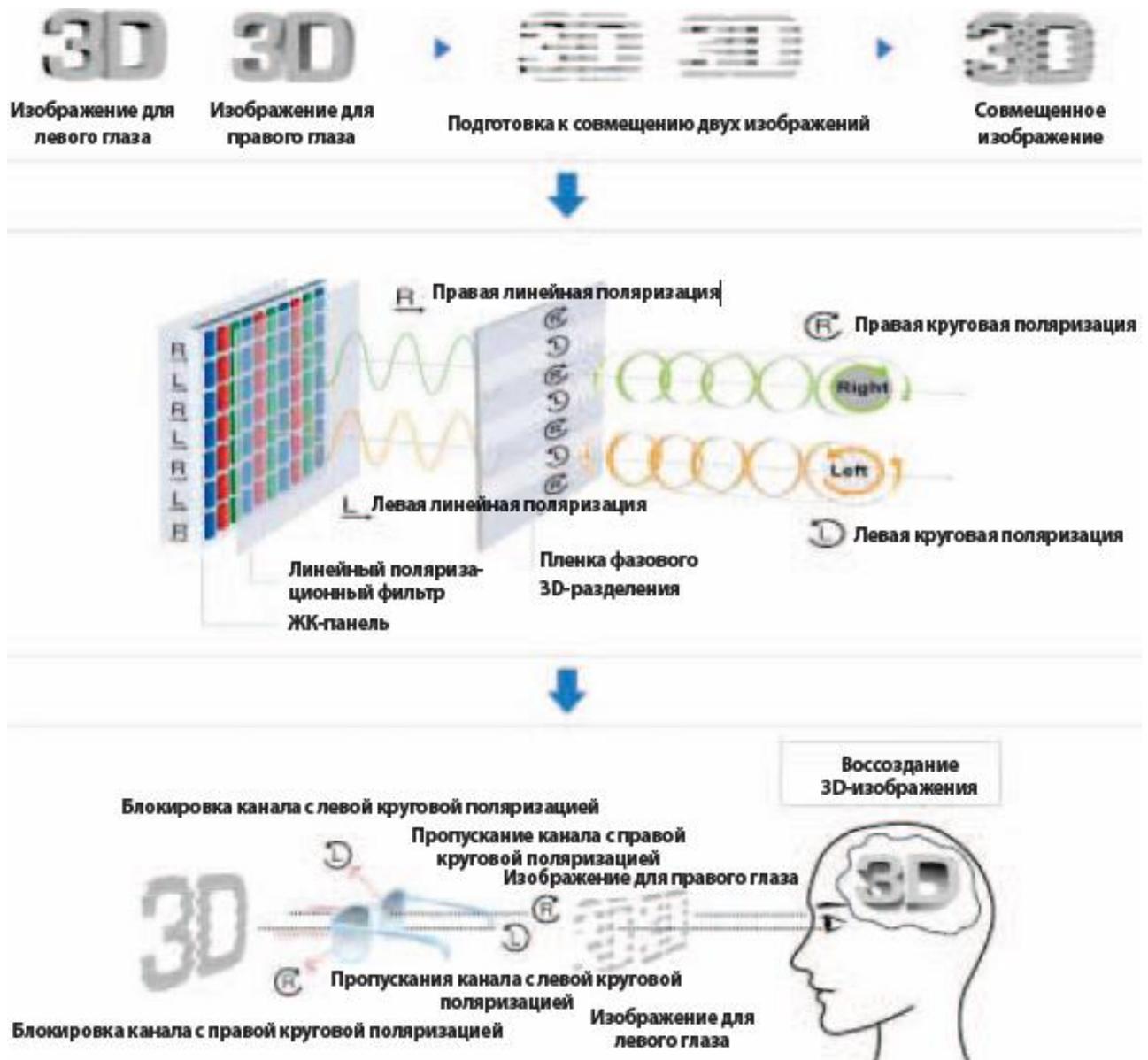


Рис. 10.15. Принцип действия чересстрочных стереодисплеев

8. **Поляризационно-фазовые стереодисплеи** используют оригинальный метод получения стереоэффекта, который до сих пор не применялся. Он основан на представлении стереопары в виде суммы двух поляризованных изображений с ортогональной ориентацией. Технически это достигается установкой второй ЖК-панели без поляризационного фильтра, которая поворачивает плоскость поляризации в зависимости от соотношения яркостей пикселей левой и правой сторон стереопары. Первая панель содержит общую интенсивность каждого пикселя, а вторая – направление плоскости поляризации проходящего света. В поляризационных фильтрах очков происходит инверсия, снова разделяющая изображения левого и правого глаза (рис. 10.16).

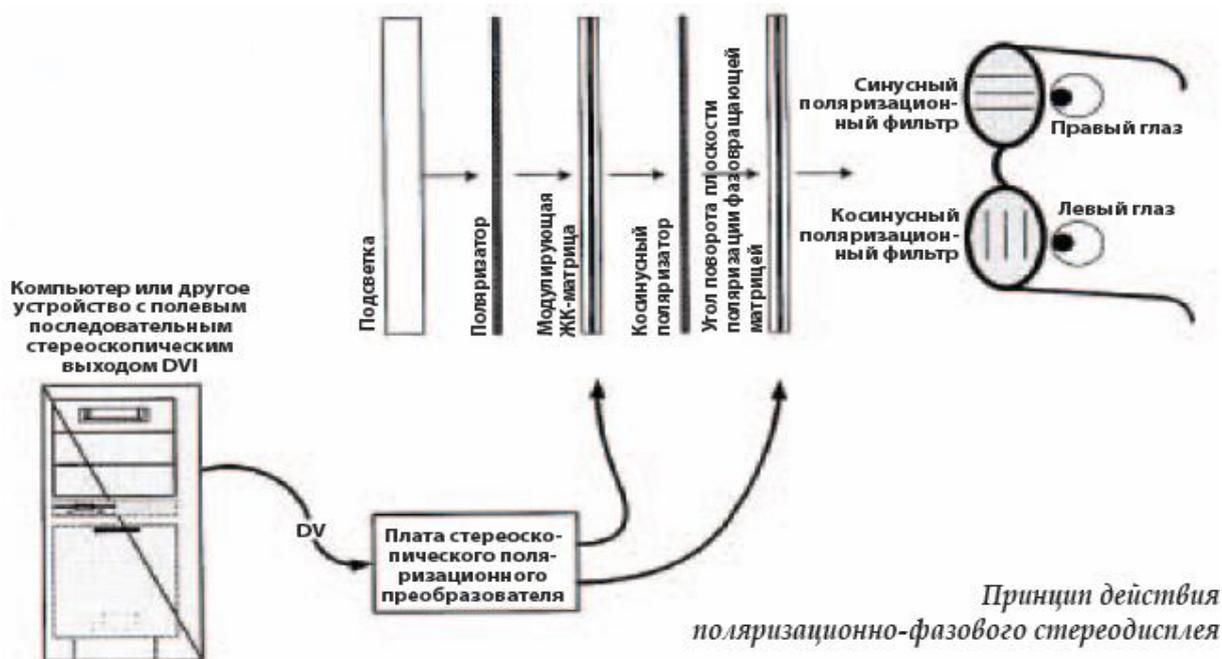


Рис. 10.16. Принцип действия поляризационно-фазового стереодисплея

Достоинства:

- исходное разрешение ЖК-матриц сохраняется;
- отсутствует мерцание, которое свойственно эклипсному методу;
- малый размер;
- применяемые пассивные поляризационные очки имеют малый вес.

Недостатки:

- в 2D-режиме происходит снижение качества изображения по причине наличия дополнительной фазирующей матрицы;
- плохой стереоконтраст (т. е. неполное разделение ракурсов стереопары – дублирование контуров) и артефакты (искажения изображения) из-за погрешности, создаваемой поворотом угла поляризации ЖК-матрицей и неточным совмещением пикселей модулирующей и фазирующей матриц, особенно по краям экрана.

9. Современные **зеркальные стереодисплеи** обычно строятся по схеме, основанной на совмещении ортогонально поляризованных изображений двух экранов с помощью полупрозрачного зеркала с последующим разделением левого и правого углов зрения стереопары с помощью пассивных поляризационных очков. Существенным отличием современных стереодисплеев является использование ЖК-панели, что позволяет создавать приборы с габаритами, подходящими для стандартных рабочих мест (рис. 10.17).

Изделия серии SD созданы с применением новаторской технологии StereoMirror и обеспечивают стереоскопическое изображение наивысшего для настольных мониторов качества. Технология StereoMirror предоставляет качественное изображение для таких применений, как космическая, аэро- и фотограмметрия, медицинская интроскопия, сложное моделирование визуальных отображений и компьютерные игры.

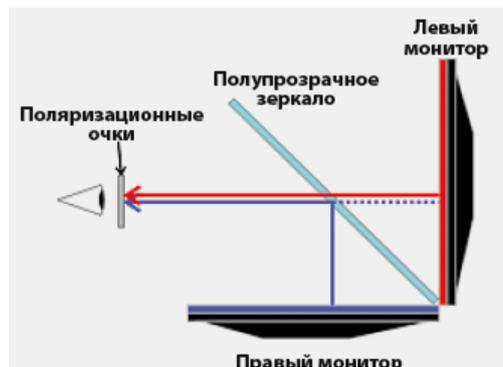


Рис. 10.17. ЖК-монитор с поляризационными очками StereoPixel 2008

Продукты серии SD изготавливаются с использованием инновационной технологии StereoMirror, обеспечивающей высочайшее качество стереоскопического изображения для настольных мониторов. Технология StereoMirror обеспечивает качественное изображение для таких областей, как космо-, аэро- и фотограмметрия, сложное моделирование изображений, медицинская интроскопия и компьютерные игры.

Достоинства:

- не конфликтует с имеющимся программным обеспечением;
- возможность прямого подключения стереовидеокамер (изображение с каждой камеры выводится на отдельный дисплей) без использования компьютера;
- высококачественное изображения;
- поляризационные очки обладают малым весом.

Недостатки:

- зеркало ограничивает поле зрения, что может затруднить обучение и совместную работу нескольких пользователей;
- большие габариты, примерно равные габаритам ЭЛТ-дисплея с тем же размером экрана (рис. 10.18);
- высокая стоимость.

Характеристики зеркальных, поляризационно-фазовых и чересстрочных дисплеев приведены в табл. 10.1.



Рис. 10.18. Стереодисплей фирмы Planar

Характеристики стереоскопических дисплеев

Класс	Производитель	Модель	Размер экрана	Разрешение 2D/3D	Яркость, кд/м ²	Контрастность	Угол обзора, град.	Интерфейс	Тип поляризации	Рекомендуемое применение		
Чересстрочные	Zalman (Корея)	ZM-M190	19"	1280×1024/1280×512	300	1000:1		D-SUB, DVI-D				
		ZM-M220W	22"	1680×1050/1680×525		1000:1						
	Pavonine (Корея)	Miracube G170S-C	17"	1280×1024/1280×512	300...400	700:1	160	DVI				
											Miracube G170S-L	
		Miracube G240S	24"	1920×1200/1920×600								
		Miracube G320S	32"	1360×760/1360×384								
	Hyundai (Корея)	P240W/XpoW	24"	1920×1200/1920×600		1000:1		DVI и VGA			круговая	
		P460W/XpoW	46"									
	Фазово-поляризационные	NuVision (США)	Perceiva DSD 190	19"	1280×1024	2D – 200 3D – 40 на каждый глаз	> 1000:1	>160			DVI & VGA	Демонстрации, реклама, игры, наука, производство
			iZ3D	22"	1680×1050	250	700:1	170			1×DVI, 1×DVI/VGA	Демонстрации, реклама, игры
Зеркальные	Planar (США)	SD1710	17"	1280×1024	70	2D – 400:1 3D – 150:1		DVI	линейная			
		SD2220	22"	1600×1200	150	2D – 400:1						
		SD2620	26"	1920×1200	180	3D – 150:1						
	Opsis 190	8"	800×480	300	500:1	170	VGA, S-VHS компонентный, композитный					
								Opsis 190		19"	1280×1024	250
	TRUE3Di (Канада)	Opsis 240	24"	1920×1200	400	1000:1	VGA, DVI-D, S-VHS					
								Opsis 400		40"	1920×1080	400
	Stereopixel (Россия)	LcReflex-1702	17"	1280×1024	300	600	170	VGA, DVI-D				
				1400×1050						1400×1050		
			LcReflex-2002	20"	1400×1050							

10.3. HR3D – будущее дисплеев 3D-визуализации

Дисплей High-Rank 3D (HR3D) может воспроизводить трехмерное, доступное для просмотра под всеми углами изображение (рис. 10.19).



Рис. 10.19. Дисплей High-Rank 3D (HR3D)

Он состоит из двух панелей с разной интенсивностью света и использует сложный алгоритм обработки изображения. Метод, применяемый в обычных экранах с параллаксным барьером, здесь значительно расширен – вместо темной сетки в качестве барьера используется еще одна ЖК-панель, которая создает сетку затворов из точек, подстраивающуюся под специально созданное изображение нижнего экрана. Комбинирование кадров этих изображений, их яркости и структуры зазоров приводит к эффекту, который изобретатели назвали content adaptive parallax barrier – параллакс, адаптирующийся к контенту.

Следует отметить, что для создания рабочего прототипа исследователи использовали две простые серийные ЖК-панели с частотой 120 Гц. Эта модель была создана путем удаления поляризационного слоя с помощью простого ластика и размещения всех фильтров одной панели над второй. При этом нижнее изображение, как и верхнее, обрабатывается математическим алгоритмом для создания пары «маска – кадр», разделенной временем вывода. В этом случае маску отображает верхняя панель (рис. 10.20).

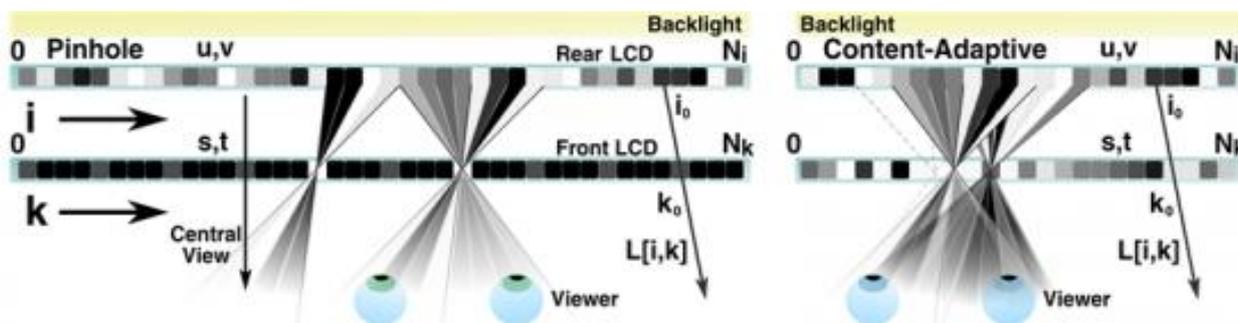


Рис. 10.20. Принцип работы параллакса, адаптирующегося к контенту

Мультипараллакс-эффект может быть достигнут путем адаптации сетки затворов к изображению, в отличие от строгой сетки обычного параллакс-барьера.

Достоинства:

– малая потеря яркости и поддержка высоких разрешений и экранов с высокой частотой обновления изображения, что хорошо подходит мобильным устройствам, где особенно важен вопрос энергопотребления и энергоэффективности;

– качество картинки не зависит от угла зрения, что позволяет пользователю свободно двигать головой.

Недостатки:

– прототип на сегодняшний день способен выводить лишь заранее подготовленный контент, кодирование «на ходу» требует огромных затрат машинного времени;

– необходимость обсчета пар изображений для верхней и нижней панели приводит к повышенной трате ресурсов.

10.4. Программное обеспечение мониторов 3D-визуализации

Программные пакеты для создания 3D-графики, т. е. моделирования объектов VR и создания изображений на основе этих моделей очень разные. В последние годы бессменными лидерами в этой области стали такие коммерческие продукты, как Sidefx Houdini, Maxon Cinema 4D, Lightwave 3D, Softimage, 3D-Studio Max, Maya и относительно новые ZBrush, Nevercenter Silo или Rhinoceros 3D. Кроме того, существуют продукты с открытым исходным кодом, такие как K-3D, пакет Blender (для создания и рендеринга 3D-моделей) и Wings 3D.

1. AutoCad. Это система автоматизированного проектирования и черчения для 2D и 3D, разработанная Autodesk. Первая итерация системы была выпущена в 1982 году. AutoCAD и специальные программы на его основе широко используются в машиностроении, строительстве, архитектуре и других областях. AutoCad – одна из самых широко используемых программ в мире. Позволяет создавать качественную, простую визуализацию и документацию различных объектов.

2. 3D-Studio Max Autodesk. Полнофункциональная профессиональная программная система для создания и редактирования 3D-графики и анимации, разработанная Autodesk. Включает в себя новейшие инструменты для художников и профессионалов мультимедиа.

3D-Studio Max имеет широкий спектр инструментов для создания объектов реального или фантастического мира с использованием различных форм и сложных компьютерных 3D-моделей, а также с использованием различных методов и механизмов, которые перечислены в подразделе 10.5.

3. Artlantis. Благодаря интуитивно понятному, простому в использовании интерфейсу и мощным инструментам управления, эта программа позволяет быстро создавать высококачественные изображения проектов, сцен, панорамы виртуальной реальности (QuickTime VR/Panoramas) и анимации. С ним работают более 75 000 архитекторов, дизайнеров и градостроителей из более чем 80 стран мира. Программа открывает огромные возможности для создания реалистичных эффектов из повседневной жизни или космических станций.

4. PRO100. Это программа для самостоятельного проектирования мебели и дизайна интерьера, которая может визуализировать стереоскопические изображения. Отличается простотой обслуживания, профессиональными возможностями, интуитивно понятным интерфейсом, множеством инструментов, возможностью создания собственной библиотеки и использования готовых модулей. Благодаря программе вы можете в любой момент получать автоматически обновляемые отчеты по элементам, проекции с размерами, сметы проектов и доступ к печати (рис. 10.21).

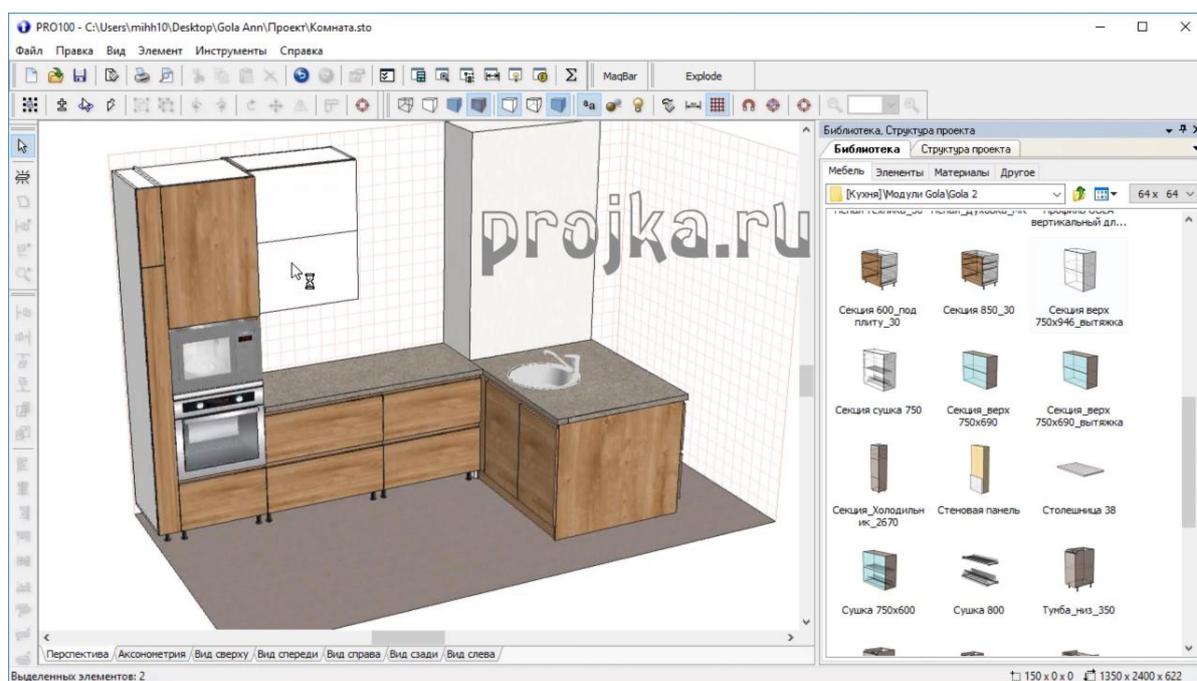


Рис. 10.21. PRO100

Полигонное представление – это коллекция полигонов, собранных как мозаика, чтобы максимально приблизиться к желаемой форме. **Полигон** – это плоский многоугольник, состоящий из треугольников (т. е. многоугольник с вершинами и ребрами в одной плоскости). Чем меньше полигон, тем большее их количество используется для воспроизведения поверхности (рис. 10.22).

3ds Max включает в себя физический движок reactor, разработанный Navok. Reactor позволяет моделировать поведение твердых тел, мягких тел и тканей с учетом гравитации и других эффектов. Как и другие программы динамического моделирования, Reactor использует упрощенные выпуклые оболочки объектов, которые можно настроить для использования всех вершин объекта за счет времени выполнения (рис. 10.23).

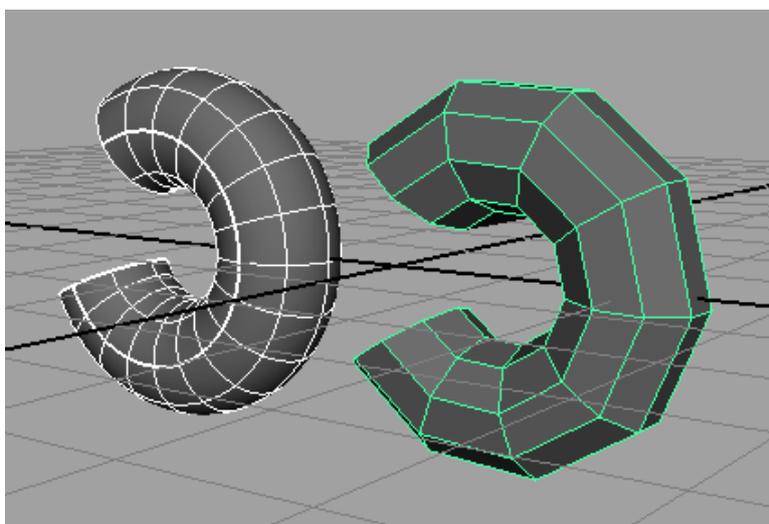


Рис. 10.22. Полигонная модель представления формы

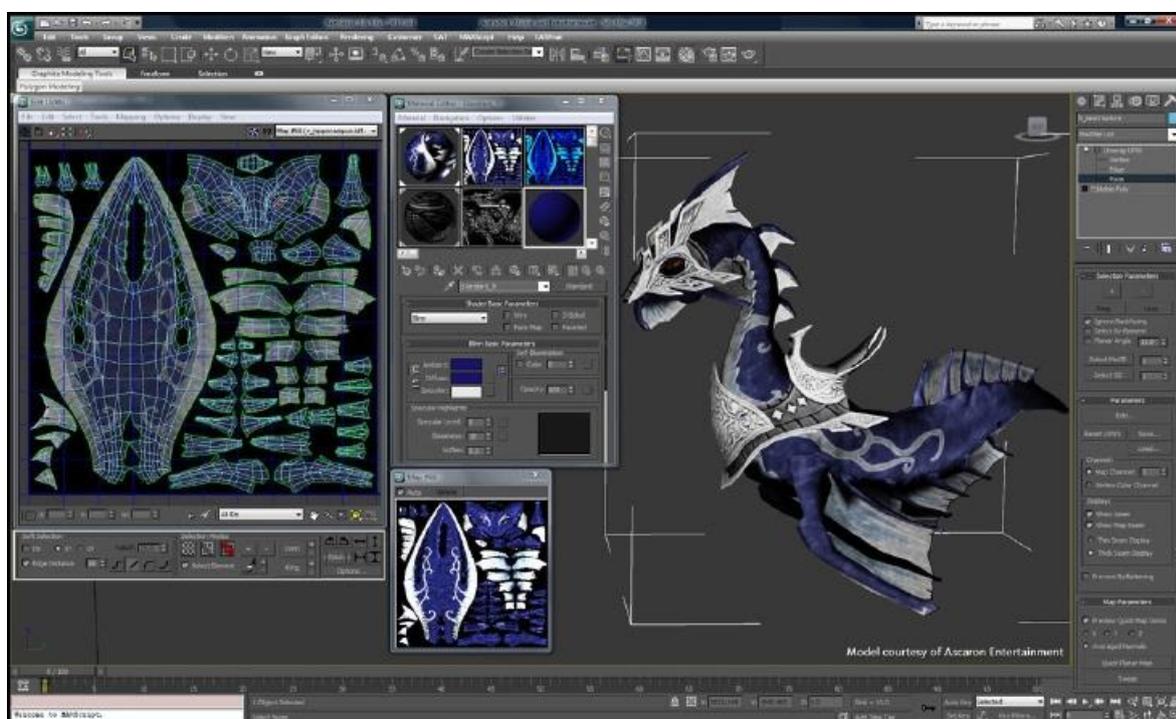


Рис. 10.23. Пример модели созданной в 3ds Max

10.5. Программный пакет Autodesk 3ds Max

Autodesk 3ds Max – это полнофункциональное профессиональное программное обеспечение для создания и редактирования 3D-графики и анимации, разработанное Autodesk. Включает программные модули для 3D-моделирования, создания сцен, анимации, расчетов физики объектов и систем частиц. Функции программы очень разнообразны и могут быть расширены с помощью других инструментов – плагинов.

Виды моделирования. 3ds Max имеет широкий набор инструментов для создания сложных 3D-моделей с использованием различных методов и механизмов, в том числе:

– моделирование при помощи поверхностей Безье (editable patch) подходит для моделирования тел вращения;

– моделирование при помощи неоднородных рациональных В-сплайнов (NURBS – non-uniform rational B-spline), когда плавная кривая или поверхность задается путем создания опорных точек или ломанной линии с определенным количеством опорных точек на ней (рис. 10.24);

– полигональное моделирование, в которое входят editable mesh (редактируемая поверхность) и editable poly (редактируемый полигон) – это самый распространенный метод моделирования, используется для создания низкополигональных моделей для игр и сложных моделей;

– моделирование с использованием библиотек модификаторов и стандартных примитивов. Примитивы используются в сочетании друг с другом для получения объектов сложной структуры.

Методы моделирования хорошо сочетаются друг с другом.

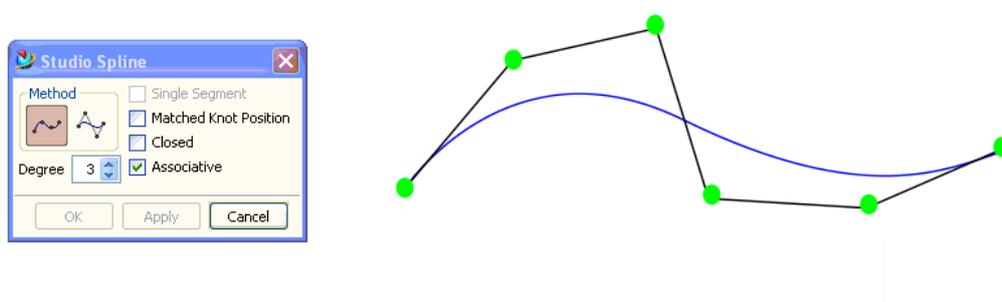


Рис. 10.24. Опорные точки

Текстурирование. Для того, чтобы разрабатываемая модель стала чем-то большим, чем набор полигонов, на нее нужно наложить текстуру (рис. 10.25).



Рис. 10.25. Текстурирование

Текстура – растровое изображение, создающее иллюзию цвета и текстуры поверхности полигонов, составляющих 3D-модель.

Программный пакет 3ds Max предоставляет набор средств рисования, наложения и послойного расположения текстур:

- функция рендеринга в текстуры позволяет «запекать» параметры освещенности и материалов каждого объекта в новые карты текстур;

- библиотека материалов Autodesk предоставляет возможность выбора из более чем 1200 шаблонов и точный обмен материалами с приложениями, поддерживаемыми Autodesk;

- моделирование затененностей любого уровня сложности, используя обширные библиотеки изображений и текстур (в том числе процедурных);

- работа с текстурами, включающая зеркальное отражение, размещение мозаикой, нанесение сплайнов, устранение искажений, декали, растягивание текстур UV, размытие;

- рисование непосредственно на 3D-объектах в несколько слоев с использованием любых материалов и текстур.

Создание анимации. Современные инструменты 3ds Max помогают создавать интеллектуальных, правдоподобных персонажей и высококачественную анимацию:

- модификаторы Skin и CAT Muscle (CAT – Character Animation Toolkit) позволяют осуществлять плавное и точное управление деформацией скелета при перемещении костей;

- сложные механизмы и персонажей можно оснащать нестандартными скелетами, используя настраиваемые средства оснастки, модули решения задач обратной кинематики (ИК) и «кости» 3ds Max;

- инструменты для анимации персонажей позволяют эффективно выполнять процедурную оснастку и анимацию двуногих персонажей и толпы;

- объекты CAT, Viped и 3ds Max могут быть анимированы с использованием слоев, что позволяет работать с данными захвата множества движений без порчи ключевых кадров;

- объединение одно- и двусторонних связей между контроллерами помогает создавать упрощенные интерфейсы 3D-анимации.

Системы частиц. При необходимости создать сцену, где требуется смоделировать звездное небо, струи фонтана, искры, огонь, дождь, снег, дым и т. п. используются системы частиц.

Система частиц (particle system) – это совокупность малоразмерных объектов, имеющих множество параметров для управления.

Начиная с восьмой версии, имеется семь основных источников частиц, которые могут демонстрировать различное поведение:

1. Super Spray (супербрызги) – существенно усовершенствованная по сравнению со стандартной система брызг, позволяющая смоделировать почти все эффекты, основанные на системах частиц. Частицам можно придавать форму различных объектов.

2. PCloud, или Particle Cloud (облако частиц) создает статичное облако из частиц и может использоваться для воссоздания трехмерного звездного неба, стаи птиц или косяка рыб. Частицам можно придавать форму различных объектов.

3. PF Source (источник потока частиц) – поток «умных» частиц, способных реагировать на запрограммированные события. Такой поток частиц может имитировать что угодно – от брызг фонтана до дымового шлейфа реактивного двигателя самонаводящейся ракеты или потока воды.

4. Blizzard (метель) – существенно усовершенствованная версия частиц Snow (снег). Частицам можно придавать форму различных объектов.

5. Spray (брызги) создает упрощенный вариант эффекта водяных брызг, наподобие капель дождя, и имеет много параметров для настройки формы частиц, их размера и характера падения.

6. Snow (снег) создает простой эффект падающего снега и имеет много параметров для настройки формы частиц, их размера и характера падения.

7. PArray, или Particle Array (массив частиц) подходит для моделирования частиц любого типа, а также для усовершенствованных эффектов имитации взрыва. Частицам можно придавать форму различных объектов.

8. Модуль Hair&Fur (волосы и мех) позволяет моделировать волосы, шерсть, траву, прутья и др. (рис. 10.26).

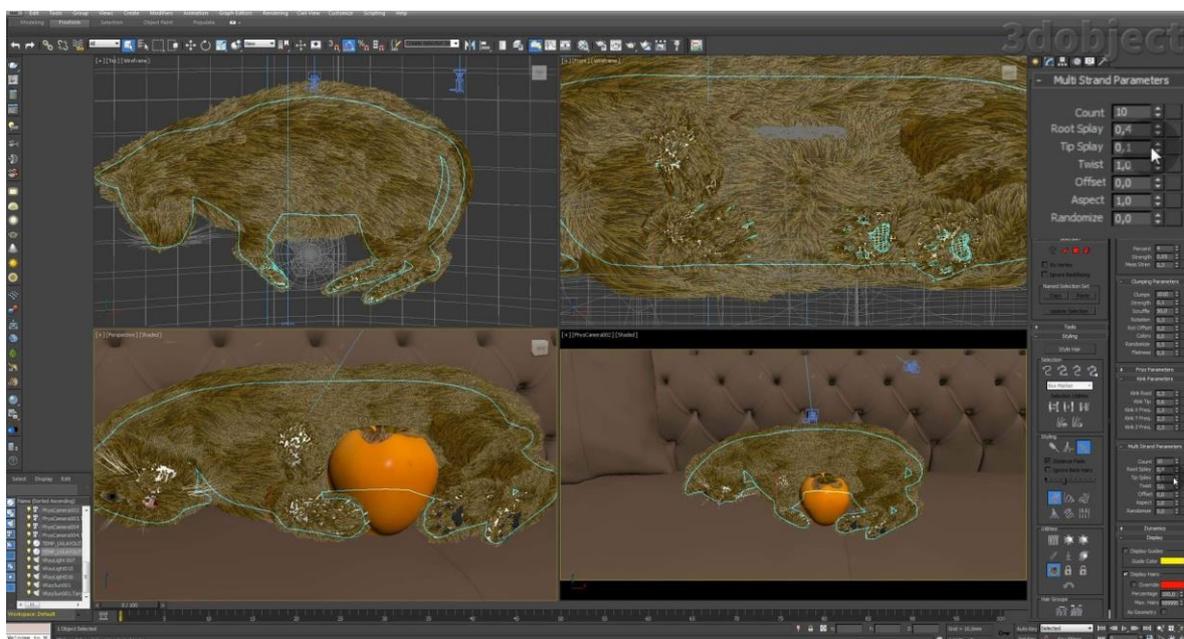


Рис. 10.26. Модуль Hair&Fur

Поскольку свойства многих объектов в естественной среде имеют сходство со свойствами волос, их моделирование в компьютерной графике является относительно сложной задачей. Перья, листья, цветы и другие объекты с большими площадями растекания могут быть полностью представлены системой, используемой для генерации волос, но вместо каждого волоса мы выращиваем что-то из готовой поверхности.

Расчет физики в 3ds Max. 3ds Max включает в себя физический движок Reactor. Он позволяет моделировать поведение твердых тел, мягких тел и тканей с учетом гравитации и других эффектов. Кроме того, модуль 3ds Max подключен к модулю «MassFX», основанному на физическом движке PhysX.

Физический движок «**Reactor**» способен обнаруживать столкновения и моделировать физическое поведение для разных классов тел, таких как твердое тело, деформируемое тело, ткань и веревка, а также для комбинаций этих четырех тел. Кроме того, «Reactor» способен моделировать взаимодействие этих четырех классов объектов с объемом жидкости и регулировать некоторые параметры, такие как вязкость жидкости.

На физические объекты в «Reactor» может действовать множество сил: гравитация, механические силы, ветер и т. д. Кроме того, имеется определенный набор составных объектов: двигатели, пружины, ломающиеся объекты, «тряпичные куклы» и автомобили с регулируемыми параметрами (колесо, ось, кузов).

«Reactor» включает в себя ограничители суставов, такие как шарниры, поршневые, призматические и осевые соединения.

Физический движок «**MassFX**» от «nVidia» использует твердотельное моделирование. Это означает, что моделирование происходит с учетом того, что тело не деформируется во время взаимодействия. Для расчета физического взаимодействия создается копия геометрической поверхности объекта, которая, как правило, не совпадает с оригиналом. Один объект используется для рендеринга, другой используется для физических расчетов и скрыт во время рендеринга.

Другое упрощение заключается в том, что вогнутые геометрические тела не поддерживаются. Для имитации появления небольшой сферы, катящейся под днищем автомобиля (дно можно представить как вогнутую поверхность по отношению к колесу), расчетная площадь кузова плоская на уровне колеса. Это означает, что виртуальный мячик будет отскакивать от любой части автомобиля, даже если он приземлится между колесами. Когда графические тела представлены в виде набора простых физических тел, существует способ обойти это ограничение, используя составные объекты (рис. 10.27).

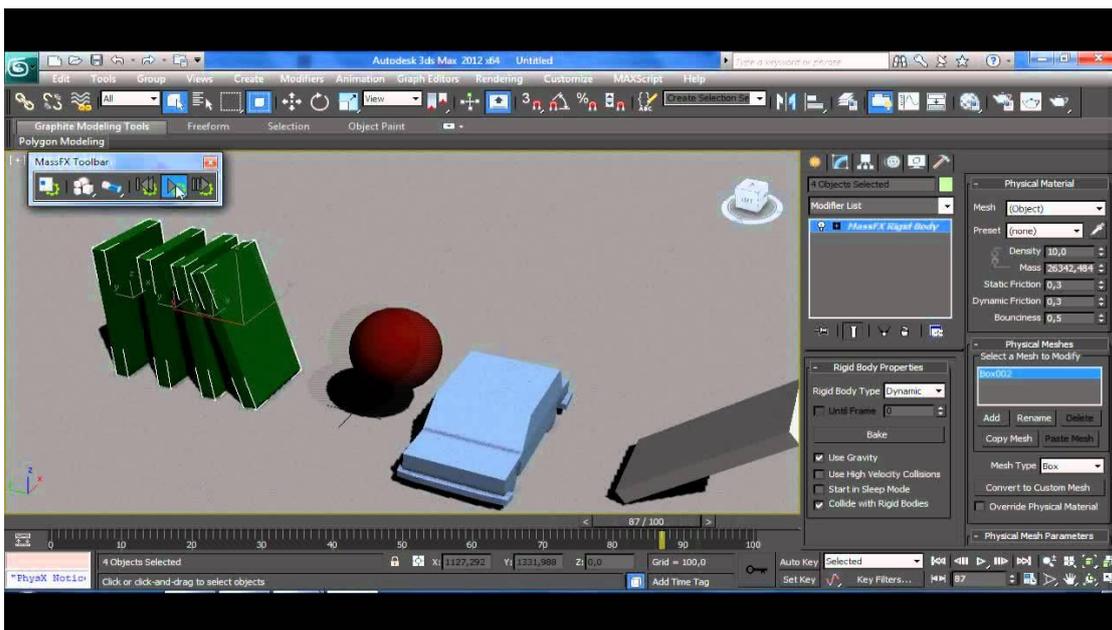


Рис. 10.27. Расчет физики в 3ds Max

В «MassFX» различают три вида физических тел: kinematic, dynamic и static.

Тела kinematic могут быть анимированы с помощью анимационных параметров, на них не действует гравитация, их не может сдвинуть с места тело типа dynamic, но сами они могут передать импульс dynamic-телам. Удобны для создания объектов, которые должны двигаться не по законам физики, а по заданной нами траектории.

Dynamic-тело рассчитывается с учетом собственного веса, силы тяжести и трения в системе. Простейший пример такого тела – сфера (она не деформируется).

Static-тела – это отдельные тела, которые поддерживают вогнутую геометрию, аналогичную kinematic-телам, но не могут двигаться. Это позволяет сэкономить на их просчете.

Для вышеупомянутых физических объектов существуют такие параметры, как плотность, упругость, трение покоя, трение движения и масса. Как и в реальном мире, масса зависит от плотности через физический объем. Так правильно рассчитывается поведение футбольного мяча и шара для боулинга. Трение в покое обычно больше, чем трение в движении, поэтому трение делится на два параметра. Упругость отвечает за отскок.

Плагины и дополнительные возможности. 3ds Max имеет обширную базу стандартных инструментов, позволяющих легко моделировать всевозможные спецэффекты. Помимо стандартной базы, есть несколько дополнительных инструментов (**плагинов**), которые не только позволяют создавать более реалистичные эффекты воды, огня и дыма, но и включают в себя другие инструменты моделирования. Плагины – это внешние надстройки, которые продаются отдельно от пакета 3ds Max или доступны бесплатно в интернете.

Вот список некоторых плагинов для 3ds Max:

– RealFlow – фотореалистичные эффекты тумана, всплесков воды, фонтанов, водопадов, пены, волн и т. д.;

– FumeFX добавляет фотореалистичные эффекты дыма, языков пламени, огня и т. д.;

– Phoenix FD – аналог FumeFX от Chaos Group для создания огня и дыма;

– DreamScapе – реалистичные ландшафты, атмосферные эффекты, небо, горы и т. д.;

– After Burn – фотореалистичные эффекты облака, дыма, взрыва и т. д.;

– GrowFX – растения любого вида: от пальм и лиан до сосен, от цветов до крупных широколиственных деревьев и т. д. Каждое растение, созданное с помощью этого плагина, можно свободно анимировать.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. В чем заключается принцип работы лантикулярного монитора?
2. Назовите виды дисплеев трехмерной визуализации.
3. Какая техника использована в конструкции пассивных (анаглифических) очков?
4. В чем заключается принцип действия активных (затворных) очков?
5. Объясните достоинства и недостатки High-Rank 3D визуализационных дисплеев.
6. В чем заключается полигонное представление?

11. Принципы разработки стереоскопических тренажеров

Темы:

1. Понятие и принципы построения тренажера.
2. Навыки и стратегии обучения ученика на тренажере.
3. Структурная схема тренажера для формирования образных навыков.
4. Модули построения тренажера для формирования образных навыков.

11.1. Понятие и принципы построения тренажера

Тренажер – оборудование, позволяющее контролировать или тренировать учащихся при обучении определенной профессии или формировании (или развитии) определенных профессиональных способностей. Также тренажером называют оборудование, реализующее физическую и функциональную модели системы «человек – машина», а также контакт данной системы с окружающей действительностью и непосредственно предметом труда. Тренажер дает постоянный контроль качества деятельности обучаемого. Он предназначен для формирования и развития имеющихся у обучаемого профессиональных способностей и знаний, которые необходимы ему для успешного управления системой «человек – машина».

Принципы построения сценариев для тренажеров, основанных на пакетах прикладных программ (ППП):

Первый принцип – тема, выбранная для определенной задачи (класса задач), должна быть интересной, базовой, а также полезной и оставляющей после себя нужные, применимые знания. Данная проблема является основной и наименее подверженной формализации в процессе разработки тренажера. Отсутствие задачи, очевидно, означает отсутствие тренажера. Ключевым параметром успеха при реализации остальных принципов построения тренажера является удачный выбор задачи.

Учебные задачи должны соответствовать профилю учебного курса, иметь в своей основе реальные прототипы и определенный физический смысл, а также иметь адекватные, но относительно непредсказуемые результаты решения. Эти рекомендации являются самыми точными и четкими на данный момент.

Подборка подходящего класса задач (или единичной задачи) осуществляется разработчиком комплекса на основе профессиональной интуиции, которая пробуждается и развивается при внимательном изучении примеров различных тренажеров.

Второй принцип – организация замкнутого, циклического управления познавательной деятельностью учащихся. Данный принцип является фундаментальным и в общей теории управления и упоминался ранее. Ниже рассмотрим этот принцип применительно к тренажерам.

Для начала стоит напомнить, что замкнутой, циклической системой управления принято называть систему с обратными связями (ОС).

В педагогических системах обратные связи делят на внешние и внутренние. Для начала рассмотрим внутреннюю ОС. Под этим типом обратной связи понимают поступление информации к обучаемому и использование этой информации

для самокоррекции своей деятельности. Говоря о внешней ОС, подразумевают поступление информации к педагогу и использование этой информации для коррекции деятельности обучаемого, а также для коррекции обучающей программы.

Понимание принципов внутренней обратной связи имеет критически важное значение для построения тренажеров на основе ППП. Основная задача внутренней ОС – частичная замена преподавательской помощи на таких этапах, как анализ результата и принятие решений. В процессе работы с учебным ППП обучаемый оперативно получает нужную информацию о правильности или эффективности своих действий. Основной информацией внутренней обратной связи являются непосредственно сами результаты расчета. Однако анализ этих данных не всегда доступен обучаемому. Поэтому в определенных случаях необходимо обеспечивать его дополнительной информацией, целями которой является стимуляция и помощь в проведении вдумчивого изучения результатов расчета (рис. 11.1).

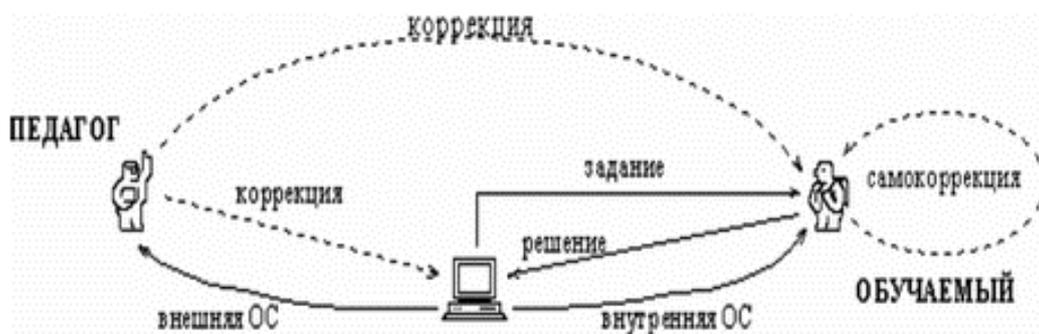


Рис. 11.1. Схема взаимодействия в триаде педагог – тренажер – обучаемый

Одним из самых простых примеров дополнительного сообщения для стимуляции интереса к анализу результатов расчета, является сообщение об оценке действий, которые были выполнены обучаемым на этапе подготовки к расчету.

Например, к такой оценке может относиться оценка правильности гипотезы, выдвинутой обучаемым во время учебного исследования, оценка эффективности предложенного проектного решения или, например, оценка качества построения определенной математической модели (рис. 11.2).



Рис. 11.2. Тренажер водителя гоночного автомобиля

Помимо непосредственной оценки, обучаемому можно предоставить дополнительную вспомогательную информацию, которую он может использовать для самостоятельного анализа и коррекции принятых решений. Объем и степень развернутости предоставляемой информации определяется на основе результатов оценки деятельности обучаемого (рис. 11.3).

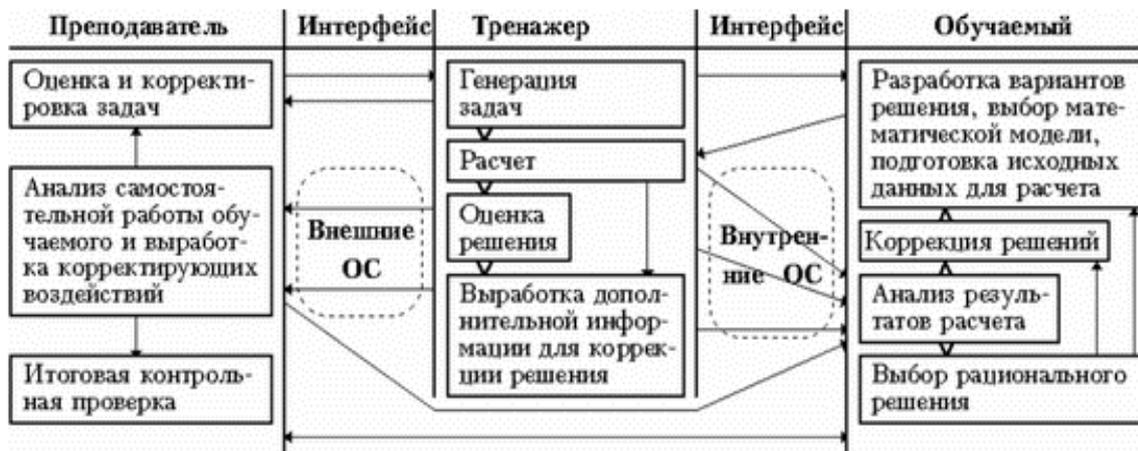


Рис. 11.3. Вспомогательная информация для тренажера

В свою очередь, информация внешней обратной связи помогает преподавателю анализировать самостоятельную работу обучаемых и корректировать весь процесс обучения. Важно заметить, что она не обязательно должна быть оперативной. Анализ полученной информации вполне может быть отложен или растянут во времени, а коррекция по результатам данного анализа может быть проведена в ходе индивидуальных или групповых консультаций, а также в процессе составления банка задач, работы над их последовательностью предъявления или при улучшении тренажеров. Главной задачей внешней ОС является предоставление преподавателю возможности получения объективной количественной оценки учебной деятельности каждого конкретного обучаемого, а также статистики по учебной работе всей группы в целом. Преподаватель, в свою очередь, должен иметь возможность анализировать не только полученную итоговую оценку, но и весь путь, по которому продвигался обучаемый, решая ту или иную учебную задачу. Только в этом случае анализ поможет оказать дифференцированную помощь в процессе проведения индивидуальных консультаций.

Третий принцип – создание соревновательных ситуаций для активизации познавательной деятельности. Рассмотренная выше схема сценария учебного проектирования открыта для внедрения определенных соревновательных и, как следствие, игровых элементов.

Международные соревнования по симуляторам и компьютерным играм.

К таким соревнованиям можно отнести либо соревнование на создание наиболее рационального и аргументированного проекта при выдаче одинаковых заданий всем обучаемым, либо, если выданные задания различны, на достижение минимальной возможной относительной разницы в критериях эффективности между оптимальными и эвристическими машинными решениями.

Важно отметить, что вторая форма соревнования побуждает обучаемых состязаться непосредственно с ЭВМ. Наблюдения показывают, что такой способ соревнования является более щадящим в психологическом плане, а также более привлекательным для большинства обучаемых, чем прямое непосредственное состязание друг с другом.

По типу исполнения тренажеры можно разделить на:

1. **Реальные или приближенные к реальности** – для отработки определенных умений используются физические объекты. Так, в медицине это схематические манекены, муляжи для отработки проведения, например, хирургического вмешательства, которые используют максимально приближенные к реальным объектам материалы (структура и расположение органов, мышечные ткани и т. д.).

2. **Виртуальные** – для отработки умений используется виртуальная реальность (программы, комплексы).

Тренажер виртуальной реальности (далее ТВР) предназначен для создания максимально реалистичных тренировочных и учебных ситуаций и может использоваться для обучения специалистов любого профиля: врачей, летчиков, инженеров и т. д. (рис. 11.4, 11.5).

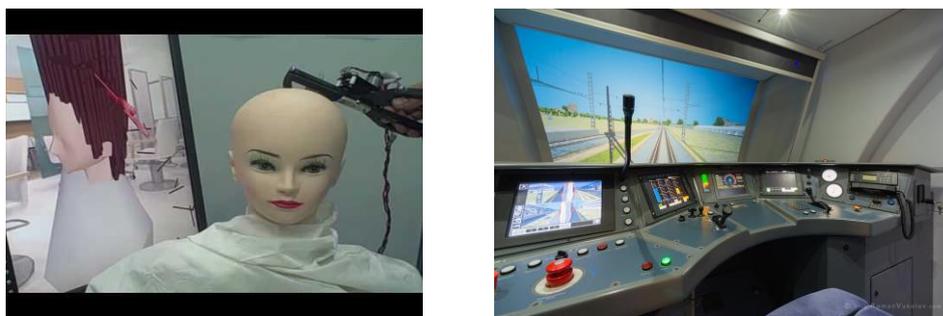


Рис. 11.4. Примеры тренажеров



Рис. 11.5. Тренажер виртуальной реальности

Вариант соединения двух симуляторов: аэропорта и кабины. При обучении специалистов на такого рода симуляторах исключается шанс авиационной катастрофы, неудачного хирургического вмешательства или аварии, вызванной некорректно спроектированной конструкцией (рис. 11.6).



Рис. 11.6. Имитируемые катастрофы

Помимо этого, такой тренажер позволяет исследовать в безопасной среде различные психологические реакции, что особенно важно при отборе кандидатов на вакансии, связанные с риском, например, космонавтов, сотрудников спецназа, ВДВ и т. д. (рис. 11.7).



Рис. 11.7. Солдат США во время виртуального боя

11.2. Навыки и стратегии обучения ученика на тренажере

Тренажер позволяет человеку совершенствовать определенные навыки.

Навык – это конкретное действие, которое формируется в ходе упражнения, совершается на уровне подсознания под контролем сознания и проявляется в стандартных, предсказуемых, стереотипных условиях.

Навыки в психологии бывают трех видов:

1. **Двигательные навыки** – автоматизированные воздействия на конкретный внешний объект при помощи движений с целью его преобразования, которое неоднократно осуществлялось ранее. Двигательные навыки включены в различные виды деятельности. Без их выработки невозможно воздействовать на предмет труда, управлять технологическими процессами, коммуницировать посредством устной и письменной речи, перемещаться в пространстве и т. д.

2. Сенсорно-перцептивные навыки – автоматизированные чувственные отражения хорошо знакомых человеку свойств и характеристик предметов, которые неоднократно воспринимались прежде. Такие навыки лежат в основе развития чувствительности. Труд, учение, игра – все это предполагает определенный уровень развития чувствительности. Например, навык слухового восприятия для родного языка складывается еще в раннем детстве на основе подражания. В свою очередь, разбор слов и их распознавание в иностранном языке во время обучения в школе формируются на основе сознательных упражнений. Обучение радистов восприятию на слух телеграмм, переданных с помощью азбуки Морзе, также требует тренировки сенсорно-перцептивных навыков. Воспринимая на слух определенную совокупность коротких и длинных сигналов, радист учится читать фразы без нужды в предварительной записи.

3. Интеллектуальные навыки – различные автоматизированные способы и методы решения ранее встречавшихся умственных задач. К важнейшим интеллектуальным навыкам относятся такие навыки как заучивание материала, построение доказательств, чтение чертежей и т. д. Помимо этого, важное место в умственной деятельности занимают навык наблюдения и навык распределения и концентрации внимания.

Стратегии обучения ученика на тренажере:

1. Стратегии по избеганию вредного предмета. У любого человека есть врожденный рефлекс уклоняться от опасности. Как следствие, человек овладевает также и навыком слежения за опасностью (например, водитель следит за кромкой дороги).

2. Стратегии по приближению к полезному предмету. К таким навыкам можно отнести навык слежения за целью для приближения к ней.

3. Стратегии обучения движению по маршруту (пошаговые). Используя данную стратегию, помимо формирования сенсорного образа маршрута, формируется также навык передвижения по нему.

4. Алгоритм обучения как движение по спирали. Зачастую в одном сеансе обучаемый формирует не один, а сразу несколько новых навыков. В таком случае полезно попеременно, как по спирали, возвращаться к каждому навыку, поднимать его до определенного уровня, а после переходить к новому навыку.

11.3. Структурная схема тренажера для формирования образных навыков

Тренажеры, целью которых является формирование образных навыков, в основном состоят из следующих модулей (рис. 11.8):

- интеллектуального;
- приема реакций человека;
- хранения истории хода обучения;
- систем отображения информации;
- измерения ошибки человека;
- реплик.

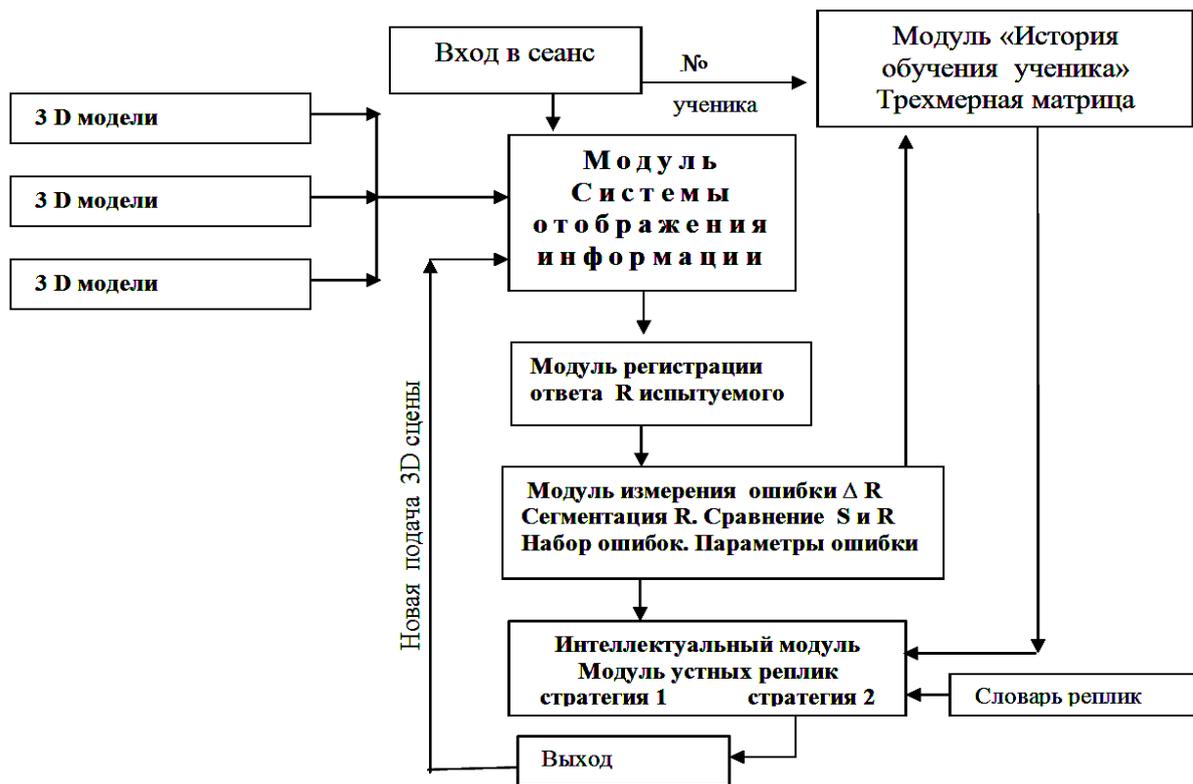


Рис. 11.8. Структурная схема тренажера для формирования образных навыков

11.4. Модули построения тренажера для формирования образных навыков

1. Модуль систем отображения информации. В тренажерах отображение и получение информации может происходить при помощи технологий 2D/3D.

Когда человек использует технологию 2D, он получает информацию с помощью различных дисплеев и мониторов, которые установлены на тренажере. В свою очередь, использование 3D-технологий позволяет получать наиболее приближенную к реальности информацию при помощи стереоскопических эффектов.

За счет плоскости монитора и разницы в скорости движения различных частей изображения присутствует небольшой стереоэффект. Полный стереоэффект достигается лишь в случае предоставления каждому глазу своей собственной картинки.

Изображение может быть сформировано как монитором с цветовым смещением (анаглиф), так и с попеременным включением каждому глазу своей картинки. Помимо этого, существуют особые ЖК-мониторы, которые способны за счет разного угла обзора формировать объемное изображение.

Человеческое зрение способно формировать представление о различных характеристиках объекта, таких как форма (перспектива), величина, цвет, взаимное расположение, а также расстояние между ними.

Системы отображения информации выводят ее в таком виде, который будет максимально понятен и комфортен для восприятия человеческим глазом.

Семисегментный индикатор – устройство, предназначенное для визуального отображения различной цифровой информации.

Блинкарное табло – это бистабильный электромеханический знаковый матричный индикатор.

Стереодисплей – устройство для визуального отображения различной информации (дисплея), которое позволяет создать иллюзию наличия реального объема у необъемных предметов, которые демонстрируются зрителю, а также, при помощи стереоскопического эффекта, иллюзию полного или частичного погружения в сцену.

Система отображения информации на электронной бумаге. Основным преимуществом электронной бумаги является безопасность для пользователя. Изображение, сформированное на таком носителе, не плавает, не мерцает, имеет идеально четкие линии, идентичные книжным или газетным. В следствие этого, электронная бумага, как и обычная, абсолютно безвредна для глаз.

2. Модуль приема реакций человека. Отслеживанием определенных действий оператора тренажера занимаются датчики, которые установлены на тренажере. Их также называют устройствами с обратной связью. Такие датчики имеют широкую область применения, включающую решение различных задач, связанных с виртуальным прототипированием и эргономическим проектированием. Также они используются для создания различных тренажеров, для дистанционного управления роботами (в том числе микро- и нанороботами), и применяются в системах создания различных виртуальных скульптур.

Расположение датчиков (сенсоров) на устройствах виртуальной реальности. Нейрокомпьютерный интерфейс (НКИ), так же называемый мозговым интерфейсом, или прямым нейронным интерфейсом – это система, которая создана для разнонаправленного обмена разнообразной информацией между каким-либо электронным устройством (например, компьютером) и мозгом.

Интерфейс, в котором внешние устройства либо принимают сигналы от мозга, либо посылают их ему, называется однонаправленным интерфейсом. Примером может служить имитация сетчатки глаза, используемая при восстановлении зрения с помощью электронного импланта (рис. 11.9).

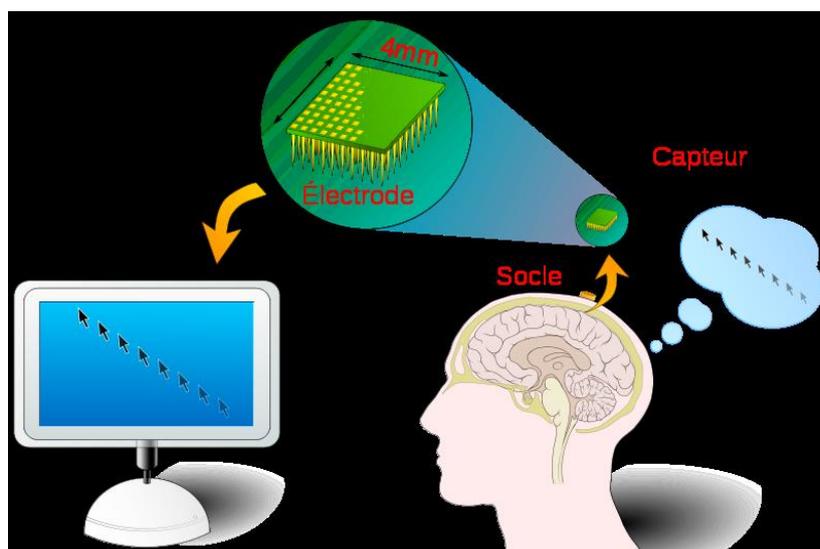


Рис. 11.9. Структурная схема НКИ

В свою очередь, интерфейс, который позволяет внешним устройствам и мозгу обмениваться сигналами в двух направлениях, называется двунаправленным интерфейсом. Нейрокомпьютерные интерфейсы часто базируются на методе биологической обратной связи.

В состав вышеописанной системы входят:

1. Электроды, служащие для отведения биопотенциалов. Минимальное число таких электродов – 2, однако чаще всего записи производят при помощи 21, 64 или даже 128 каналов. Для быстроты установки, удобства пользования и улучшения точности расположения электродов над нужными полями мозга при эксплуатации большого числа электродов обычно используют электродные шлемы.

2. Усилитель биопотенциалов.

3. ПК для регистрации и обработки сигналов. Помимо этого, этот или дополнительный компьютер используется для демонстрации испытуемому стимулов и результатов распознавания (например, вводимый текст).

4. ПО, ответственное за регистрацию и обработку ЭЭГ, распознавание паттернов, а также за предъявление стимулов и результатов распознавания.

3. Модуль измерения ошибки человека. Для оценки правильности выполнения той или иной задачи, оператор тренажера использует различные программы и модули, способные производить расчеты, анализировать все его действия, сравнивать полученные результаты с наиболее оптимальным вариантом решения предложенной задачи, а также производить статистический анализ и выдавать информацию в понятном оператору виде (таблица, диаграмма, график).

Определение стимула (S), который впоследствии предъявляется для копирования, подражания или распознавания, зависит от цели.

Реакция – это ответ, который определяется отступлением от эталона. Ошибка – это разность между полученной реакцией и эталоном: $\Delta R = S - R$.

Ошибка может иметь двоякий тип, который зависит от типа совершаемой обучаемым работы (измерение или распознавание).

Если тип работы обучаемого измерение, то под ошибкой будет пониматься метрическая близость в параметрах близости стимула S, времени реакции, угла поворота, сантиментов и реакции R. Например, это может быть какое-либо расстояние между несколькими кривыми линиями в определенном трехмерном пространстве.

Полезной практикой является вычленение из распознанных объектов конкретных признаков, по которым происходит некорректное сравнение и которые являются причиной спутывания. Именно по ним целесообразно продолжать дальнейшее обучение.

4. Модуль хранения истории хода обучения. Для обеспечения дальнейшего анализа и выявления ошибок, вся получаемая в процессе обучения оператора на тренажере информация записывается на модули памяти (рис. 11.10).



Рис. 11.10. Модули памяти

5. Интеллектуальный модуль. Интеллектуальный модуль (ИМ) – это устройство (совокупность устройств) с определенным ПО, предназначенное для создания максимально приближенной к реальности виртуальной среды. Задачами модуля являются получение данных от оператора тренажера в процессе обучения и их обработка (рис. 11.11).

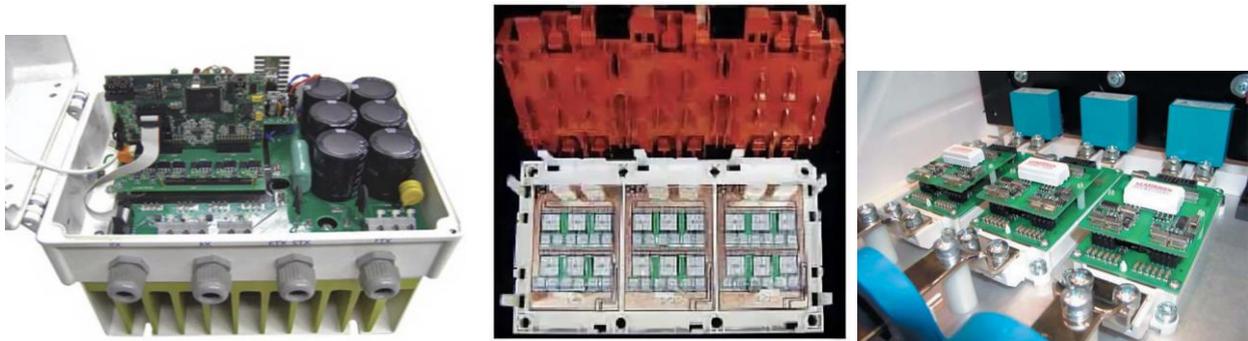


Рис. 11.11. Интеллектуальные модули

6. Модуль реплик. Данный модуль включает в себя отдельные программы или области программы, задачей которых является выдача оператору определенной информации в виде звуковых либо графических сообщений, которые в свою очередь зависят от хода процесса обучения на тренажере. В качестве примера можно привести авиатренажер: если оператор отклоняется от заданного курса или высоты, тренажер предоставляет ему отчет о текущей ситуации (рис. 11.12).



Рис. 11.12. Пример реплик в авиатренажере

Модуль реплик занимается распознаванием речи и ее воспроизведением.

Под распознаванием речи понимается процесс преобразования получаемого речевого сигнала в определенный текстовый поток.

Системы распознавания речи используются в основном для облегчения управления техническими системами. В качестве примера можно привести возможность использования голосового поиска в системе Google.

В широком смысле слова, синтез речи – это процесс восстановления определенной формы речевого сигнала с опорой на его параметры; в узком смысле слова – это процесс формирования речевого сигнала по получаемому печатному тексту.

С-3РО (Си-Трипио, сокращенно – Трипио) – протокольный дроид-переводчик, который является ярким кинематографическим примером использования реплик, их восприятия, обработки и воспроизведения (рис. 11.13).

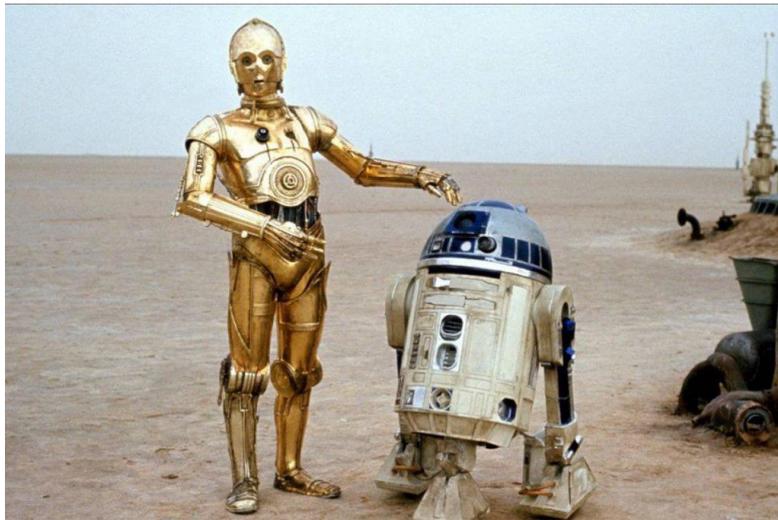


Рис. 11.13. С-3РО – робот-переводчик

Джойстик – устройство для ввода информации, которое представляет собой рычаг,двигающийся по двум плоскостям. Совершая манипуляции с джойстиком, пользователь передвигает что-либо по экрану. Помимо возможности двигаться, джойстик обычно имеет разнообразные кнопки и переключатели, которые также позволяют вводить некоторую информацию. Помимо осей x и y , часто возможно и изменение координаты z . Это осуществимо с помощью, например, вращения рукояти или наличия дополнительной ручки или колесика.

Графический планшет – устройство для ввода графической информации от руки непосредственно в компьютер. Обычно состоит из пера, с помощью которого осуществляется ввод информации, и плоского планшета, фиксирующего данную информацию посредством нажатия или близости пера.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Что такое тренажер, использующий виртуальную реальность?
2. Перечислите основные принципы построения сценариев для тренажеров, основанных на пакетах прикладных программ.
3. Какие навыки отрабатываются при помощи тренажеров?
4. Перечислите основные стратегии обучения ученика на тренажере.
5. Охарактеризуйте модули тренажеров для формирования образных навыков.
6. Какие навыки совершенствует отработка меткой стрельбы по мишени на тренажере?
7. В чем заключаются отличия виртуальных тренажеров, обучающих знаниям, от виртуальных тренажеров, обучающих умениям?

ГЛАВА 4. КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

12. Специфика и применение когнитивных технологий в дополненной реальности

Темы:

1. Появление технологий дополненной реальности (augmented reality, AR).
2. Варианты использования AR: отслеживание и управление.
3. Варианты использования AR: отрасль здравоохранения и создание доступной среды.
4. Варианты использования AR: строительство, архитектура и декор.
5. Варианты использования AR: образовательная, психологическая и юридическая сферы.
6. Варианты использования AR: искусство, культура и социум.
7. Варианты использования AR: здоровый образ жизни.
8. Варианты использования AR: игры и военные задачи.

12.1. Появление технологий дополненной реальности (augmented reality, AR)

В первый раз AR (augmented reality) – система, совмещающая в себе реальные и виртуальные объекты, – в мобильном приложении была представлена в 2010 году для iOS-приложения. Пользователь фокусировал камеру на объекте, а приложение автоматически проводило расчет и представляло на экране информацию о ближайших достопримечательностях.

Главная задача приложений такого типа состоит в получении изображения реального мира при помощи камеры, которое впоследствии обрабатывают алгоритмы распознавания образов. После этого происходит смешивание и наложение виртуальных элементов на обработанную картинку. В итоге получается смешанная реальность из реального и виртуального миров (рис. 12.1).



Рис. 12.1. Пример технологии AR

В настоящее время данная технология абсолютно не кажется чем-то из разряда научной фантастики. Приложения дополненной реальности на сегодняшний день находятся в активной разработке и представлены проектами и приложениями автоматических переводчиков графического материала, распознавателей локации, играми. По сути технологии AR являются новым способом

получения данных, который может оказать существенное влияние на нашу жизнь. Некоторые аналитики считают, что AR совершит прорыв аналогичный тому, что сделал когда-то интернет. При помощи всемирной сети мы получили контекстно-зависимый доступ к информации. Таким образом, нужные сведения сегодня можно найти практически моментально.

12.2. Варианты использования AR: отслеживание и управление

Проверка биографии: во время встречи с кем-либо можно будет сразу просмотреть его онлайн-досье. Сейчас в это досье попали бы профили в Instagram, Twiter, Facebook, LinkedIn и так далее. Данная технология позволит крайне быстро ознакомиться с биографией человека.

Создание 3D-моделей: возможность строить виртуальные макеты в реальном мире. Данный интерактивный способ построения моделей обеспечивает лучшее понимание результата проектирования (рис. 12.2).



Рис. 12.2. Создание 3D-моделей с помощью AR

Конференции: все участники звонка будут иметь возможность создания общих проекций в AR непосредственно во время разговора, что положительно скажется на вовлеченности и концентрации.

Создание экранов: проецирование экранов с практически неограниченным разрешением вне зависимости от расположения и времени. В случае, когда необходим монитор достаточно спроецировать виртуальный экран, что позволяет избавиться от необходимости иметь множество других устройств, таких как планшеты, ноутбуки и проекторы.

Создание записей и управление проектами: множество инструментов, предназначенных для повышения продуктивности, могут быть легко реализованы при помощи технологий дополненной реальности.

AR-ассистенты: возможность просматривать список дел, встреч, все внесенные в него изменения и другую полезную информацию.

Совместная работа: использование технологий дополненной реальности для создания общего рабочего пространства.

Измерения: измерение линейных размеров объектов, расстояния до них и других геометрических величин в дополненной реальности (рис. 12.3).



Рис. 12.3. Измерение объектов с помощью AR

Мониторинг: создание персональной ленты новостей с уникальным способом визуализации и схематизации данных с неограниченной масштабируемостью.

UI/UX в AR: отсутствие физического дисплея в AR предоставляет возможность в более полной мере использовать голос, жесты, а также компьютерные нейроинтерфейсы для управления системой.

Восстановление истории взаимодействий: использование систем распознавания лица с интеграцией CRM или других систем, позволяющих хранить историю взаимодействий, позволит при встрече с человеком предоставить важную информацию для общения и возможные темы обсуждений.

Исследования: поиск информации через сеть Интернет или на основании ранее полученной вами информации при помощи дополненной реальности поможет оперативно восстановить все необходимые сведения.

Эмоциональное состояние: позволяет по ряду таких факторов, как мимика, жесты, а также, возможно, недоступных для человеческого восприятия определить эмоциональное состояние человека или группы людей, что может быть крайне полезно как в простом разговоре, так и на публичном выступлении.

Математическая обработка данных: при помощи технологий облачных вычислений очки дополненной реальности могут предоставить крайне широкий спектр возможностей по считыванию данных объективной реальности и производству на их основании расчетов для самых разных целей.

Передача информации на гарнитуры AR: очки дополненной реальности могут заменить весь функционал мобильного телефона, при этом у вас не будет необходимости отвлекаться, что может быть крайне полезно, например, во время управления транспортным средством.

Идентификация объектов: поможет распознавать и обнаруживать объекты, а также отслеживать их перемещение в пространстве при помощи компьютерного зрения. После чего есть возможность автоматически найти всю информацию о нем и предоставить пользователю.

Автомобильная отрасль.

Фиксация ДТП: запись происшествия от первого лица с широким углом съемки позволит более точно определять виновников ДТП.

Профилактика аварий: использование компьютерного зрения для создания подсказок, прогнозирования возможных происшествий и их предотвращения, акцентуация внимания на менее заметных, но крайне важных элементах.

GPS-навигация: построение маршрута следования в дополненной реальности имеет не только более высокий уровень наглядности, но и позволяет концентрировать свое внимание на дороге, не отвлекаясь на навигаторы (рис. 12.4).

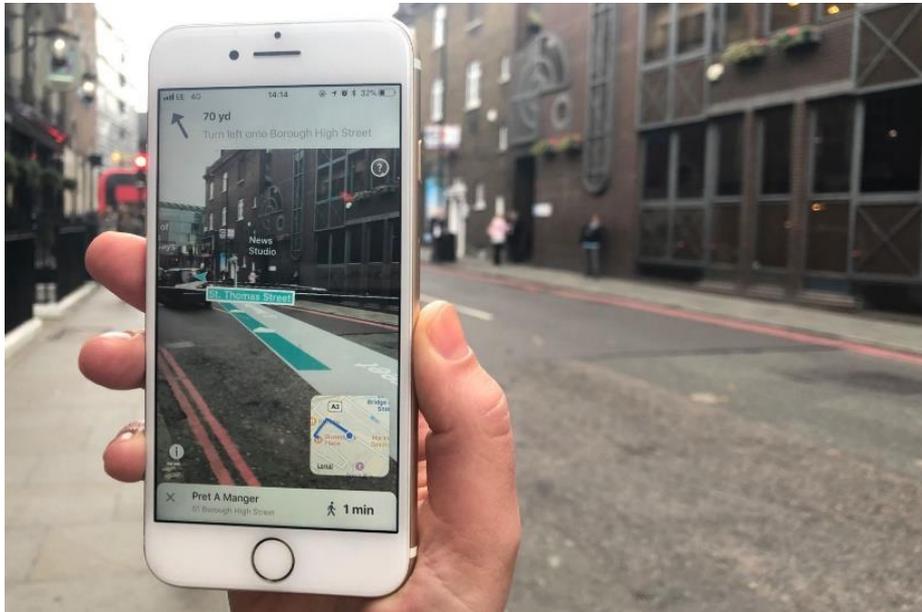


Рис. 12.4. GPS-навигация в AR

Выявление угроз: пользователи могут отмечать ДТП, опасные участки, пробки и другую полезную информацию в дополненной реальности.

12.3 Варианты использования AR: отрасль здравоохранения и создание доступной среды

Помощь при операциях: определение ключевых элементов строения тела пациента, наглядные интерактивные 3D-модели, а также консультация с другими специалистами в режиме реального времени.

Выбор медикаментозного лечения: AR облегчит работу фармацевтам и врачам и поможет снизить количество ошибок при назначении медикаментозного лечения и составлении рецептов.

Внутривенные инъекции: отображение кровеносной системы в дополненной реальности упрощает работу медперсоналу и помогает избежать ошибок при инъекциях.

Проверка симптомов: пациенты смогут найти свои симптомы в базе данных, а также переслать свои данные специалистам в режиме реального времени при минимальных усилиях.

Более широкий доступ к медицинской помощи: AR позволит врачам получать консультацию у более опытных коллег в режиме реального времени вне зависимости от места нахождения специалистов и пациентов (рис. 12.5).



Рис. 12.5. Обмен опытом с помощью AR

Создание доступной среды.

Карты для людей с ограниченными возможностями: виртуальные карты в дополненной реальности с построением маршрутов наиболее приспособленных для людей с ограниченными возможностями опорно-двигательного аппарата.

Вспомогательное приложение для слабослышащих: устройства дополненной реальности могут преобразовывать полезную звуковую информацию в визуальную.

Перевод в реальном времени: устройства дополненной реальности могут переводить текст иностранного языка или языка жестов.

Вспомогательное приложение для слабовидящих: при помощи систем компьютерного зрения и голосовых интерфейсов гарнитура дополненной реальности может значительно упростить и обезопасить жизнь слабовидящих людей.

Приближение: возможность рассмотреть мелкий шрифт, а также упростить распознавание различной текстовой информации.

12.4. Варианты использования AR: строительство, архитектура и декор

Уборка: определение и выделение областей дома, нуждающихся в уборке или починке, создание напоминаний в дополненной реальности.

Дизайн интерьеров: использование технологий дополненной реальности для создания виртуального интерьера (рис. 12.6).

Защита детей от опасных вещей в доме: сканирование жилища на предмет потенциально опасных объектов, поиск рекомендаций о том, как обезопасить дом для маленьких детей.

Мониторинг и контроль бытовых приборов и систем: повышение энергоэффективности путем отслеживания энергопотребления, состоянии и других показателей IoT-устройств и бытовой техники.



Рис. 12.6. Подбор интерьера с помощью AR

Строительство и архитектура.

Проекты и модели: создание более понятных, детальных, легко масштабируемых и интерактивных трехмерных моделей.

Управление проектами: сканирование проектов на предмет соответствия спецификациям и требованиям, выявление отличий и недочетов.

Помощь при реализации проекта: важные подсказки в дополненной реальности в реальном времени помогут избежать ряда ошибок, ускорить и упростить процесс любого рода работы (рис. 12.7).



Рис. 12.7. Указание на нагруженные элементы в AR

Визуализация проектов: создание модели готового проекта, виртуальные экскурсии в дополненной реальности.

12.5. Варианты использования AR:

образовательная, психологическая и юридическая сферы

Инструкции по эксплуатации: визуализация инструкций, этапов сборки деталей различных систем в дополненной реальности, а также создание пособий по первоначальной настройке техники (рис. 12.8).

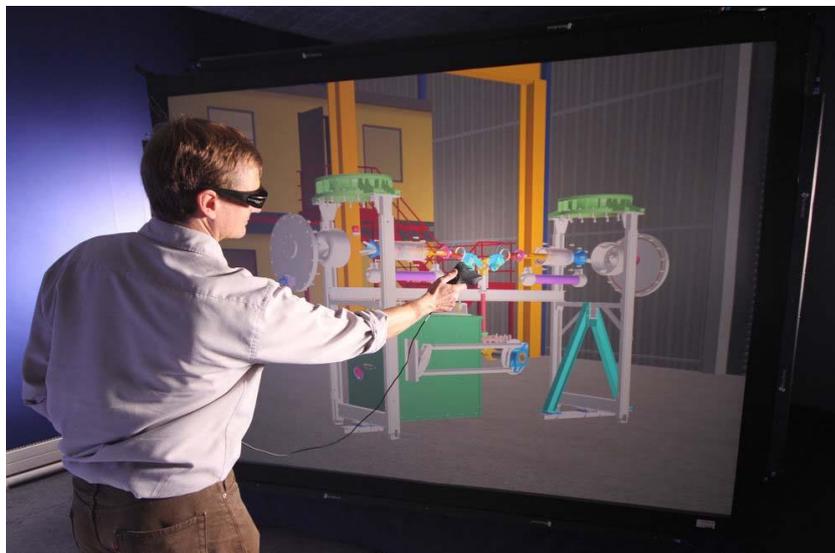


Рис. 12.8. Инструкция по эксплуатации в AR

Улучшение учебных аудиторий: вспомогательные материалы по различным предметам в дополненной реальности, создание пособий и учебников, тестирование в формате дополненной реальности. Учителя будут иметь возможность отслеживать ответы и активность учеников в реальном времени, а различные опыты, например, по химии, можно будет проводить в дополненной реальности без угрозы для жизни или здоровья.

Профессиональное обучение: дополненная реальность позволит стажерам получать советы и перенимать опыт в режиме реального времени без непосредственного участия других специалистов.

Книги: дополнения для печатной продукции в виде интерактивных моделей и реконструкций событий, разработанных для гарнитуры дополненной реальности.

Астрономия: построение линий, соединяющих созвездия, отображение планет и звезд невидимых невооруженным глазом.

Сфера психологии.

Тренировка эмпатии: проецирование переживаний различных людей, их жизненного опыта и ситуаций, с которыми они ежедневно сталкиваются.

Тестирование: получение более репрезентативных результатов от людей на основании анализа эмоциональной окраски их слов и иных параметров.

Публичные выступления: отслеживание и отображение более точной реакции слушателей предоставит так же возможность скорректировать выступление и пояснить некоторые особенно важные для конкретной публики моменты.

Развитие эмоционального интеллекта: тренировочные упражнения и обратная связь в реальном времени предназначенная для определения свойств уместного социального взаимодействия, например, зрительного контакта, добавления в речь шуток и определения оптимальной дистанции до собеседника. Особую ценность данное приложение представляет для людей, имеющих расстройство аутистического спектра.

Безопасность и юридическая сфера.

Тесты на алкоголь: использование внешних индикаторов и их анализ для определения алкогольного опьянения повысит скорость и эффективность получения результата.

Выявление лжи: анализ правдивости на основании различных признаков, микро-выражений лица, речи и жестов.

Контроль за оборотом контрабанды: поиск и сканирование подозрительных предметов и вызов правоохранительных органов для более детального досмотра.

Розыск подозреваемых: использование технологий распознавания лица, облачных вычислений и анализа даны для поиска подозреваемых и упрощения установления личности участников правонарушений.

Места преступлений: проведение анализа и отображение наиболее важных деталей на месте преступления, реконструкция событий в дополненной реальности.

Дача показаний и свидетельство: упрощение процесса записи и анализа свидетельств и доказательств при помощи гарнитуры дополненной реальности.

Выбор присяжных и контроль их состояния: повышение тщательности отбора людей для суда присяжных на основании эмоциональных состояний и отображения данных каждого кандидата.

Контракты: получение и подпись документов с использованием современных криптографических технологий и применением видов аутентификации недоступных для бумажных носителей.

Политика.

Опросы населения: при помощи технологий оценки эмоциональной окраски высказываний можно будет узнать отношение людей к определенному политику и его заявлениям, а также определить вероятное количество голосов на выборах.

Телесуфлеры в AR: политики смогут использовать очки дополненной реальности в качестве телесуфлера, отказавшись от бумажных карточек и громоздких мониторов, а также вступать в дискуссию на темы, где требуются дополнительные специальные знания.

Проверка фактов: позволит использовать AR для мгновенной проверки фактов как избирателями, так и политиками.

Анализ спонсоров: использование технологий распознавания эмоций для поиска потенциальных партнеров и спонсоров, а также определения лояльности аудитории.

12.6. Варианты использования AR: искусство, культура и социум

Походы на природу: использование дополненной реальности для отображения данных о растениях и животных реального мира, определение мест с наибольшей вероятностью встретить определенных представителей флоры и фауны, а также для определения съедобности грибов и ягод.

Музеи и экскурсии: расширение экспозиции музея путем реконструкций исторических событий в дополненной реальности, а также вынесение части информации об экспонатах в дополненную реальность (рис. 12.9).



Рис. 12.9. AR-технология в музее

Книги: чтение книг в дополненной реальности в отсутствие физического печатного издания или использование дополненной реальности для лучшей иллюстрируемости.

Анализ предметов искусства: анализ, выявление деталей, акцентуация внимания на важных элементах, подробная информация о предметах искусства в дополненной реальности.

Обучение творчеству: пошаговые инструкции в дополненной реальности по различным видам изобразительного искусства с наглядными интерактивными примерами и подсказками.

Исторические места: реконструкция событий и архитектуры реальных мест в дополненной реальности.

Распознавание песен и исполнителей: использование алгоритмов распознавания песен и отображение информации о них на основе анализа реакции пользователя.

Торговля.

Выбор персонального стиля: варианты причесок и макияжа можно будет примерить на себе в дополненной реальности.

Покупка одежды: приложения для примерки и покупки одежды в дополненной реальности. Можно примерить одежду, не выходя из дома и сразу ее заказать.

Покупка мебели: можно разместить AR-модели мебели для составления наглядного проекта дизайна и определения подходящих цветов и материалов.

Модификация тела: приложение дополненной реальности позволит увидеть, как бы вы выглядели, если бы сделали татуировку или пирсинг, похудели бы или набрали вес.

Шопинг: гарнитура дополненной реальности поддерживает технологию распознавания объектов и на ее основании совершает поиск данного объекта в сети Интернет с целью покупки или поиска отзывов на данный товар по вашему желанию.

Интеллектуальная покупка продуктов: создание списка необходимых покупок, считывание плана расположения стеллажей и построение оптимального маршрута для минимизации временных затрат.

Мониторинг рынка: использование технологий дополненной реальности для мониторинга цен и наличия товаров.

Маркетинг.

Персонализация и таргетная реклама: индивидуально подобранная реклама для каждого человека будет отображаться в дополненной реальности. При помощи технологий дополненной реальности таргетная реклама сможет появиться не только в сети Интернет, но и на улицах городов.

Интерактивная реклама: пользователи смогут взаимодействовать с элементами рекламы и рекламируемой продукцией, получать более детальную информацию о ней.

Агрессивный маркетинг: реклама будет появляться на пути следования людей или следить за перемещением глаз, чтобы всегда оставаться в поле зрения, а элементы рекламы смогут выходить за границы видео.

Общественные отношения.

Сопоставление лиц и имен людей: выведение информации о человеке, в том числе имени, на основе сканирования его лица.

Оценка пары: моделирование свиданий, оценка привлекательности и отображение увлечений и иной информации о возможном партнере в дополненной реальности.

Частные клубы: отметки о проведении частных мероприятий в дополненной реальности. Пройти по маршруту смогут только те, кто приглашен, посторонние лица не будут знать о его существовании.

Блоги: при помощи гарнитуры дополненной реальности можно записывать более живые видео от первого лица.

AR-портфолио: создание виртуального профиля в дополненной реальности, который будет изменяться в зависимости от ситуации.

Статусы в AR: отображение выбранного статуса в дополненной реальности позволит избежать нежелательного внимания или наоборот упростит процесс знакомства.

Встречи в дополненной реальности: создание виртуальных встреч с друзьями, особенно актуально для ситуаций, когда встретиться вживую не представляется возможным. Позволяет проецировать своих друзей через гарнитуру (рис. 12.10).



Рис. 12.10. Встречи в AR

Индустрия кино.

Виртуальные профили: отображение справочных материалов об актерах: их имена, фильмография и прочая информация.

Совместный просмотр: просмотр видео и фильмов совместно с друзьями и близкими, находящимися в любой точке мира.

Субтитры: создание субтитров в дополненной реальности в любых условиях.

Просмотр на фоне: просматривать видеоматериалы можно фоново в процессе пробежки, прогулки или по пути на работу, не отвлекаясь от дороги.

12.7. Варианты использования AR: здоровый образ жизни

Подсчет калорий в пище: гарнитура дополненной реальности может автоматически определять пищевую ценность продуктов и блюд, а также предоставлять полезную информацию о ней (рис. 12.11).



Рис. 12.11. Подсчет калорий в пище с помощью AR

AR-вывески: отображение информации о ресторанах, отзывов о них и другой информации в дополненной реальности. Сами рестораны также могут размещать информацию, например, список самых популярных блюд или блюдо дня. Так же пользователи могут увидеть, сколько свободных мест есть в ресторане и забронировать их.

Подбор рецептов по имеющимся продуктам: приложение анализирует данные о имеющихся продуктах и предлагает список блюд, которые можно из них приготовить.

Предупреждения об особенностях рациона: работники ресторана смогут видеть в дополненной реальности ваши предпочтения в еде, особенности вашей диеты и информацию об аллергиях.

Автоматический контроль диеты: гарнитура дополненной реальности будет автоматически сканировать потребляемую пищу и подсчитывать количество калорий, а при превышении предела – выводить соответствующее сообщение.

Инструкции по приготовлению: рецепт блюда в дополненной реальности, виртуальные подсказки и инструкции по приготовлению.

Игровая тренировка: любые спортивные действия можно превратить в квест в дополненной реальности, за выполнение заданий в котором вы будете получать баллы. Эта технология может помочь с популяризацией здорового образа жизни и увеличить количество времени, которое люди уделяют своему здоровью.

Персонализированные тренировки: тренировки в дополненной реальности, в процессе которых кроме советов и анализа техники выполняемых упражнений будет отображаться полезная информация (пульс, давление и др.).

Просмотр своих спортивных результатов: информация о ваших тренировках и достижениях, а также о достижениях других людей, история занятий и упражнений будут отображаться в дополненной реальности.

Личный AR-тренер: виртуальный тренер в дополненной реальности позволит более детально изучить технику выполнения упражнений с различных ракурсов (рис. 12.12).



Рис. 12.12. Тренажер, совместимый с AR

Спортивное направление.

Наложение игровой статистики: наложение полезной информации (например, статистики) на соревнования в дополненной реальности.

Продвинутая аналитика: наложение дополнительных полезных данных, например, физических величин, таких как сила удара, угол, просчет траектории.

Расширение возможностей спортсменов: способности спортсменов можно будет улучшить, а поле их зрения – расширить. В теннисе это позволит просчитывать траекторию полета мяча и предугадывать, в каком месте он окажется.

Управление игрой: отображение в дополненной реальности схем, тренерских указаний и другой полезной для игроков информации.

12.8. Варианты использования AR: игры и военные задачи

Домашние питомцы в AR: виртуальные питомцы, которых можно будет без проблем взять с собой куда угодно и показать другим (рис. 12.13).

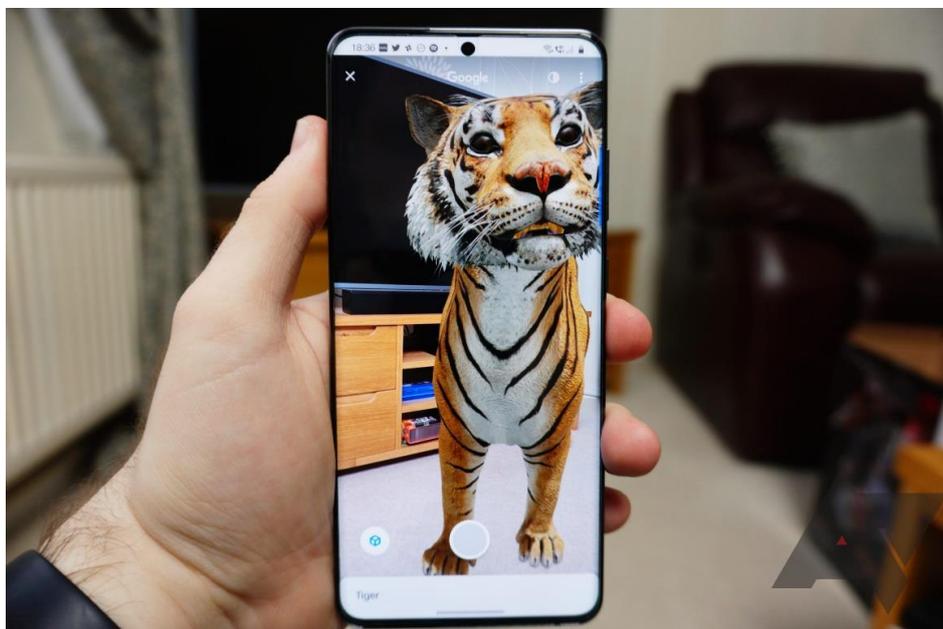


Рис. 12.13. AR-питомцы

Игры с использованием геолокации: игровой мир в AR поверх реально существующих мест позволит не только весело провести время, но и изучить местность.

Расширение возможностей игр: использование гарнитуры дополненной реальности как средства отображения игр. С появлением еще более мощных компьютеров такая технология может запускать игры непосредственно на самой гарнитуре.

Элементы игры в реальной жизни: применение дополненной реальности для создания игр из привычных жизненных ситуаций. Соревноваться можно будет в любых, даже самых повседневных вещах.

Киберспорт: трансляции киберспортивных соревнований и отображение дополнительной информации в AR.

Военная сфера.

Встроенные дисплеи: отображение тактической информации, такой как запасы снаряжения, воды и пищи, список имеющегося вооружения, биологические, физиологические показатели и параметры, состояние других бойцов отряда, а также цели операции (рис. 12.14).



Рис. 12.14. AR-шлем, предназначенный для военных действий

Преодоление минных полей: по итогам сканирования местности отображение информации о минах и неразорвавшихся снарядах для обеспечения безопасности не только военнослужащих, но и гражданского населения.

Тайники: секретные службы могут использовать дополненную реальность для создания тайников, путь к которым сможет узнать только тот, кому тайник предназначен.

Расширенное зрение для пилотов: использование дополненной реальности для обозначения целей, важной тактической информации, данных о полете и информации радиолокационных станций.

Выделение целей: выделение дружественных и вражеских сил, а также гражданского населения определенным цветом. Также может отображать тактическую информацию, например, о том, что техника в поле зрения является танком или БМП.

Инструкции: инструкции и подсказки по использованию военной и специальной техники, оружия, БПЛА и др.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Что понимается под технологией дополненной реальности (augmented reality, AR)?
2. Перечислите варианты использования дополненной реальности в сфере отслеживания и управления.
3. Как используется дополненная реальность в здравоохранении?
4. Какие возможности предлагает дополненная реальность в сфере строительства, архитектуры и декора?
5. В чем заключаются новые возможности применения дополненной реальности в образовательной и психолого-педагогической деятельности?

6. Что добавляется в сферу искусства и культуры посредством использования технологии дополненной реальности?
7. Приведите примеры применения дополненной реальности в сфере здорового образа жизни.
8. В каких устройствах нашли применение технологии дополненной реальности в военной отрасли?

13. Специфика и применение когнитивных технологий в виртуальной реальности

Темы:

1. Области применения когнитивных технологий.
2. Перспективы использования виртуальной реальности.
3. Варианты использования VR: индустрия кино и развлечений.
4. Варианты использования VR: медицина и спорт.
5. Варианты использования VR: наука, образование и культура.
6. Варианты использования VR: модная индустрия.
7. Варианты использования VR: сфера строительства и проектирования.
8. Варианты использования VR: медиа, реклама, телекоммуникации и торговля.

13.1. Области применения когнитивных технологий

1. Когнитивные помощники. Системы адаптивной поддержки в динамически меняющихся технических средах делают возможным, к примеру, не только идентификацию состояния водителя и оперативное реагирование на его изменения, но и позволяют, например, доставить владельца автомобиля по требуемому адресу. Компания «Нейроком» Института радиотехники и электроники РАН производит системы, отслеживающие состояние водителя, инструменты идентификации психофизиологических характеристик оператора, которые выполняют функцию отслеживания первичных признаков погружения в сон.

В качестве примера такого помощника можно привести системы гиперкоммуникации, которые зачастую могут превзойти традиционную коммуникацию. Данные системы позволяют отслеживать внимание собеседника на расстоянии. В качестве еще одного примера можно привести **окулографию** – технологию отслеживания движения зрачков (рис. 13.1, 13.2), которая станет незаменимым инструментом для различных групп пользователей.



Рис 13.1 Устройство для отслеживания движения зрачков



Рис. 13.2. Технология окулографии

2. Нейровизуализация. После изучения процессов, протекающих в головном мозге индивида, к примеру, посредством магнитно-резонансной томографии, станет возможным воссоздание его особенностей в полной мере или же частично. Это и послужит отправной точкой для создания искусственного интеллекта, для которого будут доступны процессы обучения и генерации творческих идей. **Нейромаркетинг.** Индивиду демонстрируют версии обновленной упаковки для молока и отслеживают реакции головного мозга на предмет активизации тех или иных областей (рис. 13.3).



Рис. 13.3. Технология электроэнцефалографии

Для исследователя не представляет интереса эмоциональная окраска реакции, ему важен лишь факт наличия реакции как таковой. По мнению специалистов, данный подход делает возможным создание таких рекламных стратегий, которые повлекут за собой наиболее позитивный ответ от потенциальных потребителей, а также оставят наиболее глубокий след в подсознании.

3. Когнитропные препараты. В качестве препаратов для повышения различных психофизиологических характеристик создаются так называемые «косметические средства для ума». На данный момент их эффективность только растет, а сфера применения варьируется от лечения деменции до применения в непатологических случаях.

4. Интеллектуальные роботы. На данный момент прослеживается тенденция к очеловечиванию машин. Это значит, что механические устройства в определенной мере обладают способностью к юмору, поддержке и иным проявлениям когнитивных процессов и эмоциональных состояний. Заметим также, что машины поддаются обучению, их можно обучить таким когнитивным процессам, как узнавание объектов, распознавание речи, различные мыслительные операции. В качестве примера можно привести «Проект эмоциональных агентов» Института лингвистики РГГУ. В качестве основы для программного кода, который будет имитировать когнитивную деятельность у роботов, берется эмоциональная и когнитивная деятельность живых индивидов. Результатом ряда преобразований и выполнения программного кода становятся персонажи на мониторе устройства, которые обладают способностью эмоционально реагировать на раздражители на примитивном уровне. То есть за основу берется эмоциональное поведение живых людей – их речь, интонация, мимика, поведение. Получившаяся модель алгоритмируется и превращается в программный код. В результате на экране компьютера уже общаются рисованные человечки, способные и пошутить, и разозлиться.

5. Интерфейсы для мозга. К примеру, интерфейсы вида «мозг – ПК» посредством электроэнцефалографии (рис. 13.4) и иных способов в ближайшем времени придут на смену прижившимся в обиходе элементам управления ПК, что положит начало эре мысленного управления девайсами.

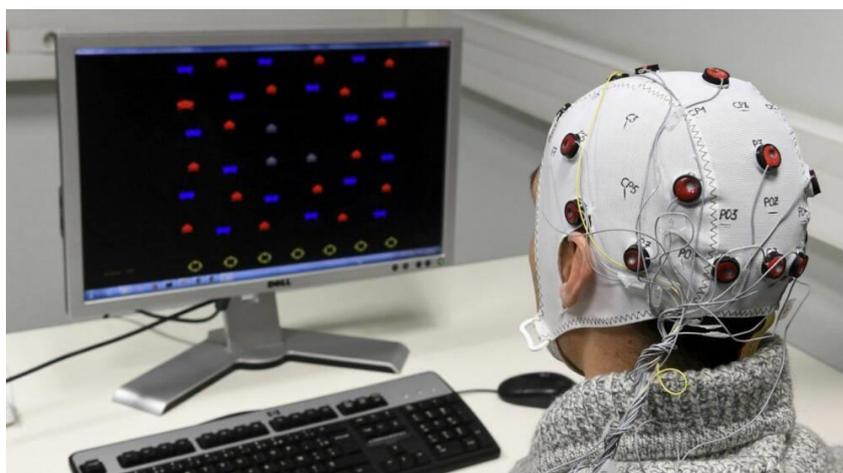


Рис 13.4 Технология интерфейса «мозг – компьютер» с использованием электроэнцефалографии

6. Искусственные органы чувств. Проблема обретения зрения слепыми людьми может быть решена посредством передачи изображения в мозг при помощи электродов без участия зрительного аппарата. Может наблюдаться и ситуация, когда органы чувств не заменяются при помощи технологии ввиду патологии, а наоборот улучшаются в норме (рис. 13.5).

Так сенсоры повысят чувствительность здоровых органов, что увеличит физиологические возможности индивида. Нейропротезы во много раз превзойдут по своим возможностям человеческие части тела, что положит начало поры кардинального изменения человека (рис. 13.6).

DEEP BRAIN STIMULATION for epilepsy

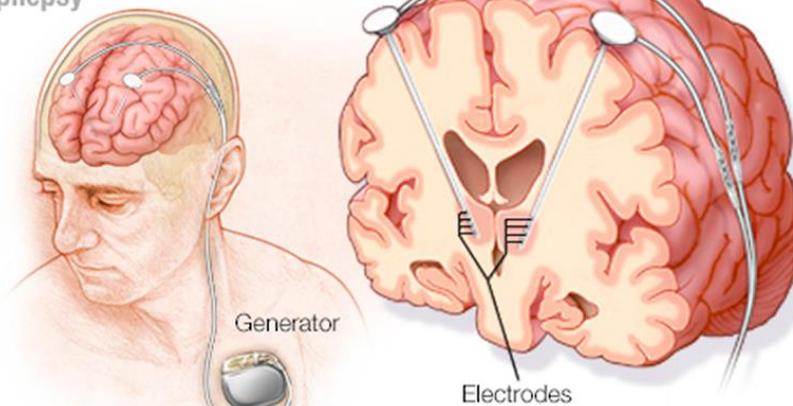


Рис. 13.5. Технология нейропротезирования



Рис. 13.6. Нейропротезы рук

7. Автоматический анализ текстов. Нейроэкономика. В текущих реалиях наиболее выигрышное положение занимает не обладатель информации, а тот, кто способен с ней взаимодействовать на различных уровнях. К данному классу пользователей информацией можно отнести системы электронного перевода, системы распознавания текста и голоса. В качестве примера можно привести компанию Cognitive Technologies, которая применяет механизм абстрактного мышления в системах искусственного интеллекта для организации процессов управления на предприятиях.

8. Когнитивная графика и виртуальная реальность. Системы когнитивной графики и виртуальной реальности – новая ветвь в области взаимодействий между человеком и машиной. Несмотря на новизну они уже получили активное развитие и достаточно широкое распространение: в медицине – для моделирования, в промышленности – для поддержки принятия решений по управлению сложными технологическими системами и многое другое.

9. Когнитивный анализ и нейрополитика. Когнитивные методы могут использоваться не только в целях воздействия на отдельные группы лиц и общество в целом, но и для анализа общественных процессов и построении гипотез о развитии общества.

Анализ эмоциональных проявлений индивида возможен даже при обработке данных, получаемых с различных камер и иных устройств, записывающих и транслирующих видео. Таким способом анализируются выступления публичных лиц, а также произведения искусства.

При анализе улыбки Моны Лизы ученые получили следующие результаты: на 83 % она счастлива, на 8 % испытывает отвращение, а на 6 % – страх (рис. 13.7). Причем художник зашифровал эти эмоции на разных участках картины. Положительные эмоции считываются при беглом осмотре картины с игнорированием области рта. В то же время рот является выражением негативных эмоций. Это явление получило название «улыбка Моны Лизы».



Рис. 13.7. Технология когнитивного анализа известной картины Да Винчи

Еще одним методом исследований является **когнитивный анализ** отдельной личности. При исследовании когнитивной и эмоционально волевой деятельности индивида, например, политика, можно с большой достоверностью получить понятие о влияющих на его поведение факторах, что, в свою очередь, позволяет, во-первых, получить представление о наиболее доступных когнитивных методах влияния на него и, во-вторых, воссоздать имеющиеся у него знания, даже если он намеренно их скрывает.

При когнитивном анализе групп индивидов (когнитивный анализ сообщества), подобным методом можно получить близкий результат: найти зоны, наиболее подходящие для когнитивных воздействий, и выделить скрытые знания и убеждения, действующие в обществе.

13.2. Перспективы использования виртуальной реальности

При использовании виртуальной реальности использование информации станет более удобным. Визуальный поиск станет основным, а текстовый отойдет в сторону. К примеру, мобильные устройства смогут создавать дополненную реальность на своем экране, показывая расположение ближайшей кофейни, избавляя человека от долгого текстового поиска.

Виртуальная реальность уже применяется в различных сферах, к примеру, таких как новости и развлечения. Может быть вы обращали внимание на рекламу, расположенную на ограждениях поля во время футбольных матчей – это и есть дополненная реальность (рис. 13.8). В режиме реального времени на рекламные щиты накладывается картинка. Еще одним примером смешанной реальности является прогноз погоды.

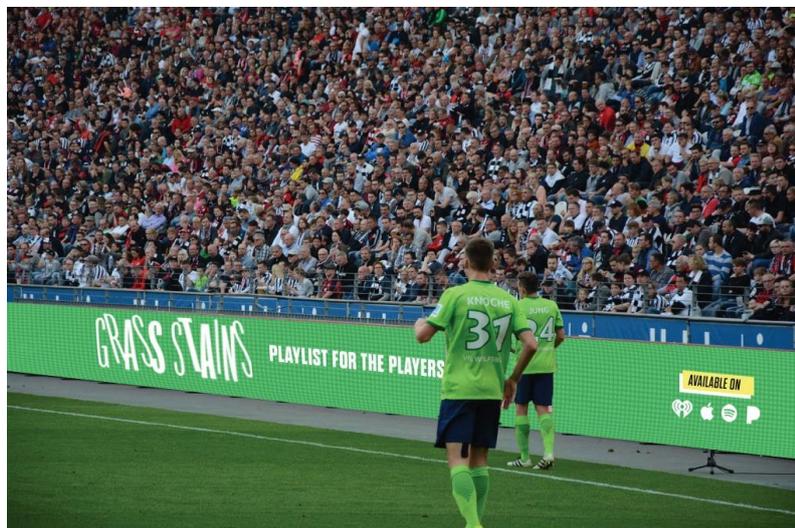


Рис. 13.8. Адаптивная реклама на футбольном поле

Настоящим прорывом обещают стать разработки смешанной реальности в области мобильных устройств, которые уже несколько лет двигают вперед новые достижения в области данной технологии.

Для операционных систем мобильных устройств уже существуют множество приложений и игр, показывающих удивительные возможности виртуальных разработок.

13.3. Варианты использования VR: индустрия кино и развлечений

Игровая индустрия.

Компьютерные видеоигры: виртуальные 3D-игры с полным погружением (рис. 13.9).



Рис. 13.9. Полное погружение на примере Skyrim VR

Обучение игрока: более быстрая адаптация игры к игроку с использованием нейро-компьютерного интерфейса и технологий, позволяющих задействовать органы чувств.

Полное погружение в виртуальный мир: используя слух, зрение и осязание возможно полное погружение в игру.

Настольные игры: более высокий уровень настольных игр с более увлекательными настройками и атмосферой.

Инструмент для восстановления: виртуальная реальность в играх как сенсомоторный и когнитивно-восстановительный инструмент.

Азартные игры: совершенно новый уровень участия в азартных играх, таких как покер, рулетка, игровые автоматы и т. д.

Аркадные игры: благодаря виртуальной реальности, в игровую индустрию могут вернуться аркады.

Новый уровень фитнес-игр: необходимая физическая активность с использованием игрового контента с целью профилактики гиподинамии.

Киноиндустрия.

Экскурсии: виртуальное удаленное посещение различных выставок, галерей, театров.

Туризм: возможность любоваться природой, находящейся в отдаленных или недоступных местах.

Реконструкции: посещение исторических фестивалей.

Полная имитация: имитация полета (рис. 13.10), вкуса, запаха и т. п.



Рис. 13.10. Устройство для имитации полета в VR

Полное погружение: действие в кино с использованием визуальных, звуковых и тактильных интерфейсов.

Путешествия: экзотические путешествия и полеты в околоземном космическом пространстве.

Музыка: участие в музыкальных концертах в качестве слушателя или выступающего.

Панорамные съемки: 360° видео и фотографий.

13.4. Варианты использования VR: медицина и спорт

Медицина.

Лечебная терапия: медицина в виртуальной реальности.

Борьба с ПТСР: лечение посттравматического стрессового расстройства.

Помощь в управлении болью: виртуальная реальность помогает людям справляться с болью, особенно тем, кто пострадал от ожогов.

Хирургическое обучение медицинского персонала: виртуальная реальность может обеспечить практику без риска для реальных пациентов, симулировать сложные условия для обучения.

Лечение фантомных болей: облегчение боли посредством имитации конечности в виртуальной реальности и ее тренировки для выполнения различных задач.

Помощь при РАС: обучение социальным навыкам людей с расстройствами аутистического спектра.

Успокаивающие методики: медитация, в том числе для тренировки дыхания.

Помощь людям с ограниченными возможностями: использование виртуальной реальности для людей с ограниченными возможностями, к примеру, чтобы играть на музыкальных инструментах либо заниматься спортом.

Диагностика: диагностика пациента с помощью виртуальной реальности в сочетании с различными обследованиями, например, ЭКГ, МРТ.

Спорт.

Виртуальное вещание: освещение различных спортивных мероприятий в виртуальной реальности.

Анализ: помощь с послеигровым анализом матча.

Групповая тренировка: командная подготовка.

Групповое обучение: командное обучение на расстоянии и планирование тактики и стратегии игры.

Оценка и проверка: контроль стратегии в виртуальной реальности.

Помощь с восстановлением: реабилитация после различных травм.

Моделирование различных условий: например, погодных условий во время игры.

Соревнования: мотивационные соревнования с виртуальными оппонентами.

Дизайн: поиск вдохновения для дизайна спортивного инвентаря, оборудования и одежды.

Обучение: виртуальное мотивационное обучение.

Удобство в обучении: выбор места и времени обучения для каждого спортсмена.

13.5. Варианты использования VR: наука, образование и культура

Наука и образование.

Проверка домашнего задания: динамическая визуализация и проверка.

Химия: химическая, молекулярная и атомная визуализация (рис. 13.11).

Биология: анатомическая визуализация.

Астрономия: визуализация космического неба.

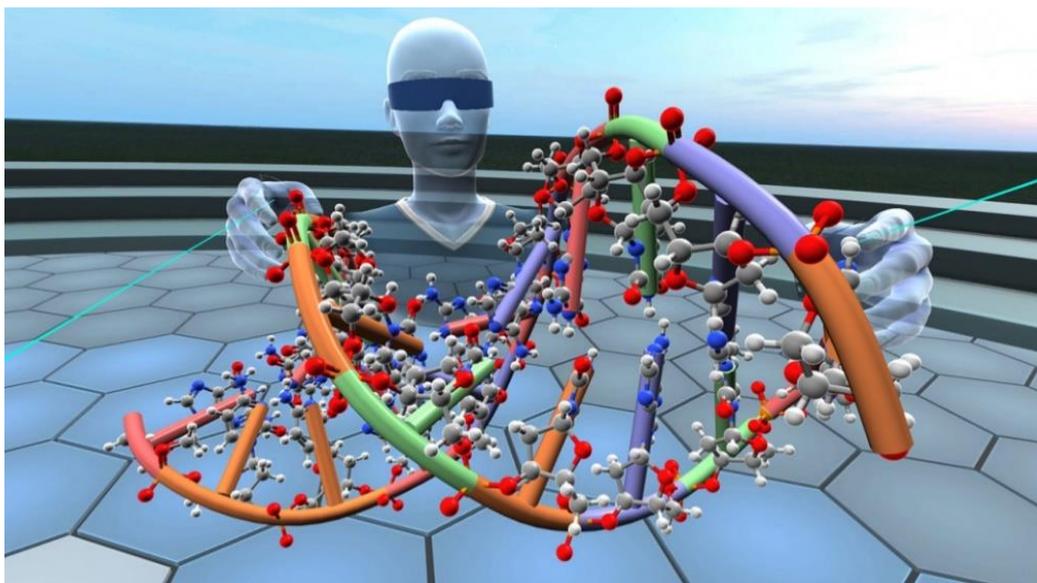


Рис. 13.11. Визуализация молекулярной связи в VR

Визуализация: благодаря виртуальной реальности, можно увидеть и ощутить несуществующие либо недоступные объекты (рис. 13.12).



Рис. 13.12. Визуализация в VR

Дистанционные занятия: технологии виртуальной реальности позволяют взаимодействовать дистанционно не только с преподавателем, но также с большим количеством других людей.

Групповое обучение: расширение возможностей совместного обучения для учащихся, что позволяет быстрее и эффективнее решать групповые задачи.

Симуляция: благодаря виртуальной реальности можно симулировать нахождение в потенциально опасной среде (например, в вулкане) (рис. 13.13).



Рис. 13.13. Симуляция ЧС с помощью VR

Виртуально моделирование: построение прототипов и 3D-моделей.

Виртуально конструирование: превращение неконкретного объекта в вещественный объект в рамках виртуальной реальности.

Воссоздание исторических памятников: 3D-реконструкция.

Взаимодействие с объектами: просмотр и масштабирование различных объектов под разными углами.

Навигация: ориентация в пространстве и пространственное представление виртуальной реальности.

Тактильное обучение: прикосновение к виртуальным объектам и манипулирование ими.

Туризм и культурно-историческое наследие.

Виртуальное наследие: использование виртуальной реальности для сохранения и представления культурного наследия.

Моделирование: 3D-моделирование для сохранения памятников наследия (рис. 13.14).

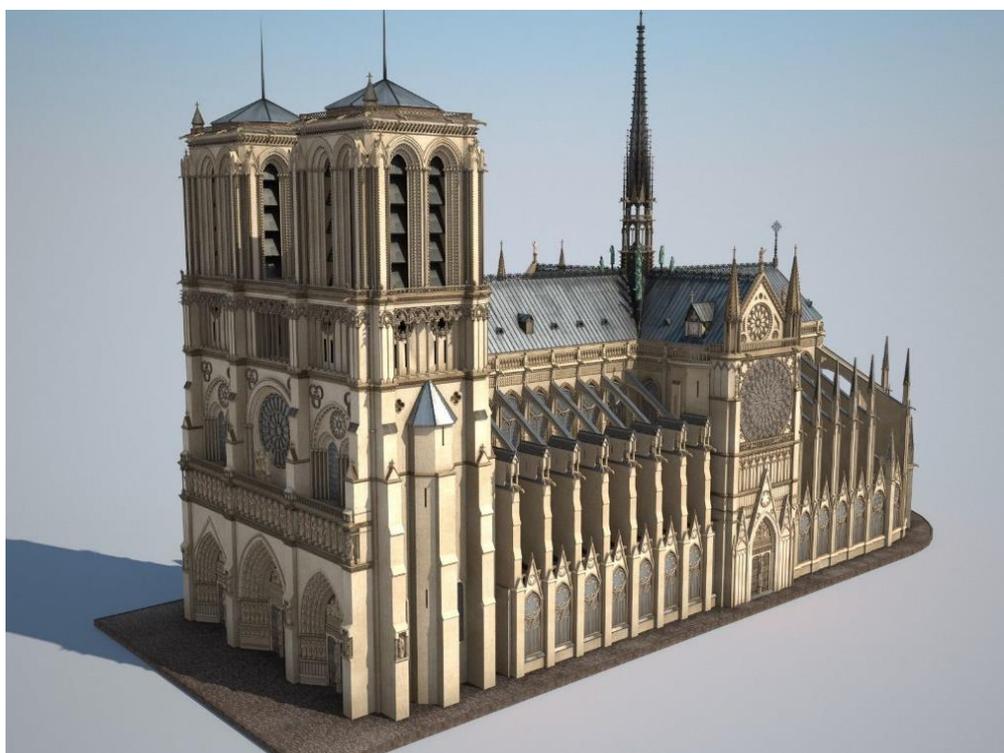


Рис. 13.14. Моделирование исторически ценной архитектуры

Обучение управлению: модель виртуальной реальности в реальном времени для эффективной организации группы людей.

Автотранспорт: маршруты движения различного автотранспорта к туристическим достопримечательностям.

Паломничества: характеристики различных религиозных паломничеств и их влияние на движение автотранспорта.

Туризм: посещение и изучение новых мест, в частности тех, которые недоступны для людей.

Культурные проекты: визуальные коммуникационные проекты, такие как анимация и игровые проекты, изображающие значение культурного наследия через повествование.

Образование: культурное образование населения с помощью виртуальной реальности.

Подходы к интерпретации: изучение и нахождение новых подходов к интерпретации культуры и культурного наследия.

Реконструкция: воспроизведение исторически-культурных событий и объектов.

Реклама: демонстрация нынешних и будущих направлений туристическими агентствами в формате 360°.

13.6. Варианты использования VR: индустрия моды

Маркетинг: рекламные кампании.

Моделирование: планирование и «выкладка» товаров в магазинах.

Примерочные: виртуальная примерка одежды.

Шопинг: онлайн-покупки во всемирно известных магазинах.

Тактильный опыт: виртуальный опыт с тактильным восприятием различных тканей и комплектующих одежды.

Поход по магазинам: онлайн-шопинг в виртуальной реальности со своим 3D-аватаром.

Дефиле: виртуальные показы мод.

Онлайн косметичка: моделирование макияжа.

Бутики: виртуальные магазины одежды.

13.7. Варианты использования VR: сфера строительства и проектирования

Демонстрация: показ и проверка новых строительных технологий и управление проектами гражданского строительства.

Конструирование: процесс проектирования и планирования.

Управление: строительные технологии и управление инженерной безопасностью.

Моделирование: моделирование стройплощадки.

Менеджмент грузов: представление процесса перевозки грузов.

Моделирование различных условий: прогнозирование различных экстремальных погодных условий, стихийных бедствий и борьба с ними.

Виртуальная визуализация: виртуальное изображение компонентов конструкции, деталей и нагрузок.

Образование: улучшение образования в сфере строительства за счет использования в обучении виртуальной реальности.

Новые способы проектирования: инструменты для изучения процессов проектирования и творческого дизайна.

Групповое проектирование: возможность осуществлять проектирование параллельно в междисциплинарных командах.

Мониторинг: слежение за состоянием прогресса и моделирование информации (рис. 13.15).



Рис. 13.15. Обучение использованию строительной техники с помощью VR

13.8. Варианты использования VR:

медиа, реклама, телекоммуникации и торговля

Медиа, реклама, телекоммуникации.

Коммуникация: взаимная коммуникация двух пользователей, расположенных друг от друга на значительном расстоянии, с использованием большого количества различных сенсоров.

Виртуальные встречи: возможность встреч лицом к лицу с изображениями в натуральную величину и с относительно точным расположением (рис. 13.16).



Рис. 13.16. Встречи в VR

Полное погружение: полное погружение в виртуальную реальность с использованием пространственного звука, реалистичных видео и фото, тактильной обратной связи, запахов, вкусов и подвижных платформ.

Представление на расстоянии: возможность удаленного представления и коммуникации с тактильным взаимодействием.

Мессенджеры: более совершенные способы общения в виртуальных мессенджерах и производство контента, который каждый может использовать или покупать.

Управление социумом: удаленная коммуникация для управления разобщенным социокультурным пространством.

Реклама: эмоциональные истории в рекламных кампаниях.

Торговля.

Впечатления: более интересные впечатления от шоппинга.

Информация: получение персонализированной информации о покупателях.

Проверка продукта: проверка на востребованность и рентабельность продукта.

Управление: более простое управление товарным ассортиментом по категориям.

Создание магазинов: создание товаров и магазинов под конкретные потребительские группы.

Моделирование: виртуальные проекты перепланировки и смены оформления магазина (рис. 13.17).



Рис. 13.17. Пример приложения для выбора оформления помещения

Тестирование: A/B тестирование как вариант маркетинговых испытаний, где две версии (A и B) одного и того же продукта (веб-страницы) предъявляются разным группам пользователей с целью определения влияния на целевые показатели.

Проверка эргономичности: использование виртуальной реальности для проверки удобства упаковки и выкладки товаров.

Онлайн покупки: дистанционный шоппинг / оценка производительности магазина в реальном времени.

Помощники: виртуальные помощники для персональных консультаций при покупке товаров.

Анализ поведения покупателей: перемещение покупателей по магазину, нахождение точек интереса, измерение времени, затраченного на определенный товар.

Аутентификация: отслеживания движений глаз для понимания пути покупателя.

Модернизация: усовершенствование рекламы, маркетинговых кампаний и кампаний по продажам.

Обучение: более структурированное и быстрое обучение и проверка новых сотрудников.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Какие вы знаете области применения когнитивных технологий?
2. Расскажите о ближайших перспективах использования виртуальной реальности.
3. Какие новые возможности предлагает виртуальная реальность в сфере кино и развлечений?
4. Что VR-технологии привносят в сферу медицины и спорта?
5. Как расширились возможности науки, образования и культуры с появлением технологий виртуальной реальности?
6. Чем обогатили технологии виртуальной реальности индустрию моды?
7. Приведите примеры применения виртуальной реальности в отрасли строительства и проектирования.
8. Расскажите об особенностях использования современных технологий виртуальной реальности в сфере медиа, рекламы, телекоммуникации и торговли.

ГЛАВА 5. ПРИКЛАДНЫЕ КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

14. Когнитивные системы мониторинга состояний технологических процессов промышленной безопасности

Темы:

1. Базовые понятия в сфере промышленной безопасности.
2. Реализация информационной системы промышленной безопасности для сбора информации о состоянии технологических процессов и оборудования водного транспорта.
3. Принцип работы автоматической идентификационной системы.
4. Вероятностное прогнозирование развития событий при принятии решений в проблемных ситуациях.

14.1. Базовые понятия в сфере промышленной безопасности

Промышленная безопасность опасных производственных объектов – состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий.

Авария – разрушение сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и выброс опасных веществ.

Деятельность в области промышленной безопасности (рис. 14.1).



Рис. 14.1. Цели в сфере промышленной безопасности

Мероприятия по промышленной безопасности включают:

- экспертизу промышленной безопасности;
- обучение и переподготовку сотрудников опасного производственного объекта в не образовательных учреждениях;
- конструирование, постройку, эксплуатацию, реконструкцию, техническое облуживание, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта;
- изготовление, установку, настройку, обслуживание и ремонт технических средств, применяемых на опасном производственном объекте.

Стратегическая карта – это диаграмма визуализации промышленного стандарта, которая отслеживает бизнес-производительность по перспективам, целям и метрикам (рис. 14.2). Этот тип используется для документирования главных стратегических целей, поставленных перед организацией или руководством организации. На карте присутствует небольшое количество целей (обычно менее 20), которые распределены по ней среди двух или более горизонтальных полос, каждая из которых представляет собой «перспективу» (аспект, точку зрения); наиболее очевидные причинно-следственные связи между стратегическими целями отображаются с помощью стрелок.

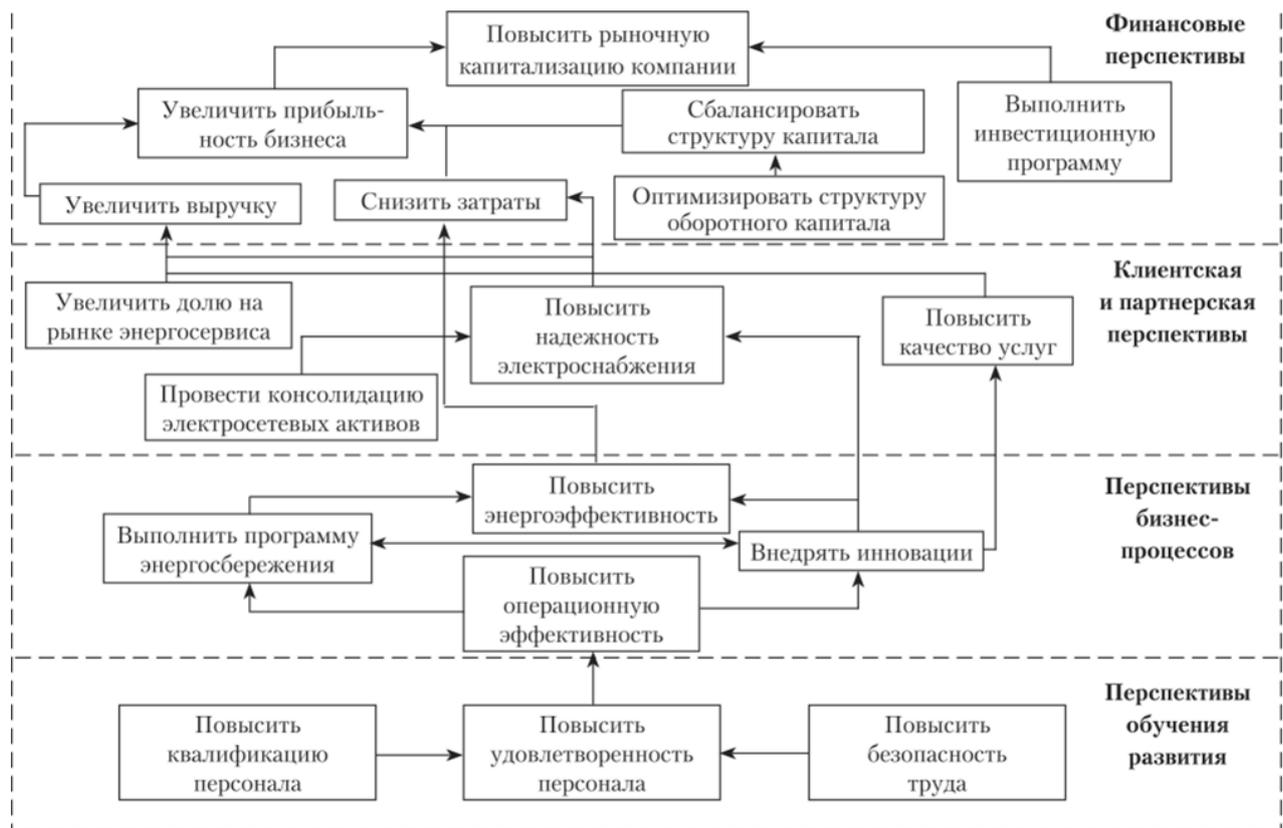


Рис. 14.2. Пример стратегической карты

У стратегической карты может быть несколько перспектив. У каждой перспективы может быть несколько целей. У каждой цели может быть несколько метрик.

14.2. Реализация информационной системы промышленной безопасности для сбора информации о состоянии технологических процессов и оборудования водного транспорта

Автоматическая идентификационная система (АИС) (рис. 14.3) предназначена для передачи данных о параметрах судна и его движении и способствует повышению безопасности мореплавания, эффективности судовождения и эксплуатации систем управления движением судов (СУДС).



Рис. 14.3. Автоматическая идентификационная система

АИС используется на судах при решении задач предупреждения столкновений, а также для автоматического обмена с другими судами и компетентными береговыми службами навигационной, рейсовой и другой информацией, связанной с безопасностью (рис. 14.4).

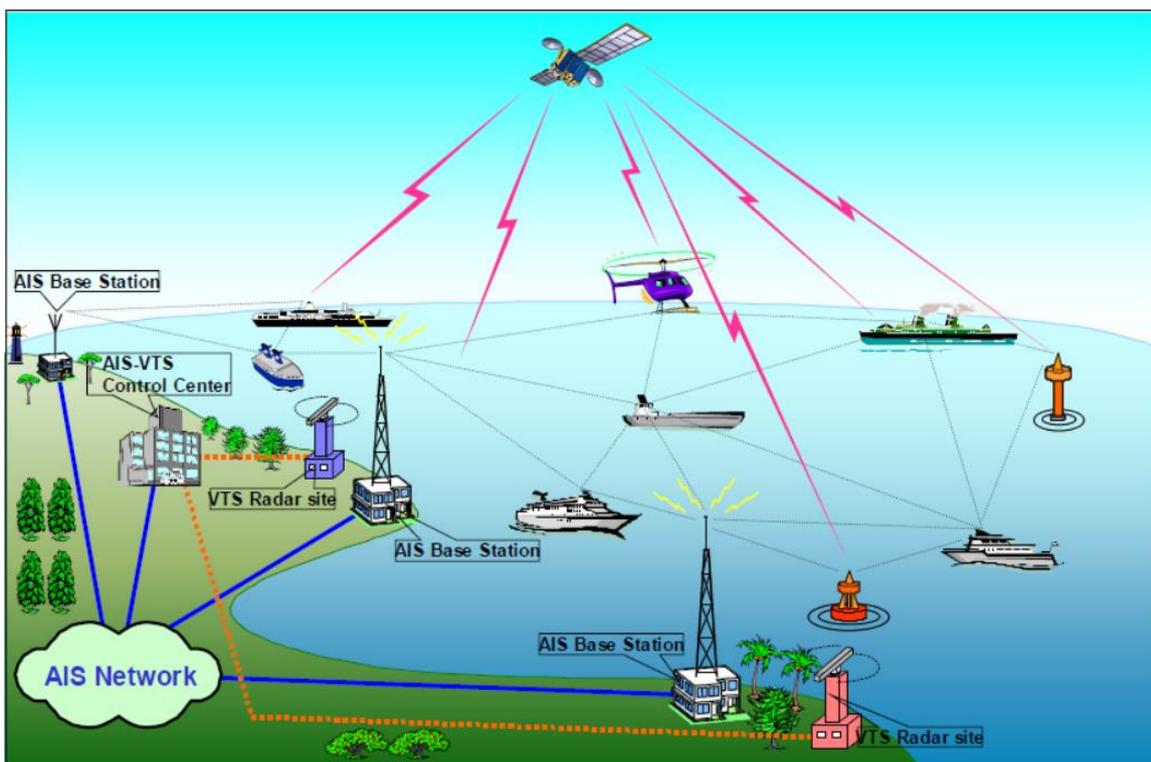


Рис. 14.4. Схематическое представление работы АИС

Наличие АИС класса А является обязательным для судов вместимостью свыше 300 тонн, для международных рейсов, судов валовой вместимостью более 500 тонн, для внутренних рейсов и всех пассажирских судов.

Суда и яхты с меньшей вместимостью могут быть оборудованы более простым прибором класса Б (рис. 14.5).



Рис. 14.5. Примеры АИС класса Б

Функции автоматической идентификационной системы:

- прием и передача навигационной информации о координатах местоположения, курсе судна, его скорости, повороте и др.;
- передача рейсовой информации о грузе на борту, пункте и времени прибытия;
- передача статической информации, включающей в себя, помимо идентификационной, информацию о размерах судна, осадке, типе судна, расположении антенн спутниковой системы навигации и др.;
- прием судовых координат и параметров судового движения при помощи внешнего устройства, например, приемника спутниковой системы навигации или судового компаса;
- определение судовых координат при помощи внутреннего устройства;
- передача информации об АИС на пульт управления;
- передача пеленгов и дистанций.

Типовая АИС система включает в себя следующие компоненты (рис. 14.6):

- ультракоротковолновый (УКВ) радиопередатчик;
- один или два УКВ-приемника;
- приемник системы глобальной спутниковой навигации;
- контроллер (микропроцессор);
- одну или две антенны;
- модулятор/демодулятор (ЦАП – АЦП);
- блоки интерфейсов ввода-вывода информации;
- элементы управления и индикации.

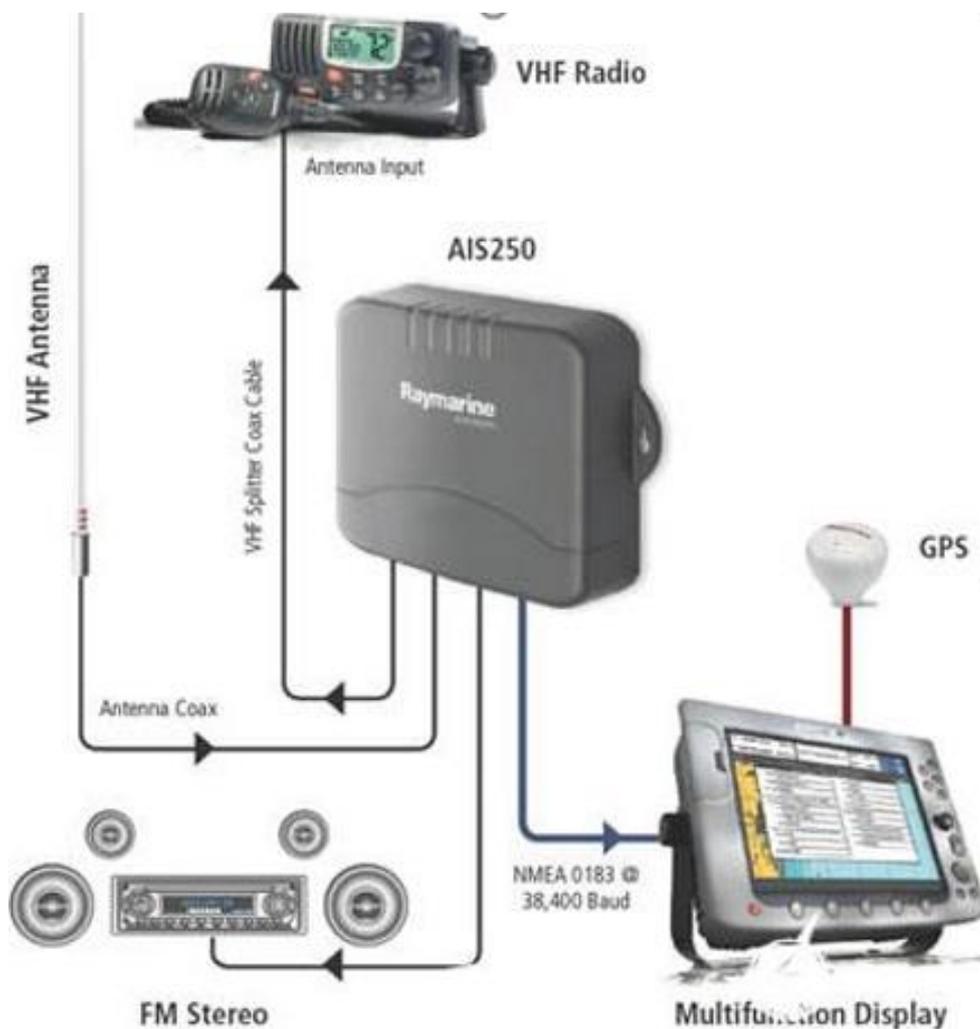


Рис. 14.6. Двухканальная АИС

14.3. Принцип работы автоматической идентификационной системы

Суда, оборудованные аппаратурой АИС, находясь в открытом море или в прибрежных районах, автоматически и регулярно передают в диапазоне УКВ (зона охвата порядка 30 морских миль) морской подвижной радиослужбе стандартные сообщения, содержащие информацию о судне, его координатах, курсе, опасном грузе на борту, порте назначения, времени прибытия и другие данные.

Одновременно каждым судном, оборудованным АИС, принимается аналогичная информация от других судов, находящихся в радиусе действия, ограниченном распространением радиоволн УКВ-диапазона. Принятая информация автоматически обрабатывается и отображается на судовом навигационном дисплее.

Синхронизация работы всех станций АИС, как судовых, так и береговых, обеспечивается глобальной навигационной спутниковой системой. По сигналам ГНСС в судовых навигационных приемниках рассчитываются текущие координаты судна и вектор скорости (рис. 14.7).

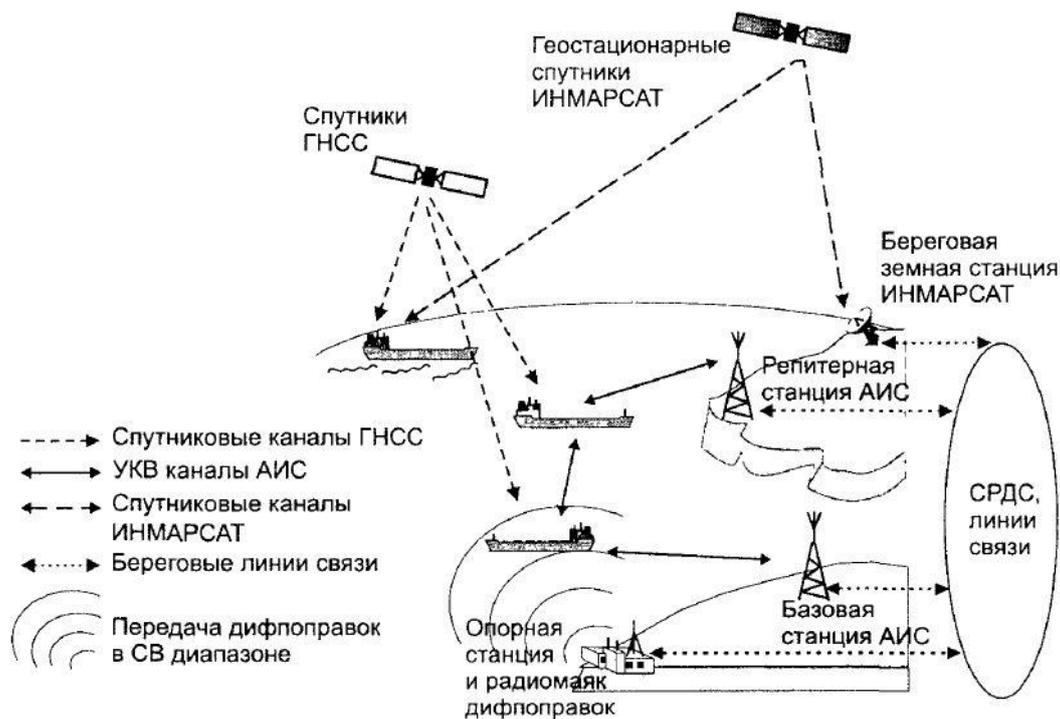


Рис. 14.7. Схема глобальной навигационной спутниковой системы

Передатчик АИС работает на более длинных волнах, чем радары, что позволяет производить обмен информацией даже на местности, имеющей препятствия в виде не очень больших объектов, а также при плохих погодных условиях.

В прибрежных районах, где установлены базовые станции АИС, информация, передаваемая судами, принимается базовыми станциями и поступает в распоряжение береговых служб (СУДС, системы судовых сообщений, службы поиска и спасания, службы экологического контроля и ликвидации последствий загрязнения, пограничные и таможенные власти, различные портовые службы) (рис. 14.8).

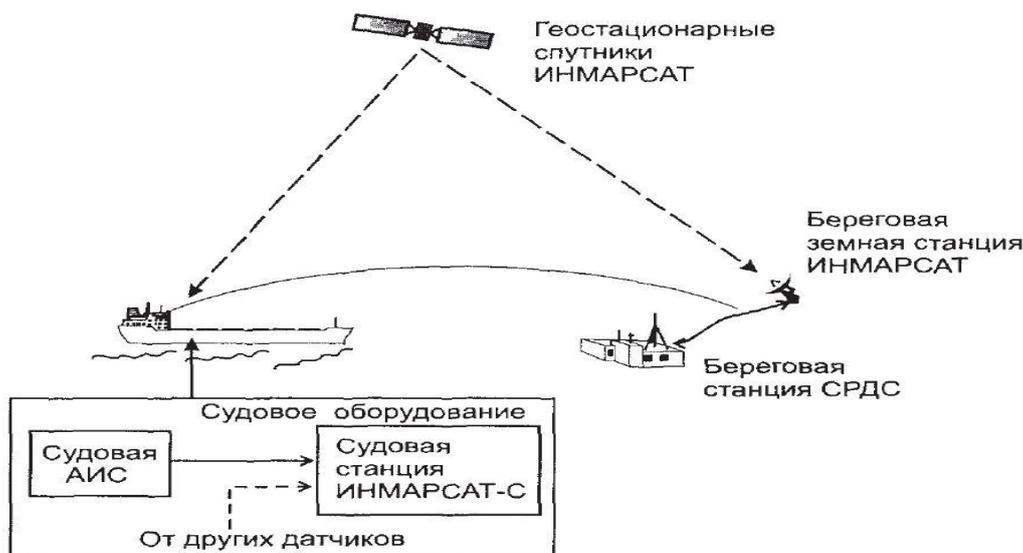


Рис. 14.8. Схема передачи информации в системе

Работа каждой станции АИС жестко синхронизирована по времени с погрешностью не более 10 мкс от встроенного приемника. Для передачи информации используются непрерывно повторяющиеся кадры длительностью одна минута, которые разбиваются на временные интервалы, длительностью 26,67 мс каждый (рис. 14.9).

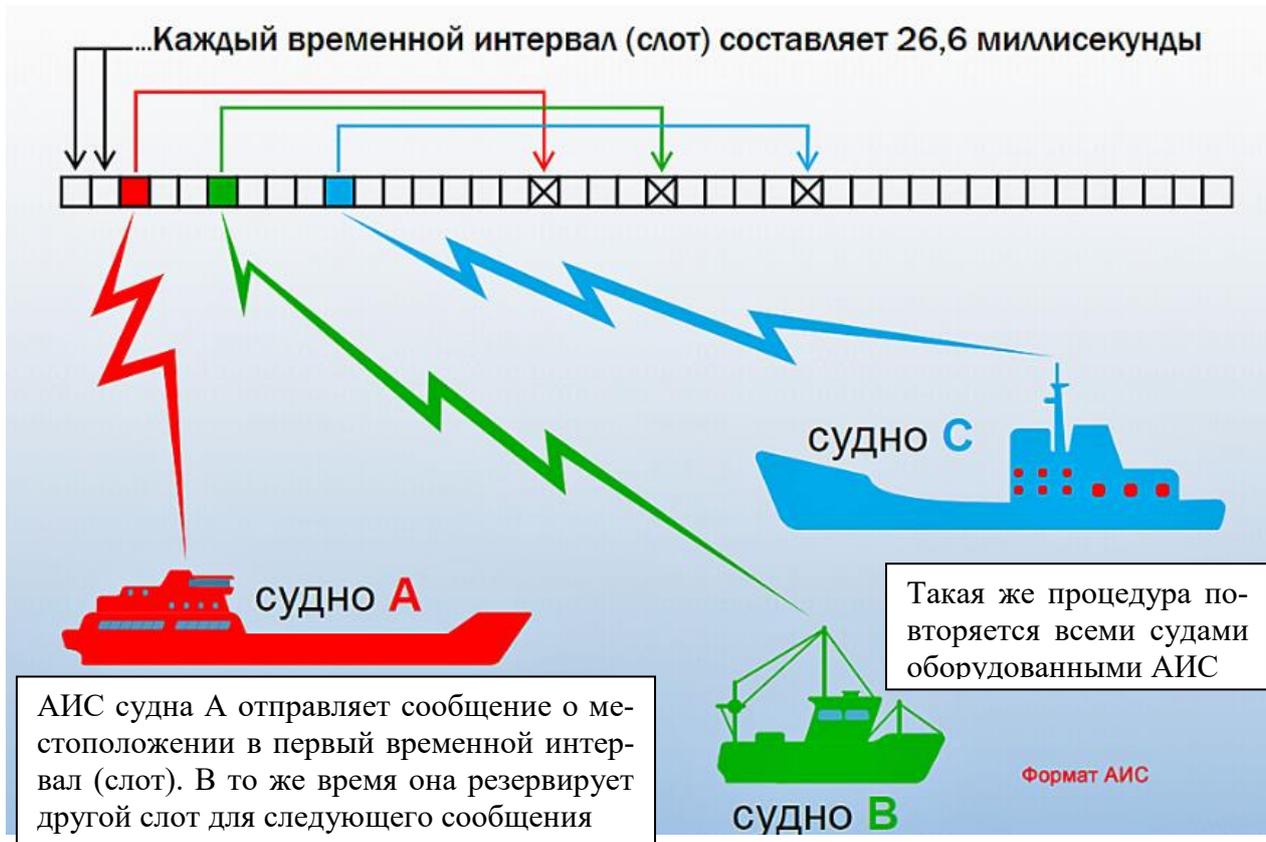


Рис. 14.9. Формат сообщений АИС

Отображение информации об окружающей обстановке у современных АИС возможно в двух режимах: как текстовом в виде таблицы с перечнем расположенных рядом судов и их данных, так и в виде упрощенной схематической карты с изображением взаимного расположения судов и расстояний до них (рис. 14.10).

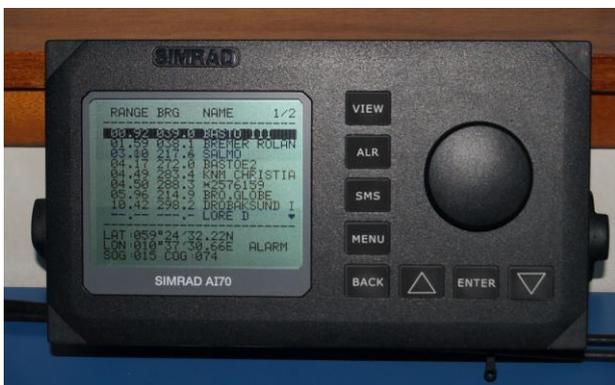


Рис. 14.10. Режимы просмотра информации через АИС

Однако АИС имеет один существенный недостаток. Поскольку информация передается в открытом режиме, вполне естественно, что ею могут воспользоваться с преступными целями, например, для организации террористических атак, захвата судна, груза и т. п. Такова плата за общую безопасность мореплавания.

14.4. Вероятностное прогнозирование развития событий при принятии решений в проблемных ситуациях

Прогнозирование в целом позволяет человеку предвидеть возможность появления различных негативных явлений. Тем самым оно дает возможность предупредить негативное влияние на безопасность и эффективность деятельности как самого человека, так и управляемых им систем «человек – техника», «человек – человек» и т. д. В первую очередь, это важно для представителей опасных профессий, таких как летчики, моряки, сотрудники МЧС, операторы опасных производств, шахтеры и др.

Современные технологии во всех отраслях жизнедеятельности человека все больше опираются на операторскую деятельность, в основе которой лежат процессы слежения. Слежение, как считал Академик Н. М. Амосов, есть условие для любого управления. Ибо дистанционно управлять сложными и опасными системами гораздо безопаснее, чем подвергать жизнь человека рискам.

С этой целью во многих сферах жизнедеятельности человека сейчас используют беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Для оператора беспилотник – это точка-метка (модель). В процессе заданий операторы выполняют управление через слежение по случайной траектории, чтобы БПЛА не был сбит, не вышел из строя и вернулся на базу. Случайный сигнал является стохастическим. Эффективность слежения определяется по совокупности критериев: как ведет себя противник, каково состояние метеоусловий, каково состояние БПЛА (уровень топлива (заряда), высота, скорость и т. д.). Исходя из этого можно улучшить одни способности оператора за счет незначительного ухудшения других, в данной ситуации второстепенных.

В системе «человек – техника – среда» одна из основных задач оператора – принимать решение с упреждением. Это и есть основа прогнозирования деятельности системы. Компоненты системы в этом случае: человек, система, команда, информация, действие. Обычно человеческое поведение строится по сценарию: «вижу – действую». В нашем случае эффективность работы оператора должна строиться так: «вижу – предвижу – действую».

БПЛА имеет массу, значит, представляет собой инерционную систему. Это должно учитываться в управлении. В управлении существуют следующие звенья передаточной функции:

- интегрирующее – когда величина запаздывания равна нулю в автоматизированной системе, а не в автоматической;
- колебательное;
- упреждающее – когда оператор может подать сигнал БПЛА, чтобы он не ушел с заданной траектории;

- усилительное;
- инерционное апериодическое;
- дифференцирующее;
- передаточное.

Передаточными функциями описываются многие функциональные компоненты систем управления. Задача оператора – отслеживать траекторию БПЛА. При управлении БПЛА осуществляется преследующее и компенсаторное (ликвидация ошибки) слежение. При использовании в военной сфере у двух противников противоположные задачи: у одного – сбить БПЛА, у другого – сохранить.

Случайный сигнал может моделироваться путем сложения трех–пяти синусоид сигналов некратных частот.

Выявить, способен ли испытуемый осуществлять эффективное слежение за сигналами можно, предоставив ему тестовые испытания на разработанной нами установке, моделирующей специальные сигналы по детерминированному закону (динамическое отражение) и стохастическому закону (случайному).

При случайном сигнале эффективность слежения проявляется только тогда, когда оператор выделяет опорные точки. Как раз они и определяют улучшение одних показателей за счет ухудшения других.

В проведенном нами исследовании апробировалась гипотеза: «По характеру (по продолжительности) слежения вслепую при отсутствии зрительной обратной связи до момента распада динамического образа можно судить о возможностях человека в качественном и количественном выражении и делать вывод о его способности к вероятностному отражению событий».

Поэтому характер слежения на основе сформированного динамического образа в течение заданного времени до момента разрушения динамического образа, на основе которого вслепую осуществляется процесс слежения, дает возможность судить о способностях и возможностях человека осуществлять деятельность в рамках допустимых значений. После превышения этих значений осуществляемая деятельность будет являться неэффективной, т. к. лежащий в основе деятельности динамический образ оказывается разрушенным.

1. В качестве экспериментальной базы выбран процесс слежения, с которым человеку приходится сталкиваться в той или иной степени в большинстве видов деятельности. При этом слежение является условием для любого вида управления.

При выполнении слежения с преследованием и компенсаторного слежения задача человека-оператора состоит в том, чтобы согласовать условный выходной сигнал с требуемым (или заданным) выходным сигналом. Ошибки оцениваются по разнице показаний подвижных элементов и индикатора, указывающих реальный и требуемый выходные сигналы.

Индикатор компенсаторного слежения имеет только один подвижный элемент, указывающий разницу между реальным выходным сигналом и потребным выходным сигналом. При этом шкала индикатора имеет один подвижный индекс, указывающий величину ошибки. Оператор при этом должен удерживать индекс в центре на нулевой точке индикаторной шкалы.

2. Особенности экспериментальной установки. Экспериментальная установка позволяет сформировать оперативный динамический образ в течение 40 секунд при наличии как внешней, так и внутренней обратной связи. По истечении времени формирования с экрана исчезают как точка-метка (ТМ), так и точка-визир (ТВ). При этом внешняя обратная связь исчезает и испытуемый продолжает слежение на основе оперативного динамического образа, поддерживаемого внутренней обратной связью. При этом слежение на основе образа продолжается до момента распада, и точки ТМ и ТВ оказываются в противофазе (180°).

3. Критерии оценки на этапах формирования оперативного динамического образа:

1) время сенсомоторной реакции (на первом этапе) характеризует инерцию человеческого звена с начала слежения;

2) относительное время нахождения на цели – точность слежения (по этапам) $T_{отн} = t_{цель} / t_{слеж}$;

3) оценка стратегии:

– упреждающая → «отлично»;

– запаздывающе-упреждающая → «хорошо»;

– упреждающе-запаздывающая → «удовлетворительно»;

– запаздывающая → «неудовлетворительно»;

4) оценка оперативной динамической памяти (по формуле $K_{одп} = t_{расп} / 40$):

– $K_{одп} \geq 0,75$ → «отлично»;

– $0,4 \leq K_{одп} < 0,75$ → «хорошо»;

– $0,2 \leq K_{одп} < 0,4$ → «удовлетворительно»;

– $K_{одп} < 0,2$ → «неудовлетворительно»;

5) средняя интегративная ошибка $F = |S| / t_{слеж}$,

где $|S|$ – абсолютная величина ошибки в процессе слежения к полному времени слежения;

6) количество резких движений (движений, которые нарушили плавное течение процесса слежения) $N = n / t_{слеж}$;

7) степень резкости Θ считается по формуле

$$\Theta = \frac{\sum_{i=1}^n \Theta_i}{t_{слеж}},$$

где $\sum_{i=1}^n \Theta_i$ – суммарная величина углов, характеризующих резкость.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Дайте определения таким базовым понятиям как «промышленная безопасность», «авария».
2. Расскажите об основных мероприятиях в области промышленной безопасности.
3. Каковы основополагающие цели в сфере промышленной безопасности?
4. Приведите примеры реализации информационных систем промышленной безопасности для сбора информации о состоянии технологических процессов в различных сферах индустрии.
5. Объясните основной принцип работы автоматической идентификационной системы.

15. Технологии статической и динамической 3D-визуализации в системах автоматизированного проектирования

Темы:

1. Рабочие места проектировщика в области машиностроения с применением трехмерной визуализации данных.
2. Специфика информации о трехмерной форме машиностроительных деталей.
3. Визуализация целого изделия и динамика его функционирования.
4. Трехмерная визуализация динамических аварийных сцен испытаний машин.
5. Разработка рабочего места модельера одежды и визажиста.
6. Когнитивные технологии представления 3D-данных о форме тела человека.

15.1. Рабочие места проектировщика в области машиностроения с применением трехмерной визуализации данных

Особенности систем автоматизированного проектирования. Современное автоматизированное проектирование машиностроительных изделий основывается на математическом трехмерном геометрическом моделировании (рис. 15.1). Основные системы геометрического моделирования, широко используемые в САД, позволяют создать виртуальную среду, похожую на реальную, для создания и изменения физических моделей. Эти системы помогают решать проблемы, возникающие при использовании физических моделей в проектировании (измерение и манипуляции) в процессе развития идей разработчика. Точные геометрические модели играют важную роль на всех следующих этапах жизненного цикла изделий и являются основой для различных конструкторских документов.



Рис. 15.1. Рабочее место проектировщика до и после появления ЭВМ и САПР (систем автоматизированного проектирования)

Преимущества 3D-моделирования. Сейчас в тренде использование 3D-моделирования на ПК на современном рынке САПР.

Характерные особенности этого подхода:

– качество разработки: более естественный способ визуализации проектируемого объекта уменьшает риск ошибок, в особенности в случае сложных компонентов;

– эффективность проектирования: эта технология считается более наглядным и интуитивно понимаемым подходом для создания современных более сложных элементов;

– уменьшение общего времени проектирования: использование трехмерного моделирования позволяет напрямую взаимодействовать со многими приложениями, что сокращает количество ненужных операций во время подготовки данных;

– увеличение конкурентоспособности: более высокая скорость и качество позволяют гораздо быстрее выводить продукт на рынок, вносить изменения под влиянием изменяющихся потребностей рынка.

Виды 3D-моделирования:

1. Суть **параметрического моделирования** (англ. parametric modeling) заключается в том, что специалист определяет форму, устанавливая геометрические ограничения и некоторые размерные параметры (рис. 15.2).



Рис. 15.2. Система поверхностного моделирования

В системах каркасного моделирования (англ. wireframe modeling systems) форма предмета представлена в виде множества характеризующих ее линий и узловых точек.

Математика в системах поверхностного моделирования (англ. surface modeling systems) не только описывает реберные узлы, но также содержит информацию о поверхности. Результат поверхностного моделирования выглядит как полая оболочка, состоящая из большого количества элементарных участков – патчей.

2. При помощи **систем твердотельного моделирования** (англ. solid modeling systems) можно создавать объекты из замкнутого объема или монолита (англ. solid). Твердое тело (solid-модель) имеет многогранную модель и может быть изображено в виде прозрачного или непрозрачного объема. История создания твердого тела имеет важное значение для понимания его свойств и назначения. Она включает в себя описание всех элементов, используемых для построения тела, параметры и порядок выполнения операций (рис. 15.3).

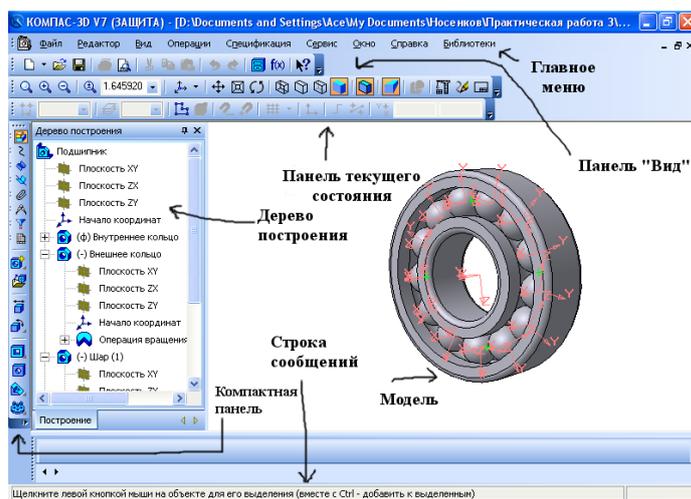


Рис. 15.3. Интерфейс системы твердотельного моделирования

3. В отличие от других **гибридные системы моделирования** (англ. nonmanifold modeling system) позволяют одновременно использовать каркасную модель и поверхность для создания моделей. Это выносит диапазон доступных вариантов за пределы возможностей любой из перечисленных систем.

Компьютерный инженерный анализ в машиностроении. Получение объемных моделей изделий после получения данных о их геометрии можно дополнить некоторыми физико-механическими свойствами, а затем попытаться исследовать модель изделия с помощью ряда ответственных испытаний непосредственно на компьютере. Задав соединение компонентам модели, выбрав нагрузки, определив параметры кинематических влияний и запустив расчет можно сразу получить данные о результатах испытаний системы (рис. 15.4).

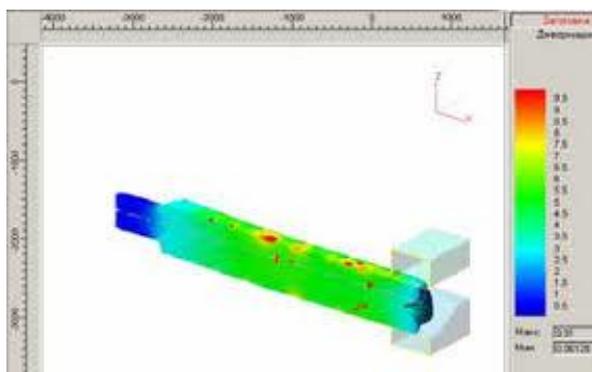


Рис. 15.4. Компьютерный инженерный анализ в машиностроении

Виды анализа в САЕ-системах. Современные системы автоматизации инженерных расчетов САЕ (англ. computer-aided engineering) – это общее название программ и пакетов программного обеспечения, разработанных для решения различных инженерных задач: расчетов, анализа и моделирования физических процессов. Вычислительная часть пакетов наиболее часто базируется на вычислительных методах решения дифференциальных уравнений. Системы

Базы данных о деталях и их чертежах. Для примера возьмем коммерческую базу данных АРМ Winmachine. Из этой базы следует выделить информационную и графическую.

В информационной части представлены числовые значения, характеризующие размеры допуска и посадки, шероховатость поверхности, а также кинематические, энергетические и прочие характеристики, необходимые для работы расчетных модулей системы АРМ WinMachine.

В графической части базы данных содержится геометрическая и числовая информация, которая позволяет создавать чертежи стандартных деталей, узлов и компонентов. Используя эту информацию, можно автоматизировать процесс создания чертежей, заполнения штампов и спецификаций.

АРМ для пользования программой Mechanical Data. В состав АРМ Mechanical Data входят следующие разделы:

- метрологические данные;
- муфты;
- пружины;
- крепежные элементы;
- механические передачи и их элементы;
- подшипники;
- уплотнения, смазочные материалы и устройства и т. д.

Автоматизированное проектирование станочных приспособлений включает в себя использование стандартных элементов станков с помощью специальной ЭВМ-программы (САПР/СП). Для этого в системе существуют базы данных с элементами станков. В базах данных хранятся трехмерные модели элементов, размеры которых можно настраивать с учетом технологических требований. Например, можно указать диаметр зажимаемой заготовки и тип детали, чтобы выбрать подходящий конструктивный элемент, такой как призма ГОСТ 12196–66, которая используется для базирования деталей тел вращения на различных станках. При необходимости можно получить трехмерное изображение рассматриваемой детали. Для ускорения проектирования и сборки приспособлений существуют базы данных со стандартными сборками. Чтобы получить чертеж стандартной детали, используемой в приспособлении, достаточно вызвать диалоговое окно и указать в нем характерные параметры детали. Это можно сделать как на экране компьютера, так и в печатном виде. С помощью разработанной САПР/СП-системы можно не только использовать стандартные элементы приспособлений, но также создавать новые детали на основе прототипов, которые могут быть использованы для создания требуемых компоновок приспособлений.

15.3. Визуализация целого изделия и динамика его функционирования

Визуализация – это процесс, который часто называется рендерингом и является одним из важных этапов в компьютерной графике. Программы для 3D-моделирования и анимации обычно содержат функцию рендеринга, а также существуют отдельные программы, которые предназначены для рендеринга. Выделяют два направления рендеринга:

– рендеринг в реальном режиме – для компьютерных игр (при условии использования 3D-ускорителей),

– пре-рендеринг для создания видео (медленный процесс визуализации).

Рендеринг – это процесс, когда программа (называемая рендерером) обрабатывает описание 3D-модели, содержащее геометрические данные, информацию об освещении и другие данные, чтобы сгенерировать изображение. Это описание может быть представлено на установленном языке или в виде структуры данных.

Разнообразные алгоритмы визуализации используются для создания изображений изделий и отображения их динамики. Программы могут выбирать несколько различных алгоритмов для получения окончательного результата.

Разработаны четыре группы методов, которые эффективнее трассирования каждого луча света в сцене отдельно, т. к. моделирование всех лучей света, освещающих сцену, занимает очень много времени.

Растеризация совместно с методом сканирования строк. Объекты сцены представлены на экране без учета эффекта перспективы относительно положения наблюдателя в процессе визуализации.

Рейкастинг (ray casting). При разработке визуализации сцены из конкретной точки наблюдения используются лучи, которые определяют цвет каждого пикселя на экране. В этом случае лучи перестают распространяться как только они достигают какого-либо объекта или фона сцены. Добавление оптических эффектов может осуществляться многими способами, такими как использование различных материалов, реализация освещения и теней, добавление эффектов отражений и преломления, а также обращение к виртуальной реальности и другие эффекты. Эти оптические эффекты могут существенно улучшить качество визуализации, сделав ее более реалистичной и привлекательной.

Трассировка лучей. В процессе визуализации объекты сцены проецируются на экран без учета перспективы. Алгоритм трассировки лучей создает изображение, состоящее из пикселей. Для каждого пикселя на изображении он посылает основной луч в сцену. Направление этого первичного луча определяется путем проведения линии от глаза к центру этого пикселя. Чтобы улучшить качество и реалистичность изображения, луч может быть разделен на три составляющие: отраженный, теневой и преломленный. Количество таких разбиений на части определяет глубину трассировки и влияет на качество изображения (рис. 15.7).

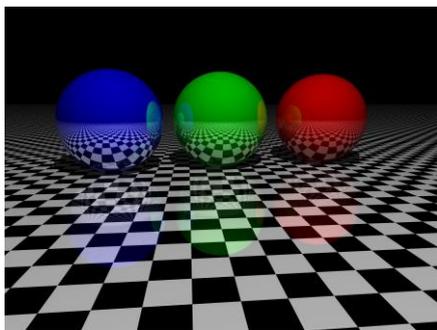


Рис. 15.7. Примеры трассировки лучей

Трассировка пути основывается на понятии трассировки лучей, но тщательнее соблюдает физические законы распространения света. Она также затратнее в ресурсах, чем другие методы.

Для получения хорошего качества и реалистичности изображения, современное программное обеспечение обычно комбинирует несколько методов, при этом обеспечивая разумное использование вычислительных ресурсов.

Механизм рендеринга реализуется на основе физической модели. Производимые вычисления относятся к той или иной физической или абстрактной модели. Базовые идеи просты для понимания, но сложны для применения.

Уравнение рендеринга может служить теоретическим обоснованием его моделей:

$$L_o(x, \vec{w}) = L_e(x, \vec{w}) + \int_{\Omega} f_T(x, \vec{w}', \vec{w}) L_i(x, \vec{w}') (\vec{w}' \cdot \vec{n}) d\omega.$$

Это наиболее полное формальное описание той части рендеринга, которая не связана с восприятием конечного изображения. Неформальная интерпретация такова: количество светового излучения (L_o), исходящее из определенной точки в определенном направлении, складывается из его собственного излучения и отраженного излучения. Отраженное излучение – это сумма во всех направлениях входящего излучения (L_i), помноженная на коэффициент отражения от данного угла. Объединяя входящий свет и исходящий свет в одной точке в одно уравнение, это уравнение описывает весь световой поток в данной системе.

15.4. Трехмерная визуализация динамических аварийных сцен испытаний машин

Трехмерная визуализация используется во время моделирования аварий и других экстремальных условий для предотвращения реальных последствий ДТП (рис. 15.8).



Рис. 15.8. Проектирование макета человека и обработка показаний

Краш-тесты – это испытания, во время которых имитируется авария, чтобы определить уровень повреждений, которые могут получить участники ДТП при использовании дорожных и гоночных автомобилей (рис. 15.9).



Рис. 15.9. Краш-тест

С 1966 года для имитации столкновения используется манекен, оснащенный датчиками, позволяющими оценить уровень повреждений, которые могут быть получены в результате столкновения. Раньше для этой цели использовались трупы людей и животные. Автомобиль обычно разгоняется с помощью внешнего двигателя. Для упрощения определения и измерения повреждений, автомобиль реагирует на столкновение специальным образом. Он окрашивается в специальный цвет и оборудован датчиками, которые помогают оценить уровень повреждения. В соответствии с европейскими нормами за повреждения манекена снимаются баллы. По итоговому количеству баллов вычисляется степень безопасности.

Чаще всего применялся лобовой краш-тест, потому что он недорогой и простой для проведения. В нем симулируется ДТП – автомобиль на скорости сталкивают с бетонным блоком под прямым углом. Автомобиль, который движется со скоростью 100 км/ч, при столкновении с бетонным блоком показывает такие же результаты, как и на скорости 200 км/ч с неподвижным автомобилем такой же массы. Для оценки безопасности автомобиля проводят не только лобовой краш-тест, но и лобовой удар со смещенным центром. Препятствие из бетонного блока в нем заменяют на модель встречного автомобиля.

Испытания с готовыми изделиями не выгодны для автопроизводителей, поэтому начали применять физическую модель автомобиля, которая представлена в компьютерном виде.

Благодаря такой модели к главному краш-тесту будет испытано и разбито минимальное количество готовых автомобилей, а это существенно снижает затраты на испытания.

Краш-тесты проводят с любыми устройствами, которые должны быть ударопрочными (рис. 15.10).



Рис. 15.10. Тест на ударопрочность

15.5. Разработка рабочего места модельера одежды и визажиста

В обязанности модельера входит создание нового концепта одежды в форме эскиза, поиск конструкторских решений задуманного образца, разработку образцов нового образца, подготовку образцов промышленной продукции (рис. 15.11).

Чтобы более точно определить, как вещь будет смотреться на человеке, имеющем определенную фигуру, используются специальные механизмы, которые могут менять габариты по заданным величинам (рис. 15.12).



Рис. 15.11. Рабочее место модельера одежды



Рис.15.12. Динамический макет

Успех любой швейной фабрики зависит в первую очередь от скорости исполнения заказов и умения минимизировать затраты на производство сырья. Раньше эта задача была тяжелой, потому что технологии не были развиты так же, как сейчас, а большую часть операций приходилось делать вручную (рис. 15.13).



Рис. 15.13. Моделирование, проектирование и пошив одежды

Рабочее пространство для наработок. Новый тренд развития трехмерных технологий визуализации открывает новые возможности для швейных специалистов. Сейчас модельеры используют в своей работе целый комплекс программного обеспечения, такого как Julivi clo 3D, Optitex, Autodesk Mudbox и целый комплекс технических инструментов, например, портативные 3D-сканеры, компактные стереоскопические планшеты для рисунков, автоматические проектировщики, системы 3D-моделирования со стереоскопическими дисплеями и др.

С помощью программ OptiTex и Julivi clo 3D происходит автоматизация процесса подготовки моделей. Эти программы позволяют создать базу модели с нуля, подобрать подходящий цвет и материал, а также проверить ее качество на электронном манекене.

Модуль Runway Designer системы OptiTex на виртуальных манекенах различных размеров и форм позволяет моделировать идентичную реальной одежде (рис. 15.14). Манекеном может стать практически любой 3D-объект.

3D-профиль тела человека автоматически загружается в систему при использовании 3D-сканера. Это устройство дорогое, но оно дает возможность за считанные секунды получить самую точную модель человека, которого отсканируют. Также в системе есть возможность импортирования трехмерной модели человека, которая была сформирована вручную с помощью 3ds Max.

Простой и эффективный способ – выбрать из библиотеки типовые объекты Runway. В этом случае пользователь может подстраивать стандартный манекен под необходимые размеры, используя более чем 40 размерных показателей, которые могут опираться на замеры параметров человека. В случае изменения значений данных размеров система автоматически перестраивает и саму исходную модель.

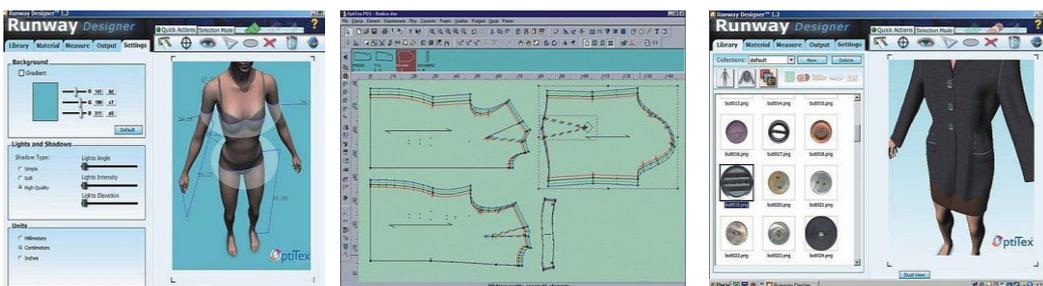


Рис. 15.14. ПО для моделирования одежды Runway Designer

Рабочее место визажиста. Большинство визажистов в своей работе используют широкий ассортимент косметических средств и принадлежностей для макияжа (рис. 15.15).

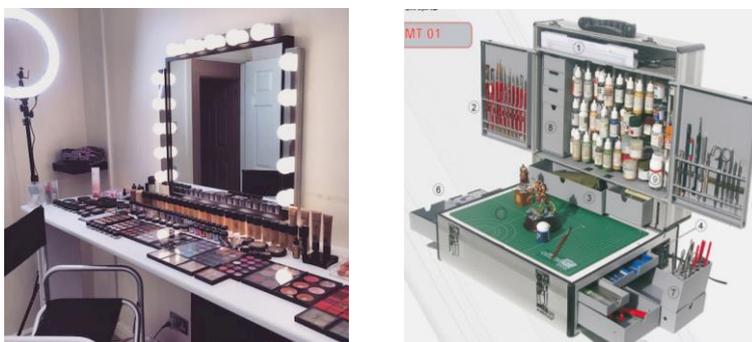


Рис. 15.15. Рабочее место визажиста

Визажисты в своей работе также начинают использовать современные технологии.

Сейчас разрабатывается аппаратно-программный комплекс для автоматического подбора макияжа для модели, перенесенной в 3D (рис. 15.16).

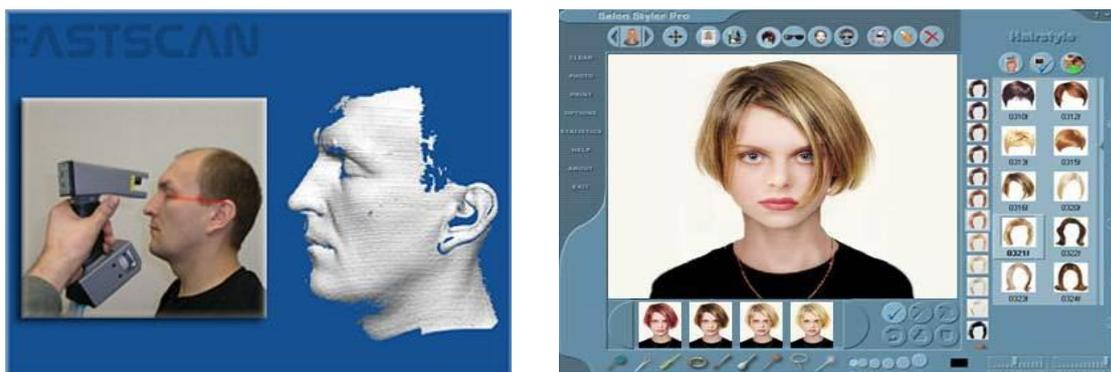


Рис. 15.16. Программные и технические средства визажистов

Программа начинает с переноса трехмерного изображения лица в компьютер, оценки типа кожи, теней и линий, затем сопоставляет эти данные с 60 уже загруженными моделями и дает рекомендации по применению косметики, опираясь на готовые примеры профессионального визажиста. Благодаря этим пространственным моделям программа может довольно точно анализировать, оценить цвет и форму лица, глаза, волосы.

15.6. Когнитивные технологии представления 3D-данных в компьютере о форме тела человека

3D-сканирование тела человека используется в медицине, к примеру, в ортопедии или пластической хирургии; в моде для усовершенствования подбора и пошива одежды под конкретного человека; в медиа и дизайне, к примеру, в компьютерной графике для киноиндустрии.

3D-моделирование тела человека. BioDigital Human представляет собой интерактивный ресурс, где представлены анатомические 3D-модели человека (рис. 15.17).



Рис. 15.17. Программная разработка BioDigital Human

Программа является 3D-платформой, которая позволяет упростить понимание анатомии, выявить болезнь и предоставить соответствующее лечение.

Ресурс может использоваться не только для наглядности, но и для анализа и исследований благодаря интерактивным инструментам. В программе каждая 3D-модель сочетается с подробным медицинским описанием.

Есть несколько способов представления в компьютере данных о трехмерной форме тела человека, его головы и лица. Эти данные могут быть получены с помощью камеры фото-видео (данные представлены как набор фотографий и видеофайлов) ручным моделированием. Для этого используются специальные пакеты программ или сканирующие устройства.

Для создания модели вручную сначала делают цифровые фото человека, затем на их основании создается черновой вариант формы человека и только после этого, детализируя форму, дизайнер самостоятельно подгоняет ее к требуемой. После чего мастер накладывает текстуру и настраивает параметры модели.

Данный процесс моделирования применяется достаточно часто из-за относительной простоты технологий. В качестве недостатков можно назвать высокую трудоемкость и неточность воспроизведения деталей модели.

Метод автоматического моделирования осуществляется следующим образом: специальные программные алгоритмы восстанавливают трехмерные объекты (форму и свойства) из фотографий и видео. Задача автоматического восстановления настолько сложна, что даже самые передовые алгоритмы компьютерного зрения работают не в каждой ситуации и довольно неустойчивы. Однако на практике находят применение методы компьютерной визуализации, в частности, в сочетании с ручным моделированием.

Чаще всего используют 3D-сканеры.

3D-сканер – система сканирования тела человека в трехмерном пространстве с целью получения информации о его поверхности.

Благодаря точности и реалистичности новых сканеров дизайнеры могут получить фигуру человека в 3D в высоком качестве, а отсканированный образ можно перемещать в любое положение и имитировать движения тела в программе в реальном времени.

Лазерные триангуляционные сканеры представляют собой детектор и лазерный излучатель, которые удалены на фиксированное расстояние таким образом, что между точкой на поверхности сканируемого объекта, приемником и излучателем формируется треугольник с частично известными сторонами (рис. 15.18).



Рис. 15.18. Активное лазерное сканирование

Сканеры представляют собой видеокамеры, которые снимают объект при различной освещенности. На объект проецируется определенный узор-сетка, по искажениям которой сканер формирует трехмерное изображение фигуры (рис. 15.19).

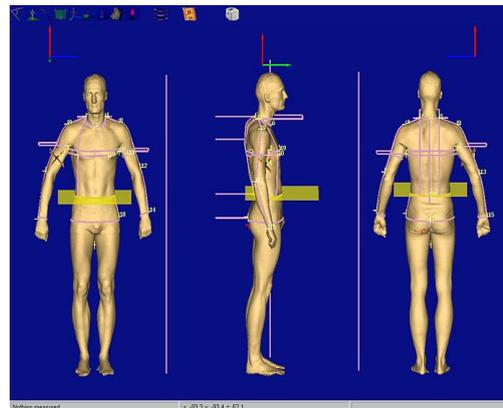


Рис. 15.19. Пассивные сканеры, использующие структурированную подсветку

Понятие антропометрических точек на теле человека. Антропометрия – это изучение в теории и на практике измерений человеческого тела по антропометрическим (реперным) точкам.

Антропометрические точки представляют собой участки, расположенные на поверхности тела или на костных образованиях, хорошо прощупываемые через мягкие ткани (рис. 15.20).

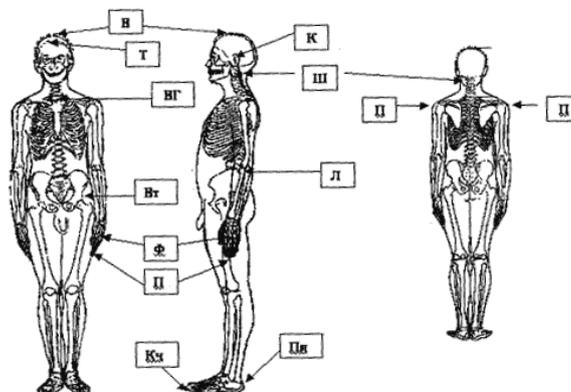


Рис. 15.20. Основные антропометрические точки

Общие и парциальные размеры тела можно определить по расстоянию между реперными точками.

Антропометрические точки на туловище:

- плечевая – наиболее выступающая наружу точка на краю акромиального отростка лопатки;
- пальцевая – самая дальняя точка на мякоти ногтевой фаланги третьего пальца;
- шейная – точка на вершине остистого отростка седьмого шейного позвонка;

- лучевая – верхняя точка головки лучевой кости;
- фаланговая – верхняя точка основания первой фаланги третьего пальца с тыльной поверхности;
- верхнегрудинная – точка на верхнем крае яремной вырезки грудины;
- вертельная – самая верхняя, наиболее выступающая наружу точка большого вертела бедра;
- конечная – наиболее выступающая вперед точка стопы, лежащая на конечной мякоти первого (или второго) пальца;
- пяточная – наиболее выдающаяся назад точка пятки.

На голове многообразие антропометрических точек можно проследить по рис. 15.21, начиная от верхушечной – наиболее высоко расположенной точки головы (при установке головы в глазнично-ушной горизонтали) и заканчивая нижнечелюстной – наиболее выступающей наружу точкой на углу нижней челюсти.

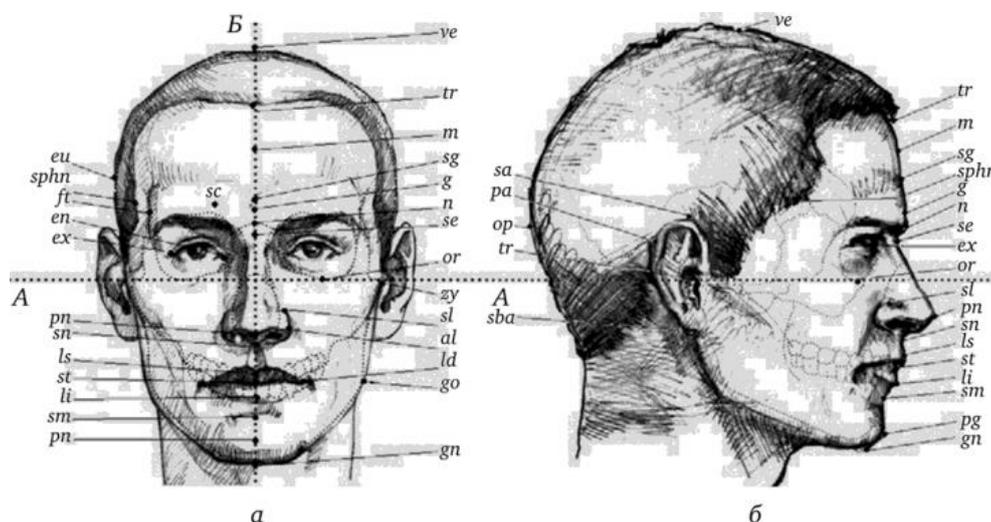


Рис. 15.21. Основные антропометрические точки

Основными программными системами для создания и редактирования трехмерной графики являются REALVIZ ImageModeler, Autodesk 3ds Max, VirtualGrid VRMesh. С их помощью реализовываются трехмерные компьютерные модели реальных или фантастических объектов любой формы и сложности.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. В чем заключаются новые возможности применения трехмерной визуализации данных на рабочих местах проектировщика в области машиностроения?
2. Перечислите виды 3D-моделирования машиностроительных изделий.
3. Назовите вид 3D-моделирования, при котором форма объекта представляется в виде набора характеризующих ее линий и узловых точек.
4. Какие вы знаете методы анализа в САЕ-системах?
5. Как может быть эффективно представлена информация о тех частях сложной детали, которые подвергаются большей силовой нагрузке при эксплуатации в зависимости от точек приложения силы?
6. Что входит в понятие «рендеринг»?

7. Назовите известные вам технологии, используемые для визуализации целого изделия и динамика его функционирования.
8. Как происходит визуализация при осуществлении рейкастинга (ray casting)?
9. Как понимается эффект взаимодействия в 3D-визуализации?
10. В каких единицах измерения принято снимать показатели с манекена, используемого при проведении автомобильных краш-тестов?
11. Перечислите способы представления 3D-данных о форме тела человека.

16. Когнитивные технологии 3D-визуализации для формирования операторских навыков

Темы:

1. Когнитивные технологии предъявления зрительной информации в тренажерах для обучения водителей.
2. Использование зрительной информации в авиационных тренажерах.
3. Особенности отображения информации на тренажерах железнодорожного транспорта.
4. Специфика визуализации на тренажерах морской навигации.
5. Системотехнические компоненты устройств для навигации на местности автомобиля, человека.

16.1. Когнитивные технологии предъявления зрительной информации в тренажерах для обучения водителей

Использование автомобильного симулятора помогает:

- изучить расположение органов управления и научиться пользоваться ими на практике;
- исправить неправильные навыки вождения, полученные водителями в результате самообучения;
- изучить упражнения, которые составляют основу экзамена в ГАИ;
- отработать езду по дорогам виртуального автодрома, города и загородных трасс;
- отработать режимы «трогания» с места, переключения передач, рулевого управления, «торможения» различными способами, «движения» задним ходом.

Автомобильные тренажеры помогают водителю развить:

- психофизиологические качества, такие как глазомер, психическая устойчивость, переключаемость и перераспределение внимания, память, динамика работоспособности;
- личностные качества для безопасного вождения (нервно-психическая устойчивость, такие свойства темперамента, как отсутствие склонности к риску и конфликтности);
- саморегуляцию при состояниях эмоционального напряжения, монотонности, усталости или стрессе.

Программа автосимулятора дает возможность:

- отработать навыки перестроения в плотном потоке, кругового движения, соблюдения оптимальной дистанции и скорости, предотвращения аварийных ситуаций при передвижении на городских дорогах и оживленных трассах;
- сдать практическую часть экзамена в ГАИ.

Тренажер автомобиля ВАЗ. Состоит из закрепленного на полу водительского кресла с ремнем безопасности, приборной панели, педалей, коробки передач и ручного тормоза. Рядом с местом водителя установлен системный блок компьютера, а вместо стекла установлены три больших монитора, которые позволяют обеспечить обзор на 180° (рис. 16.1).



Рис. 16.1. Тренажер автомобиля ВАЗ

Динамический тренажер автомобиля УРАЛ-4320. Такой симулятор используется для выработки у водителей основных навыков вождения и улучшения приемов вождения в различных дорожных условиях.

Тренажер обеспечивает максимально результативное обучение в классе без расхода горюче-смазочных материалов и моторного ресурса автомобиля с помощью современной компьютерной системы для создания визуализаций в пространстве виртуальной реальности и использования настоящей водительской кабины, установленной на многоступенчатой платформе.

Для водителей есть возможность обучаться вождению на симуляторе автомобиля с прицепом и в составе колонны при подключении нескольких тренажеров в одну локальную сеть.

Симулятор от Mercedes-Benz использует платформу на шести пневматических рычагах и 360-градусный экран вокруг автомобиля для имитации движения в трех осях. Для обеспечения возможности поперечного движения применяется технология, похожая на полотно беговой дорожки (рис. 16.2).



Рис. 16.2. Симулятор Mercedes-Benz

Для обучения, тренировок и приобретения боевых навыков у наводчиков и командиров танка используется **комплексный танковый тренажер огневой подготовки командира и наводчика** (рис. 16.3).



Рис. 16.3. Модуль боевого отделения.

На танковых симуляторах выполняют упражнения:

- по выработке установок для стрельбы, прицеливания и ведения огня по динамическим мишеням из танковой пушки артиллерийским снарядом и управляемой ракетой, а также из спаренного пулемета;
- по разведке (указанию, обнаружению, распознаванию целей);
- подготовительные;
- аварийные и др.

Обучающие упражнения выполняются на виртуальных участках местности различного ландшафта и размером 5×5 км. 3D-модель местности дает возможность проецировать расположение и движение танка и целей по территории. Для моделирования полета снарядов, пуль, управляемых ракет используются их реальные баллистические характеристики, с учетом метеорологических условий. Также есть возможность имитации звуковых и визуальных эффектов вокруг и внутри танка (взрыв снаряда, пыль и др.).

Модели мишеней и реальных объектов используются как виртуальные цели. Например, модель танка, бронетранспортера (БТР), боевой машины пехоты (БМП), противотанковой управляемой ракеты (ПТУР) на автомобиле, вертолета, ростовой фигуры, пулеметного расчета и других (рис. 16.4–16.6).



Рис. 16.4. Отделение механика-водителя танка Т-72



Рис. 16.5. Универсальный автосимулятор



Рис. 16.6. Автомобильный тренажер

Динамическая платформа DOF (depth-of-field):

- служит для передачи динамики происходящего на экране участнику и направлена на максимально полное погружение в мир виртуальной реальности;
- имеет точно согласованные движения платформы и изображения на экране монитора;
- обеспечивает реальные впечатления у участника за счет большого количества степеней свободы.

Учеными университета в Токио был разработан «ультразвуковой тактильный дисплей с передачей сигнала по воздуху». Он является трехмерным голографическим сенсорным экраном с вогнутым зеркалом, на котором формируется графическое изображение, и генератором давления акустического излучения.

Таким образом, при движениях руками изобретение имитирует физический контакт с 3D-моделями на экране. То есть пользователь может ощутить текстуру поверхности при прикосновении. Пока нет данных о возможном практическом применении такого изобретения.

16.2. Использование зрительной информации в авиационных тренажерах

Платформы с различными доступными степенями свободы различают по исполнению:

1. 6-DOF-платформа – наиболее продвинутой и сложный тип, имеющий шесть степеней свободы. Она может использоваться в качестве основы для специальных модулей тренажеров, например, танковых. При движении такой платформы можно получить максимальное соответствие видеоряда и физического воздействия на тело человека.

2. 4-DOF-платформа имеет четыре степени свободы и является наиболее сбалансированным вариантом для разработки симулятора движения по соотношению физических ощущений, получаемых впечатлений и стоимости. Такая платформа позволяет перемещаться вверх-вниз, производить наклоны вдоль вертикальной, продольной и поперечной осей.

3. 3-DOF-платформа производит наклоны в горизонтальной плоскости и перемещается по вертикальной оси. Данная платформа может успешно применяться в разработке тренажеров, аттракционов, 4D- и 5D-кинотеатров.

4. 2-DOF-платформа перемещается только вперед-назад и вправо-влево. Такая платформа применяется в аттракционах и обучающих тренажерах, например, в авиа- и автотренажерах.

Симуляторы движения на таких платформах идеально подходят для создания авиасимуляторов, благодаря их способности имитировать перегрузки до 6 g (рис. 16.7).



Рис. 16.7. Авиатренажер для пилотов

Весь создаваемый мир виртуальной реальности пользователь видит в 3D.

В UMS благодаря тактильным технологиям, а именно вибрациям и усилениям в руле или джойстике, пользователь испытывает реалистичные физические ощущения.

Электроэнцефалограммы и электрокардиограммы в UMS помогают следить за состоянием пользователя во время тренировки.

UMS используется для базового обучения водителей, летчиков, космонавтов, а также для обучения фигурам высшего пилотажа и моделирования чрезвычайных ситуаций.

«Виртуальная сфера», являясь полой сферой, позволяет пользователю свободно перемещаться в мире виртуальной реальности. Благодаря тому, что сфера оборудована колесами, она свободно вращается во всех направлениях. Датчики, фиксирующие величину углов между частями тела, определяют жесты и положение пользователя (рис. 16.8).



Рис. 16.8. Тренировочная виртуальная сфера

Области применения:

- физическая культура и здоровье;
- тренировка в условиях, приближенных к профессии обучающегося;
- игры, развлечения;
- образование;
- виртуальный туризм (музеи, архитектура, 3D-экскурсии).

Сейчас в боевой авиатехнике активно используются шлемы с системой индикации. Такая система дает пилоту возможность получить важную информацию об обстановке и не тратить время в критических ситуациях на анализ данных с приборной панели. Также подобные системы индикации позволяют указывать на цель поворотом головы или даже движением глаз (рис. 16.9).



Рис. 16.9. ИТ-шлем пилота

Примером использования дополненной реальности служат реальные объекты, дополненные наложенной на них информацией.

Виды авиационных тренажеров:

- процедурные тренажеры;
- комплексные тренажеры;
- групповые тренажеры;
- система визуализации;
- система подвижности.

На данный момент для обучения пилотов гражданской авиации чаще всего применяются процедурные и комплексные тренажеры.

Благодаря развитию техники, такие авиационные тренажеры имеют настолько высокий уровень эффективности подготовки, что их использование стало действеннее, чем обучение на настоящих самолетах. При использовании тренажера, в отличие от настоящего полета, не нужно тратить время на выполнение рутинных операций и можно сконцентрироваться на обучающих задачах. Также на тренажере можно легко изменять условия полета (погодные условия, особенности локации), останавливать задание для анализа или повтора. Кроме того, система поддерживает симуляцию чрезвычайных ситуаций для отработки

алгоритма действий при их возникновении. Эта функция помогает минимизировать риск, который неизбежно появляется при моделировании ЧС в условиях реального полета. Такая подготовка пилотов на симуляторах, даже учитывая их высокую стоимость, выгодна и с экономической точки зрения (рис. 16.10, 16.11).



Рис. 16.10. Авиатренажер



Рис. 16.11. Тренажерный шлем пилота

Для военной авиации такие тренажеры являются особой ценностью. Благодаря симуляциям, создаваемыми тренажерами, пилоты могут без ограничений обучаться в условиях реальной боевой обстановки, несмотря на мирное время.

Процедурные тренажеры позволяют экипажу отрабатывать процедуры подготовки к полету и его выполнения.

В таких симуляторах для имитации различных приборов, пультов и органов управления используются мониторы с сенсорными экранами. Пульты и органы управления для удобства использования чаще всего представляются в виде полноразмерных макетов. В модели тренажера, представленного на рис. 16.10, используется макет козырька приборной панели пилотов, который состоит из пультов управления автопилотом, сигнализации и приоритета. Кроме того, на тренажер устанавливаются имитаторы лицевых панелей вычислительной системы самолетовождения.

Процедурные тренажеры обычно не оснащаются системой визуализации, поскольку они не используются для обучения навыкам пилотирования.

Комплексные тренажеры – это авиационные тренажеры, обеспечивающие подготовку пилотов по всем их функциональным обязанностям по эксплуатации в полете воздушного судна определенного типа. Кабина такого тренажера выполняется в виде полной копии настоящей кабины самолета или вертолета. Обычно они оснащены системой подвижности или прогрессивной системой визуализации (рис. 16.12).

Групповые тренажеры, в отличие от симуляторов самолетов гражданской авиации, которые достигли пика своего развития на данный момент, все еще имеют множество возможностей для совершенствования и развития. Такие симуляторы используются для отработки групповых боевых действий. Благодаря интерфейсу HLA (High Level Architecture), объединяющему тренажеры разного рода (авиационные, танковые, артиллерийские), гражданские тренажеры соединяются в единую сеть (рис. 16.13).



Рис. 16.12. Комплексные тренажеры



Рис. 16.13. Групповые тренажеры

Авиационный (пилотажный) тренажер – тренажер, предназначенный для симуляции полета при наземной подготовке экипажа. Благодаря специальным моделям, реализованным в ПО вычислительного комплекса симулятора, воссоздается динамика полета и работа систем судна. Кроме того, пилотажный тренажер позволяет свести к минимуму влияние человеческого фактора, т. е. минимизирует возможность ошибочных действий группы.

В данный момент в научно-техническом центре «Динамика» в Жуковском реализованы три новых учебно-тренировочных комплекса для подготовки эки-

пажей самолетов МиГ-31, Су-33 и Су-24М. Такие обучающие комплексы позволяют получить практические навыки и теоретические знания по управлению воздушным судном. Система дает возможность изучать самолетное оборудование: его составляющие и их назначение, расположение и принцип работы. Также, с помощью видеопроекционного комплекса, система позволяет проводить занятия индивидуально и в группах, автоматически контролировать знания обучающихся, корректировать учебный процесс (рис. 16.14, 16.15).



Рис. 16.14. Авиационный (пилотажный) тренажер



Рис. 16.15. Пилотажный тренажер

С помощью объектной модели, которая позволяет тренажеру работать совместно с другими тренажерами в единой информационной среде на основе НЛА, все эти обучающие комплексы легко интегрируются в тренажерные комплексы любой сложности.

Специалисты авиации США считают, что в ближайшие 15 лет станет вдвое больше воздушного транспорта, используемого для коммерческих перелетов. Следовательно, авиадиспетчерам будет необходимо внедрять новейшие технологии, чтобы справиться с потоками авиационных судов и на земле, и в воздухе. С этой целью NASA разработало симулятор башни авиадиспетчеров общей стоимостью более 100 миллионов долларов (рис. 16.16).



Рис. 16.16. Симулятор башни управления полетами

С помощью такого симулятора и его эффективной имитации работы аэропорта, появляется возможность испытывать новые технологии управления движением самолетов в режиме реального времени.

Башня авиадиспетчеров имеет два этажа, на которых могут одновременно работать 12 операторов. Во время того как «пилот» заходит на посадку, «диспетчер» следит за его положением, а «инженер» контролирует техническое состояние самолета. «Инженер» и «диспетчер» могут в одно время следить сразу за несколькими «рейсами». При этом двигающиеся модели самолетов, которые прилетают и улетают из аэропорта, являются абсолютно независимыми симуляторами.

Суперкомпьютер RealityMonster является центром управления башней. Благодаря ему происходит вывод симуляции на 12 экранов башни, которые являются имитацией настоящих окон. RealityMonster позволяет имитировать не только обстановку в аэропорту, но и погодные условия, а также характеристики движения самолетов и автомобилей.

Как усложнение для обучающихся можно добавить в симуляцию людей или технический транспорт, который будет функционировать как в реальной жизни.

Планируется, что в будущем башню будут использовать в отделении автономных роботов для управления межпланетными миссиями с использованием роботизированных машин.

16.3. Особенности отображения информации на тренажерах железнодорожного транспорта

В рамках программы Railway Safety Research Programme по изучению безопасности железнодорожного транспорта, разрабатывается программа исследований влияния человеческого фактора и соответствующие спецификации для симуляторов (рис. 16.17). Также в тренажерах необходимо наличие видео- и аудиотехнологий высокого качества.



Рис. 16.17. Железнодорожный тренажер

Тренажер дежурного по станции (ДСП) является макетом пульта-табло маршрутно-релейной централизованной станции. Вверху макета находится плазменная панель, которая соединяется с главным компьютером и отображает 3D-схему поездной обстановки на железнодорожной станции.

Конфигурация пульта позволяет спроектировать тренажеры ДСП для любой станции (в состав ПО симулятора входит САПР, которая дает возможность осуществлять такие работы).

ПО тренажера ДСП позволяет использовать его как в режиме совместной работы при проведении деловых игр, так и в автономном режиме. Конструкция настоящего пульт-табло не предусматривает наличия устройств отображения информации, как, например, закрепленная на тренажере ДСП плазменная панель.

Согласно анализу данных, обычно для визуализации применяется 3D-графика. К примеру, именно такой подход применяется и при разработке тренажеров машинистов (рис. 16.18). Использование 3D-графики в симуляторе является вполне оправданным в связи с тем, что студентам на начальных этапах подготовки затруднительно ориентироваться только по индикаторам путевых секций пульта, а благодаря возможности сверять 3D-мнемосхему и поездную обстановку, изображенную на мнемосхеме пульта, можно упростить понимание выполняемых действий.



Рис. 16.18. Тренажер машиниста

Использование видеозаписей является альтернативой созданию трехмерных сцен. Например, именно этот подход используется в тренажере машиниста в рамках создания тренажерного комплекса «Виртуальная железная дорога».

Такую технику удобно использовать в качестве составного элемента рабочего места дежурного по станции, при показе обучающих видеоматериалов, для проекции изображения на стекло макета кабины машиниста и т. д.

16.4. Специфика визуализации на тренажерах морской навигации

Симулятор судоводителей (рис. 16.19) помогает освоить навыки управления морским транспортом с учетом специфики водной среды. В отличие от автомобиля корабль не может остановиться мгновенно или повернуть, не учитывая инерцию, качку и другие специфические условия моря.



Рис. 16.19. Симулятор для судоводителей

Рабочая станция инструктора содержит инструменты, необходимые преподавателям для создания упражнений и их проверки (рис. 16.20).



Рис. 16.20. Рабочая станция инструктора

Задачи, которые решает рабочая станция инструктора:

- создание плана упражнений, требуемых для них условий плавания, разработка сценариев аварий и отказов оборудования и систем;
- подготовка упражнений;
- репетиция разработанных упражнений.

Проведение упражнений обеспечивает:

- управление целями, находящимися на воде и в воздухе, такими как курс судна, его маршрут, скорость, посылаемые и принимаемые сигналы, неисправности и т. п.;
- автоматическое или ручное управление буксирами, работа якорями и буксирными концами, швартовка судна;
- управление погодными условиями, такими как освещенность внешней среды, дальность видимости, волнение моря, сила ветра и его направление, течения, облака, приливы и т. д.;
- создание ошибок в системах мониторинга внешней среды и управления судном;
- эффективный и своевременный контроль за выполняемыми упражнениями.

Анализ и разбор выполненных упражнений позволяют:

- воспроизвести любую часть упражнения на станциях разбора упражнений, на капитанском мостике и станции аварийной связи глобальной морской системы связи при бедствии (ГМССБ);
- получить возможность воспроизвести любой момент упражнения и изменить для него условия;
- записать, заархивировать и задокументировать упражнения.

Модели судов. Предлагаемая для использования в симуляторах библиотека содержит суда различного класса. Например, рыболовецкие и пассажирские суда, паромы, буксиры, контейнеровозы, танкеры и многие другие. Все математические модели судов и судового оборудования соответствуют мировым стандартам и созданы на основе результатов исследований ведущих научных центров.

16.5. Системотехнические компоненты устройств для навигации на местности автомобиля, человека

Система навигации автомобиля – вспомогательное электронное устройство, служащее для определения местоположения автомобиля и направления его движения к намеченной цели. В настоящее время в основном используется спутниковая система навигации (рис. 16.21).



Рис. 16.21. Спутниковая система навигации

Устройства слежения имеют **два основных требования**:

- 1) устройство должно иметь прочное крепление, исключающее отрыв на ходу;
- 2) обнаружение устройства должно быть максимально простым.

Обычно его устанавливают на приборную панель автомобиля, т. к. она имеет достаточно пространства, чтобы поместить устройство и аккуратно провести кабель питания к прикуривателю. Крепят устройство слежения обычно с использованием хомутов из металла с резиновой прокладкой.

Система навигации человека (рис. 16.22).

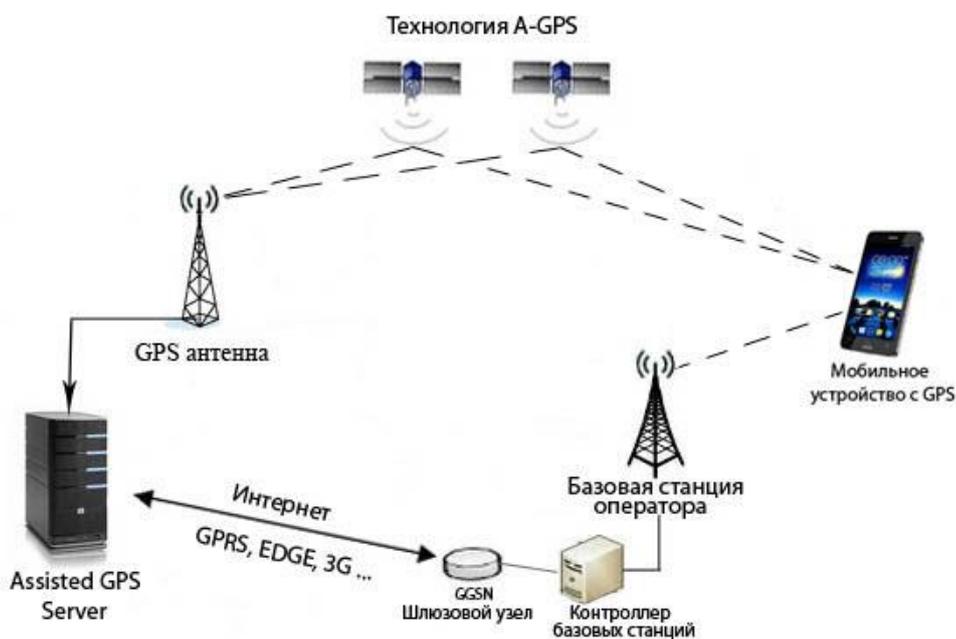


Рис. 16.22. Структурная схема системы навигации

Аппаратная часть. GPS-навигатор – сложное многокомпонентное устройство, содержащее важные составляющие, которые обеспечивают точность и качественную работу прибора в целом:

- GPS-чипсет – это набор микросхем, содержащий самый важный компонент прибора – процессор, который, собственно, и управляет работой всего устройства, получая сигналы от GPS-модуля и определяя координаты объекта;
- GPS-антенна – компонент, настроенный на частоты, на которых спутники передают необходимые данные;
- дисплей, служащий для отображения данных;
- оперативная память должна быть в достаточном объеме для обеспечения скорости работы устройства слежения;
- память BIOS, связывающая программную и аппаратную части навигатора;
- встроенная flash-память, хранящая в себе ОС, программное обеспечение и данные пользователей;
- наличие таких элементов платы как радиоприемник, Bluetooth-модуль, GPRS-модуль зависит от разработанной архитектуры определенной модели устройства;
- внешние интерфейсы (разъемы) – разъемы для подключения наушников и внешнего питания, слоты для SIM-карт и карт памяти. Наличие разъемов и их количество также зависит от определенной модели навигатора.

Программная часть. Стандартно программная часть содержит BIOS, ОС, программную оболочку, различные навигационные программы и вспомогательные приложения:

- BIOS – микропрограмма, реализующая API для работы с аппаратурой устройства;
- ОС, которая может быть собственной операционной системой (обычно базируется на уже существующих) или операционной системой стороннего производителя (самой часто используемой является Windows CE);
- программная оболочка, которая обеспечивает комфортное взаимодействие с программным обеспечением устройства слежения и содержит необходимые пакеты для исправной работы программ;
- навигационная программа – программа, являющаяся либо собственной разработкой производителей, либо ПО стороннего производителя (чаще всего используются CityGuide, Навител Навигатор и т. п.);
- некоторые элементы программной части могут быть объединены между собой по усмотрению производителя. Например, ОС навигатора иногда выполняет функции программной оболочки, а навигационная система включает в себя некоторые дополнительные приложения;
- дополнительные приложения – информационные программы, различные игры, которые обычно устанавливаются производителем и т. п.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Есть ли принципиальные отличия виртуальной реальности от известных средств визуализации, используемых человечеством?
2. В чем заключается специфика предъявления зрительной 3D-информации в тренажерах для обучения водителей?
3. Назовите известные вам виды современных авиационных тренажеров?
4. Каковы особенности отображения 3D-информации на тренажерах железнодорожного транспорта?
5. Объясните специфику использования 3D-визуализации тренажеров морской навигации.
6. Каким тренажерам необходима функция управления моделируемыми условиями внешней среды (освещенность, видимость, сила и направление ветра, облака)?
7. Опишите основные компоненты систем для навигации на местности автомобиля, человека.

17. Когнитивные технологии на службе космической индустрии

Темы:

1. Системотехнические разработки для оптического сканирования поверхности Земли из космоса.
2. Картография и создание электронных карт поверхности Земли.
3. Тренажеры и симуляторы виртуальной реальности для космонавтов.
4. Варианты использования видеоинформации о Земле.

17.1. Системотехнические разработки для оптического сканирования поверхности Земли из космоса

Вращая космический корабль или его оптическую систему относительно космического корабля, можно увидеть поверхность Земли под разным углом зрения. Однако наиболее распространенными сканирующими радиометрами стали оптические схемы, при которых спутник и корпус радиометра неподвижны (рис. 17.1).

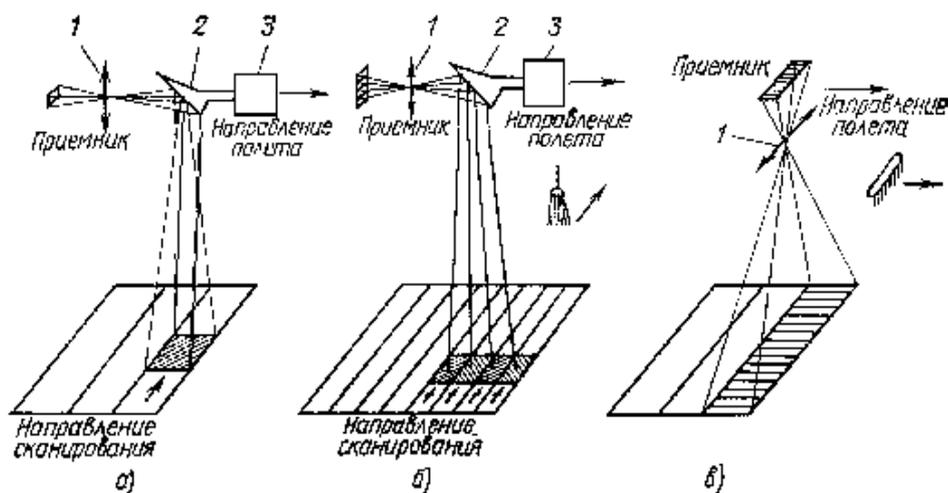


Рис. 17.1. Схемы сканирования земной поверхности:
а – одноплощадочный приемник; б – сканирование «метелкой»;
в – сканирование «щеткой»;
1 – оптическая система; 2 – сканирующее зеркало; 3 – привод

В данном случае сканирование осуществляется движением головного зеркала, в частности плоского, которое расположено под углом 45° к оси вращения двигателя.

Если объяснить принцип работы аппаратуры, представив, что в фокусе объектива находится излучатель, а не приемник, например, лампочка накаливания, то у нас получится световой прибор, где прожекторный луч направляется после отражения от зеркала перпендикулярно оптической оси системы. По мере вращения зеркала вращается и луч прожектора, который остается в плоскости, перпендикулярной оптической оси. Во время этого вращения блик света проходит через поверхность Земли, а затем через внутренние элементы конструкции прибора (рис. 17.2).

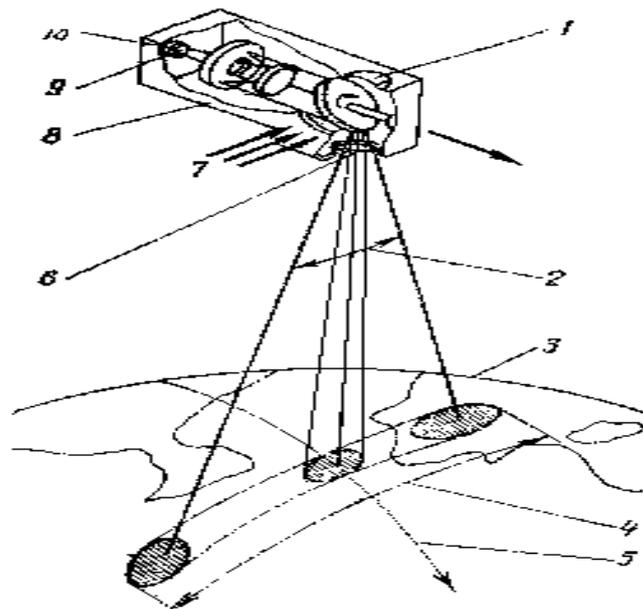


Рис. 17.2. Принцип работы сканирующего радиометра:

- 1 – нагреватель; 2 – угол обзора Ω ; 3 – лимб Земли; 4 – ширина полосы захвата;
 5 – след орбиты; 6 – диаметр входного зрачка d ; 7 – космическое излучение;
 8 – космический аппарат; 9 – фильтр; 10 – приемник

При движении спутника по орбите подспутниковая точка спроецирует на земной поверхности воображаемый след орбиты. При совмещении оптической оси аппарата с направлением полета, зеркало предоставит возможность вращения мгновенного угла поля зрения в плоскости, перпендикулярной направлению полета. Как итог каждый оборот зеркала позволит просмотреть полосу на поверхности, расположенную перпендикулярно следу орбиты. Пространственный угол с вершиной в центре входного отверстия аппаратуры, образуемый направлениями на крайние точки полосы, просматриваемой на поверхности Земли, определяет поле обзора и характеризует полосу захвата аппаратуры на местности.

Лидар (англ. LIDAR – light identification, detection and ranging) – технология получения и обработки информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления отражения света и его рассеивания в прозрачных и полупрозрачных средах.

Лидар как прибор – это **активный дальномер оптического диапазона**. Двух- или трехмерное изображение окружающего пространства в системах машинного зрения формируется с помощью сканирующих лидаров. Атмосферные лидары могут как определять расстояние до непрозрачных отражающих целей, так и анализировать свойства прозрачной среды, которая рассеивает свет. Существуют различные атмосферные лидары, такие как определяющие направление и скорость перемещения воздушных потоков в различных слоях атмосферы, доплеровские лидары.

Лидар не имеет значительных отличий от радара по способу получения данных: источник излучения направляет на объект луч, который затем отражается и возвращается вновь к источнику излучения. Его улавливание осуществляется с помощью высокочувствительного приемника (при использовании лидара – светочувствительного полупроводникового прибора). При этом чем больше расстояние до объекта, тем больше время отклика.

Световые волны, в отличие от радиоволн, которые эффективно отражаются только от крупных металлических целей, подвержены рассеиванию в любых средах, включая воздух, соответственно можно не только определять расстояние до непрозрачных (отражающих свет) дискретных целей, но и измерять интенсивность рассеивания света в прозрачных средах. Обратный отраженный сигнал проходит через ту же рассеивающую среду, что и луч от источника и подвергается вторичному рассеиванию, из-за чего восстановить действительные параметры распределения оптической среды довольно сложно. Данная задача решается эвристическими и аналитическими методами.

Простейшая атмосферная лидарная система не имеет средств наведения и ориентирована перпендикулярно зениту.

Простая сканирующая головка используется для сканирования горизонта в одной плоскости. В них неподвижные излучатели и приемники также нацелены в зенит. Установлено зеркало, вращающееся вокруг радиальной оси под углом 45° к горизонту и излучению.

Для авиационных установок, где необходимо сканировать полосу, перпендикулярную направлению полета авианосца, ось излучения горизонтальна. Точный датчик положения ротора и стационарные реперные метки, установленные на прозрачном корпусе сканирующей головки, используются для синхронизации двигателя, вращающего зеркало, и средства, обрабатывающего принимаемый сигнал.

Сканирование в двух плоскостях добавляет к этой схеме механизм, который поворачивает зеркало на постоянный угол каждый раз, когда поворачивается головка. Таким образом формируется цилиндрическая развертка окружающего мира.

Центр управления космическими полетами (ЦУП) – обслуживает процесс управления полетами космических аппаратов. Также он осуществляет научные исследования и создает алгоритмы, методы и средства решения задач навигации, баллистики, управления. Кроме того, ЦУП производит экспертизу космических проектов.

В новейшем ЦУП используется графический интерфейс, который можно эффективно использовать на большом экране для отображения информации и просмотра текущего положения МКС, ее точных координат, высоты и скорости движения (рис. 17.3).



Рис. 17.3. Современный ЦУП

Телеметрия – (греч. tele – вдаль, далеко и metreo – мерю) раздел науки о передаче на расстоянии данных, недоступных для непосредственных измерений, к месту, где они могут быть восприняты.

В космической индустрии телеметрия предполагает, что необходимая информация о космическом корабле поступает на протяжении всего полета, а не только во время его нахождения на стартовой площадке. При этом летательный аппарат может находиться в миллионах километров от Земли и от места наблюдения.

Схема получения, передачи и обработки данных (рис. 17.4). Для изучения Земли из космоса параметры орбиты спутника и его измерительная аппаратура выбираются в зависимости от типа требуемой информации. Датчики регистрируют изображения земной поверхности и атмосферы. Собранные датчиками данные регистрируются на фотопленку или записываются на бортовые магнитофоны. Экспонированная пленка может или возвращаться на Землю, или обрабатываться и сканироваться на борту спутника с помощью электронной аппаратуры, или же непосредственно передаваться на землю по каналам телеметрии. В последнем случае получаемые электрические сигналы передаются по линии радиосвязи на наземную приемную станцию (ЦУП), когда спутник находится в зоне радиовидимости. ЦУП, принимающий информацию со спутников, состоит из антенны, приемной аппаратуры и оборудования для предварительной обработки, хранения и, как правило, анализа данных.

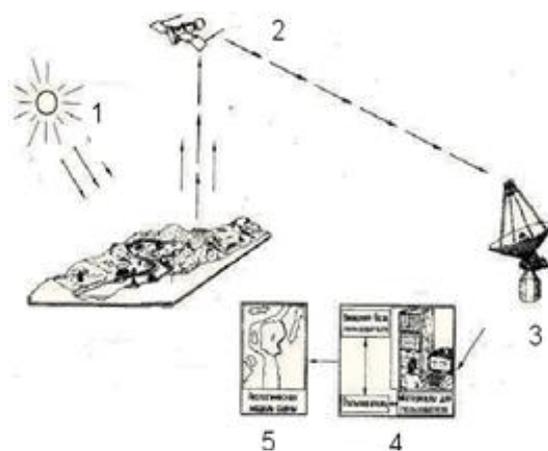


Рис. 17.4. График получения, передачи и обработки данных:

- 1 – источник освещения; 2 – спутник; 3 – антенна;
 4 – ЦУП (приемная аппаратура, оборудованная для предварительной обработки, хранения и анализа данных); 5 – полученный результат

Данные в ЦУП со спутников могут поступать несколькими способами:

- прямая трансляция на наземные станции;
- хранение данных на борту с последующей передачей наземным станциям по команде;
- передача данных через спутники-ретрансляторы (при этом значительно позволяет уменьшить число наземных станций) (рис. 17.5).

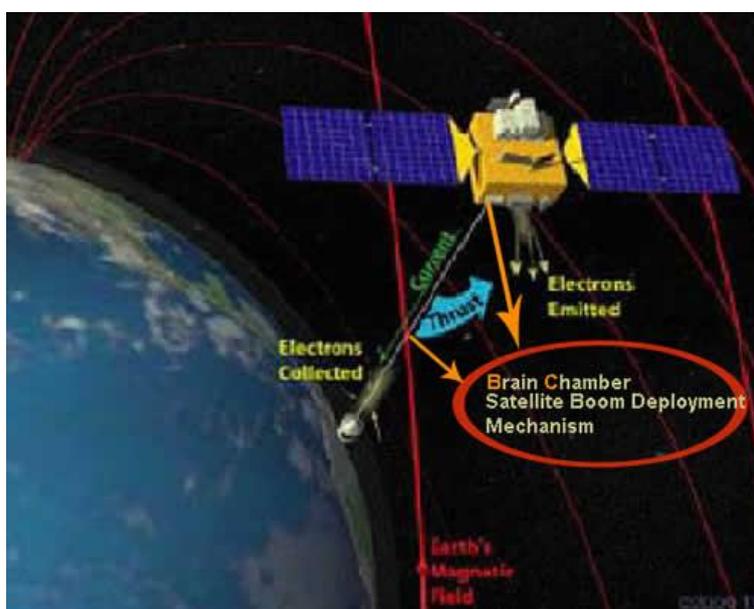


Рис. 17.5. Схема ретрансляции

17.2. Картография и создание электронных карт поверхности Земли

Спутники осуществляют различные **виды съемок**, например, фотосъемки, сканерные, радарные, тепловые, спектрометрические, лидарные съемки.

1. Фотосъемки. Фотографическую съемку земной плоскости с высоты более 150–200 км называют космической (КС). Отличительной чертой данного

вида съемки является высокий уровень обзорности, охват больших площадей плоскости при одном кадре. В зависимости от типа используемой техники и фотопленок, фотосъемка может производиться во всем видимом диапазоне электромагнитного спектра, в отдельных его зонах, а также в ближнем ИК (инфракрасном) диапазоне. Масштабы фотографирования зависят от двух важнейших показателей: высоты съемки и фокусного расстояния объектива. С помощью космической фотосъемки можно получить плановые и перспективные снимки земной поверхности, на это повлияет наклон оптической оси космической техники.

2. Сканерные съемки. Сканеры, установленные на искусственном спутнике Земли, являются многоспектральными механическими системами. Именно эти системы очень часто используются для съемок из космоса. При помощи данного вида съемки можно получить огромное количество упорядоченных кадров, которые затем складываются в цельное изображение (рис. 17.6).

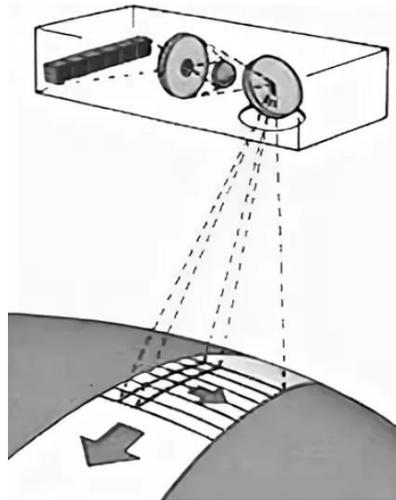


Рис. 17.6. Осуществление сканерной съемки

Термин «сканирование» предполагает развертку фотографии с помощью, например, вращающегося зеркала, поэлементно просматривающего местность поперек движения носителя и посылающего лучистый поток в объектив и затем на точечный датчик, преобразующий световой сигнал в электрический. Этот электрический сигнал поступает на приемные станции по каналам связи.

3. Радарные съемки. Радиолокационная (РЛ) или радарная съемка – важнейший вид дистанционных исследований (рис. 17.7). Данный вид съемки используется, если непосредственный мониторинг поверхности космических тел невозможен из-за различных природных условий: туман, плотная облачность и т. п., однако темное время суток не является помехой. Для радарной съемки обычно используются радиолокаторы бокового обзора (ЛБО), установленные на самолетах и искусственных спутниках Земли.

Радарные космические снимки представляют изображения на основе данных, полученных через радиолокационное сканирование поверхности планеты, в диапазоне электромагнитных волн, невидимых для человека (рис. 17.8).

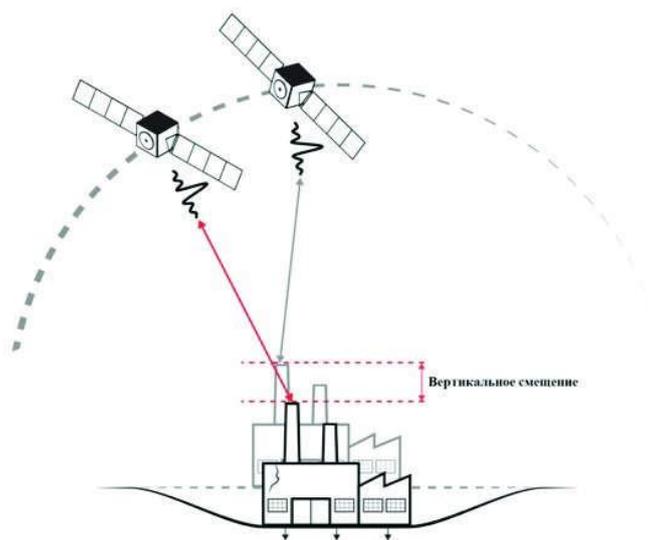


Рис. 17.7. Принцип радарной съемки

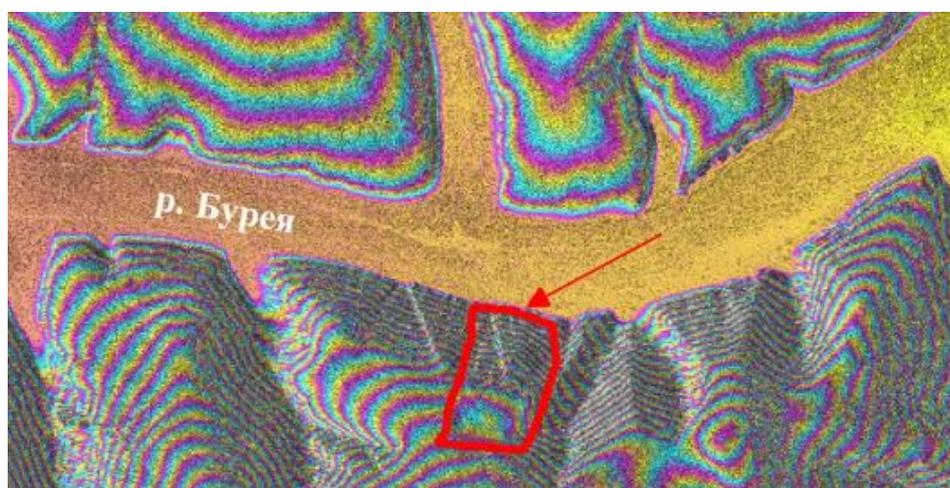


Рис. 17.8. Пример радарной съемки

Так, на рисунке с помощью радарной съемки представлены оползневые процессы.

4. Тепловые съемки. Базой данного вида съемок является определение тепловых различий путем фиксации теплового излучения объектов Земли, обусловленного эндогенным теплом или солнечным излучением. Тепловые съемки часто используются для решения геологических задач. Каждый участок Земли имеет отличающуюся температуру из-за разного нагрева, что является причиной появления тепловых аномалий. Инфракрасный диапазон спектра электромагнитных колебаний условно делится на три части (данные в мкм): ближний (0,74–1,35), средний (1,35–3,50) и дальний (3,50–1000).

5. Спектрометрическая съемка. Целью данного вида съемки является определение отражательной способности горных пород, т. е. коэффициента спектральной яркости горных пород. Данный показатель делает геологическое дешифрирование более точным и достоверным (рис. 17.9). Как было отмечено выше, каждый участок Земли имеет свою температуру, так и у горных пород разная отражатель-

ная способность. Поэтому в зависимости от коэффициента спектральной яркости выделяют три вида спектрометрической съемки:

1) микроволновая (0,3 см–1,0 м) исключает воздействие атмосферы и поэтому является самой универсальной;

2) ИК, или тепловая (0,30–1000 мкм), основываясь на различиях в яркости, определяет температурные неоднородности горных пород;

3) спектрометрия видимого и близкого ИК-спектра излучения (0,30–1,40 мкм) фиксирует спектральное распределение отражательного радиационного излучения.

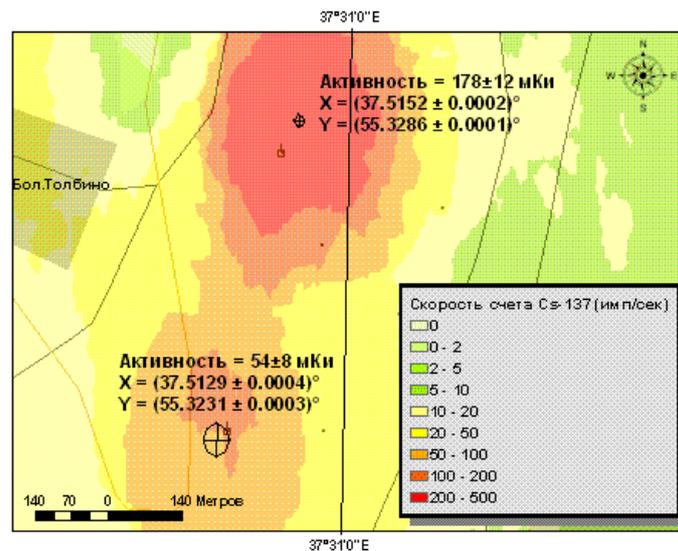


Рис. 17.9. Спектрометрическая съемка

6. Лидарные съемки. Данный вид съемки является активным и основывается на постоянном получении обратной связи от отражающей поверхности, подсвечиваемой лазерным монохроматическим излучением с фиксированной длиной волны (рис. 17.10).

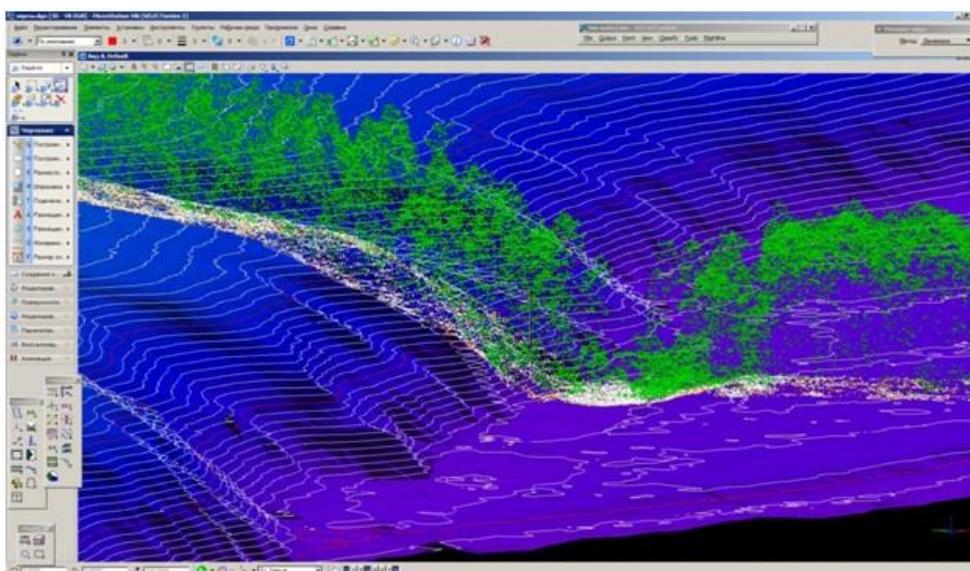


Рис. 17.10. Лидарная съемка

Частота излучателя устанавливается на резонансные частоты поглощения сканируемого компонента (например, приповерхностного метана), поэтому соотношение откликов в точках его высокого концентрирования и вне их будут резко отличаться. Фактически, лидарная спектрометрия – это геохимическая съемка приповерхностных слоев атмосферы, ориентированная на обнаружение микроэлементов или их соединений, концентрирующихся над активными геоэкологическими объектами. Устройства лидарной съемки оборудуются на низковысотных носителях.

Технология воздушного лазерного сканирования используется для наиболее быстрого сбора достоверных пространственно-геометрических данных о рельефе местности и сооружениях, расположенных на ней, в том числе на труднодоступных и залесенных территориях (рис. 17.11).

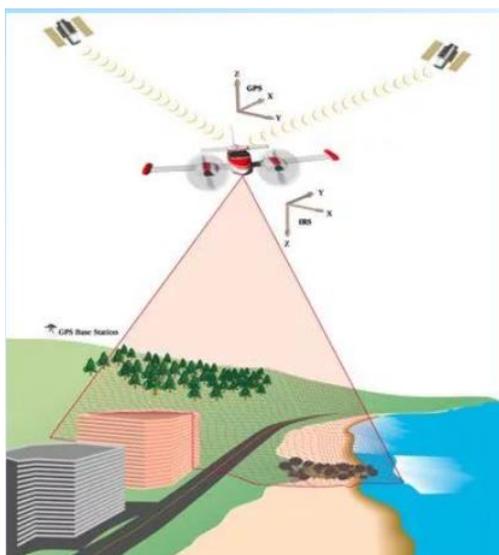


Рис. 17.11. Технология воздушного лазерного сканирования

Для осуществления данного типа съемок необходим лазерный сканер – лидар, базирующийся на воздушном судне. Технология используется для определения расстояния между источником постоянного излучения до объекта, вызвавшего отражение.

Работа навигационного блока воздушного лазерного сканера основана на взаимодействии системы спутниковой навигации (GPS/ГЛОНАСС) и инерциальной системы в режиме реального времени (рис. 17.12).



Рис. 17.12. Цифровая реконструкция центра г. Хьюстон, Техас, США

Технология воздушного лазерного сканирования используется:

- для инвентаризации земельно-имущественного комплекса;
- планирования застройки населенных пунктов;
- инспекции линий электропередач;
- строительства и реконструкции автомобильных и железных дорог;
- управления сельским хозяйством, земельными и лесными ресурсами;
- мониторинга экологической ситуации;
- мониторинга чрезвычайных ситуаций.

Главное преимущество технологии заключается в высокой точности и детальности получаемой информации. Так можно определить форму объектов сложной структуры (например, трубопроводов, каких-либо зданий). Кроны деревьев, заснеженные территории, пустыни также не будут являться помехой для получения истинного рельефа.

Построение ландшафта из карты высот (рис. 17.13, 17.14) основано на построении сетки вершин той же размерности, что и у карты высот. Затем значение высоты каждой точки из карты высот устанавливается как высота для вершины в сетке вершин. Например, можно использовать карту высот разрешением 6×6 пикселей для смещения высоты каждой вершины в сетке вершин 6×6 .

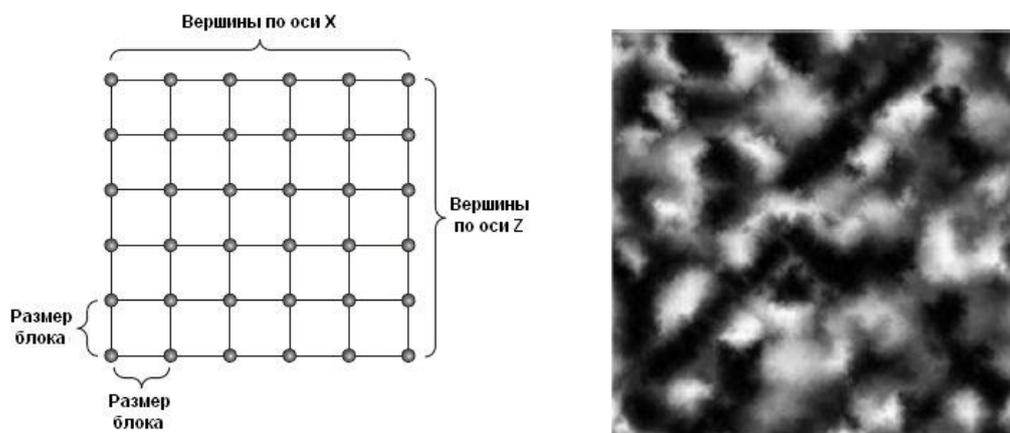


Рис. 17.13. Карта высот с разрешением 6×6

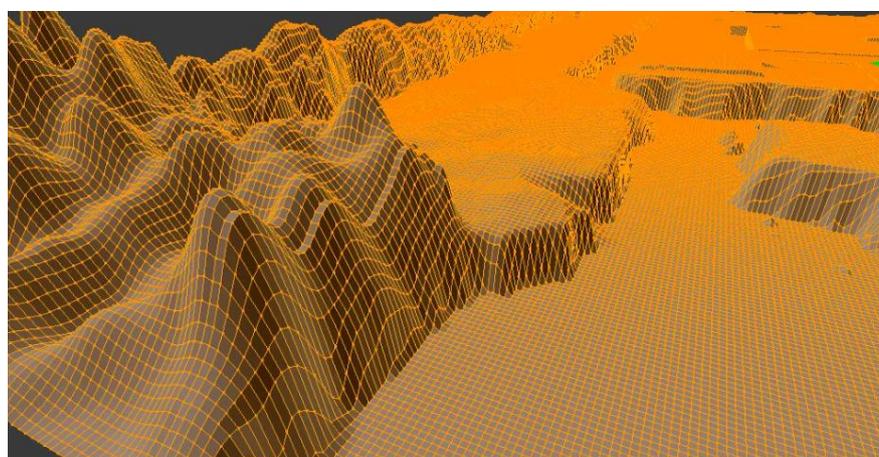


Рис. 17.14. Пример построения ландшафта из карты высот

Помимо местоположения, каждая вершина сетки содержит другие атрибуты, необходимые для визуализации, такие как нормаль и координаты текстуры. На рисунке показана сетка вершин 6×6 , созданная в плоскости xz , где высота каждой вершины задается по оси y .

Расстояние между каждой парой вершин позволяет определить степень перепадов. Чем меньше расстояние между вершинами, тем менее резкие перепады между высотами, и при этом размер сетки также уменьшается. Чем больше расстояние между вершинами, тем более резкие перепады между высотами, и при этом размер сетки увеличивается.

17.3. Тренажеры и симуляторы виртуальной реальности для космонавтов

Каждый авиационный тренажер или симулятор имеет три главные составляющие: подвижная модель кабины с центрами управления и контроля, механизм визуализации внешней обстановки, а также математическая модель, имитирующая условия полета в зависимости от действий управляющего тренажером (рис. 17.15).

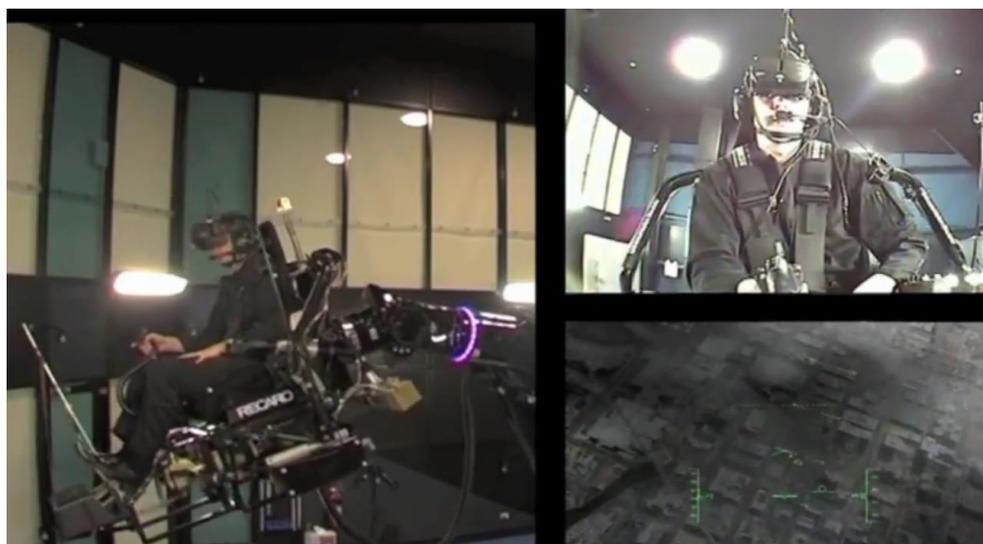


Рис. 17.15. Тренажер космонавтов Deakin's Universal Motion Simulator

Виртуальное представление космических объектов предназначено для тренировок космических экипажей без физического макетирования летательного аппарата. Данная разработка является уникальным проектом центра тренажеростроения.

Для освоения бортового оборудования, а также знакомства с наружными и внутренними модулями и контакта с ними в реальном масштабе времени используется двухмашинная вычислительная система.

Первый компьютер оснащен программным обеспечением системы виртуальной реальности (СВР) космических объектов. Для моделирования трехмерных объектов, в том числе текстурированных, применяются специально созданные конструкторы интерьера на основе 3D-пакета. Помимо этого, возможно интерактивное взаимодействие с центрами управления и контроля. Имеется возможность исследования составляющих конструкции корабля, доступ к которым затруднен.

Второй компьютер предоставляет в пользование программу моделирования комплекса бортовой системы. Упорядочивание интерактивного взаимодействия операторов с объектами виртуального мира осуществляется путем применения специальных программных средств: шлема и перчатки данных. Разработка и модернизация процесса моделирования осуществляется с помощью инструментария в среде ОС UNIX, WINDOWS NT, OS/2. Программное обеспечение работает на графических станциях IBM PC и SGI INDIGO-2.

Пакет предоставляет возможность интерактивно взаимодействовать с объектами интерьера, системами бортовой связи, двигать съемные панели внутри интерьера, переходные люки, ящики стеллажей, вращать подвижные шкафы.

Ученик может закреплять в нужном положении изучаемый интерьер для дальнейшего анализа (рис. 17.16).

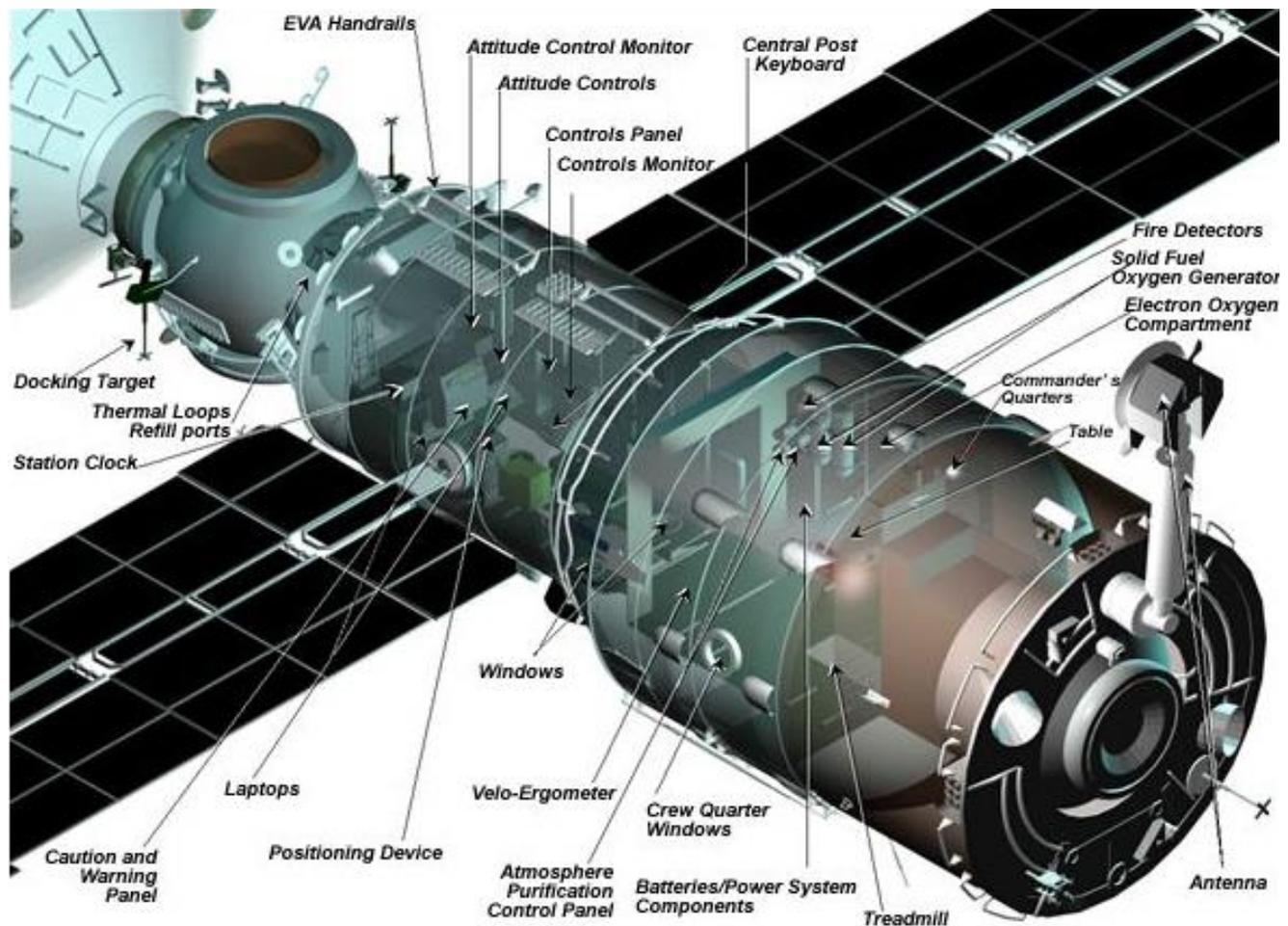


Рис. 17.16. Конфигурация служебного модуля «Звезда»

Инструктор имеет возможность обучать космонавтов как по-отдельности, так и в составе экипажа. Для улучшения тренировок проводится запись занятий для работы над ошибками и разбора реакции на нештатные ситуации. Система виртуальной реальности имеет функцию удаления различных плоскостей изучаемого модуля (пол, потолок, правый и левый борт) с возможностью выхода в открытый космос и полного обзора как внутренней обстановки, так и внешнего вида корабля.

Тренажер стыковки транспортного корабля «СОЮЗ-ТМА» (рис. 17.17, 17.18) состоит:

- из рабочего места оператора;
- вычислительной системы;
- системы моделирования объекта;
- устройства связи с объектом;
- системы имитации визуальной обстановки;
- телевизионной системы;
- системы имитации связи «борт – Земля»;
- пульта контроля и управления.



Рис. 17.17. Тренажерный комплекс



Рис. 17.18. Симулятор «СОЮЗ-ТМА»

Симулятор виртуальной реальности в космическом центре Джонсона (рис. 17.19). Экипаж миссии STS-135 отрабатывает сближение до соединения и стыковку с МКС на симуляторе виртуальной реальности в космическом центре Джонсона в Хьюстоне, штат Техас.

Универсальный симулятор движения – это большой промышленный манипулятор с механизированной рукой, на конце которого закреплено кресло. Пользователь вращается в любом направлении на большой скорости, которая представлена шестью режимами (рис. 17.20). При этом высота подъема составляет всего лишь семь метров.



Рис. 17.19. Астронавт НАСА Р. Уолхейм управляет выходом в открытый космос в лаборатории виртуальной реальности в космическом центре Джонсон



Рис. 17.20. Универсальный симулятор движения

Шлем виртуальной реальности для космонавта (рис. 17.21). Комплекс воспроизводит параметры планеты, географические, погодные, сезонные, временные условия, модели предполагаемой космической техники – спускаемого аппарата, роботизированного марсохода. Есть отработка внештатных ситуаций: пылевые бури и аварии.



Рис. 17.21. VR-шлем

Главным составляющим каждого тренировочного комплекса является система визуализации. Реалистичность восприятия ситуации человеком полностью зависит от качества и уровня системы. В процессе подготовки именно она выступает психологическим фактором и погружает сознание ученика в симуляцию.

Существует два вида системы визуализации – проекционные и коллимационные. Для обоих типов характерно проецирование изображения с помощью проекторов на сферических или цилиндрических экранах. Проецирование изображения на экранах, расположенных близко к кабине тренажерного комплекса, приводит к тому, что линия визирования удаленных проецируемых объектов зависит от положения глаз пилотов. Угол этой ошибки – **параллакс** – можно описать формулой $A = \arctg(D / L)$, где D – расстояние от головы пилота до центра настройки системы визуализации, L – расстояние от центра настройки системы визуализации до экрана (рис. 17.22).

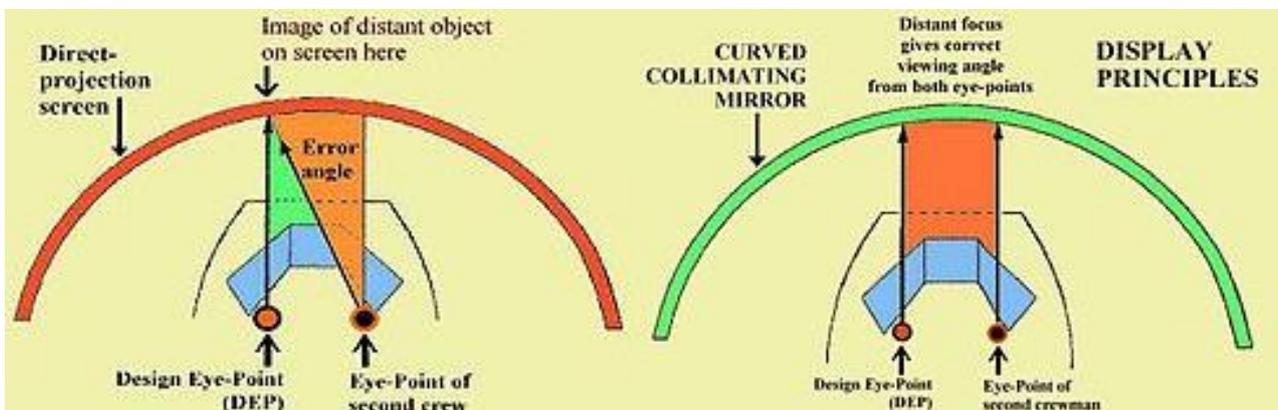


Рис. 17.22. Угол ошибки линии визирования проекционной системы и коллимационная система визуализации

Причиной параллакса считается находящийся вблизи экран, а также свойство света рассеиваться при отражении от негладкой поверхности экрана. Наличие параллакса является недостатком именно проекционных систем визуализации.

Коллимационная система визуализации основана на коллимировании света. Если проецировать так, чтобы лучи света визуализируемого объекта были параллельны друг другу, то возможность параллакса исключается.

В данной системе визуализации свет от проекторов пропускают через специальную оптическую систему – экран обратной проекции – на сферическое зеркало. Таким образом, создается иллюзия объектов, удаленных на большое расстояние.

17.4. Варианты использования видеоинформации о Земле

Цифровые модели рельефа применяются в различных сферах. Они позволяют решить следующие задачи:

- определение склонов для дорожного строительства;
- определения земель для выращивания культур в зависимости от освещенности, температуры земли, уровня радиации и т. п.;
- оценка текущего состояния природы (анализ поверхностного стока, оценка увлажнения почвы и др.);
- моделирование возможных изменений в ландшафте (затопление, разломы и т. д.);
- анализ видимости, который используют при планировании коммуникационных сетей, в военном деле и других отраслях;
- прокладка оптимальных маршрутов.

Исходя из возможности решения широкого спектра задач, моделирование рельефа территории и его дальнейшее изучение по полученным моделям становятся незаменимой частью теоретических и экспериментальных исследований в картографии, геоморфологии, океанологии, климатологии, петрологии, геодинамике, лимнологии, тектонике, экологии, в земельном кадастре и инженерных проектах. Компьютерная обработка пространственной информации пользуется большой популярностью для исследования распространения загрязнений, определения возможности появления новых месторождений, выявления тектонических сдвигов территорий и др. (рис. 17.23).



Рис. 17.23. Модель земной поверхности

Цифровые модели рельефа позволяют определять различные геометрические параметры рельефа, производить построение его сечений, оценивать возможные риски при строительстве сооружений, моделировать изменение рельефа, что повлияет на, например, застройку определенных территорий или их использование для сельскохозяйственных нужд.

Источники данных. Источниками информации для построения цифровых моделей рельефа служат топографические карты, стереопары аэро- и космоснимков, данные радиолокационной съемки и т. д. Чем выше разрешение снимков, чем выше качество изображения, чем крупнее масштаб карты, тем выше вероятность построить более точную и достоверную модель рельефа. На степень точности построения модели также оказывает влияние использованные GPS-измерения (рис. 17.24).

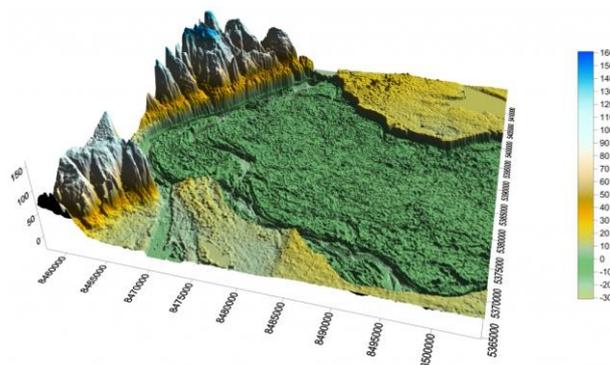


Рис. 17.24. 3D-модели рельефа

Фотошпионаж. Исходя из названия, можно смело предположить, что данный вариант использования видеoinформации о Земле получил свое развитие благодаря военным, которым хотелось осуществлять постоянное наблюдение за границей. Хотя мысль о том, чтобы использовать летательные аппараты возникла задолго до запуска первого искусственного спутника Земли. Фотошпионаж имеет ряд преимуществ перед классической аэрофотосъемкой, а именно непрерывное наблюдение, охват большой территории и недоступность воздействию противника.

Точной информации о том, когда был сделан первый снимок из космоса, нет. Однако работы по продвижению космической съемки проводились одновременно в Советском Союзе и Америке. Первые снимки из космоса были получены летом 1957 года, спустя почти десять лет с момента запуска американской ракеты. «Фотошпионом» была небольших размеров фотокамера АФА-39, поднятая с помощью ракеты на высоту более 100 метров.

Применение фото аэрокосмических орбитальных летательных аппаратов в исследованиях Земли. Многообещающей считается возможность применения данной технологии при разработке теоретических задач и решении возможных проблем, в частности для стереовизуализации сложных физических процессов, математических абстракций и моделей.

Так, например, исследователь с помощью стереовизуализации может повысить качество предоставляемой информации, что позволит снизить утомляемость пользователя и повысить эффективность.

В настоящее время наблюдение за нашей планетой осуществляется более чем десятком спутниками NASA, которые изучают уровень океана, степень загрязнения атмосферы, изменения температуры, ледники и многое другое.

Так, в декабре 2022 года NASA запустила спутник для исследования водной поверхности Земли, который осуществляет сканирование Земли как минимум три раза в месяц. На основе полученных данных планируется разработка планов по улучшению прогнозов погоды, по совершенствованию управлением запасами пресной воды в регионах, которые особо в ней нуждаются. Помимо этого, планируется проанализировать изменения глобальной температуры и климата в зависимости от степени загрязнения атмосферы углекислым газом и степени поглощения океанами атмосферного тепла.

Структура мониторинга Земли. С помощью специального веб-приложения «Eyes on the Earth 3D» (рис. 17.25) пользователям становится доступна практически вся информация о нашей планете, поступающая со спутника. Причем это касается не только ландшафта или состояния атмосферы. В группе спутников NASA числится порядка двадцати (TERRA, AQUA, SMAP и т. д.) самостоятельных модулей, каждый из которых производит наблюдения за различными параметрами: состояние ледяных покровов, степень солености вод, влажность почвы, состояние озонового слоя Земли, активность Солнца и т. д.

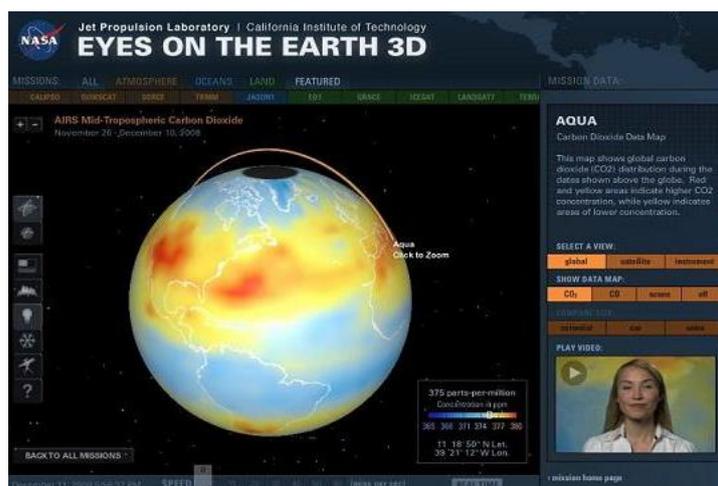


Рис. 17.25. Информация со спутника AQUA о количестве углекислого газа в атмосфере

Кроме того, пользователи могут:

- отслеживать полет спутника практически в реальном времени;
- изучить каждый спутник, а именно сравнить их размеры, возможности и специальное назначение;
- изучить карту гравитационного поля Земли;
- проанализировать динамику различных параметров: температура, уровень воды и т. п.;
- узнать о самых густонаселенных и загрязненных городах мира в интерактивной игре «Метрополис».

Таким образом, можно подвести итоги. В настоящее время одним из самых доступных и, пожалуй, точных способов решения фундаментальных и практических задач по изучению космических объектов является визуализация научной информации космических проектов. Стереовизуализация повышает информационную ценность изображения и облегчает восприятие информации. В космических исследованиях стереовизуализация применяется в основном для отображения стереопар, полученных со стереокамер космических аппаратов, стереовизуализации цифровых моделей рельефа, популяризации фундаментальных и прикладных космических исследований.

Многообещающей считается возможность применения данной технологии при разработке теоретических задач и решении возможных проблем, в частности для стереовизуализации сложных физических процессов, математических абстракций и моделей. По сравнению с классическими способами предоставления информации стереовизуализация повышает степень информативности данных, а также предоставляет возможность их классифицировать по степени важности и актуальности.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Что такое «лидар»?
2. Как называется технология, в которой лазерный излучатель и детектор, разнесенные на определенное расстояние, образуют треугольник с точкой на поверхности сканируемого объекта?
3. Какие виды съемок осуществляют спутники с целью создания электронных карт поверхности Земли?
4. В чем заключается задача системы виртуальной реальности тренажеров и симуляторов для космонавтов?
5. Назовите причины возникновения параллакса в системах с виртуальной реальностью.
6. Какие задачи позволяют решить когнитивные технологии оптического сканирования поверхности Земли из космоса?

18. Технологии 3D-визуализации в нанотехнических системах

Темы:

1. Силовые манипуляторы с тактильной обратной связью для атомных силовых микроскопов.
2. Системотехнические элементы манипулятора.
3. Системы управления силовыми ядерными микроскопами.
4. Когнитивные технологии отображения увеличенной видеосцены.
5. Экзоскелет с тактильной обратной связью.
6. Понятие «интуитивно понятный интерфейс».

18.1. Силовые манипуляторы с тактильной обратной связью для атомных силовых микроскопов

Зондовая нанолаборатория «NTEGRA Spectra» позволяет исследовать оптические свойства образца за пределом дифракции с использованием методов АСМ, сканирующей ближнепольной оптической микроскопии (СБОМ) и КР-спектроскопии (рис. 18.1).



Рис. 18.1. Зондовая нанолaborатория
«NTEGRA Spectra»

Тактико-технические характеристики (ТТХ) и показатели:

Поддерживает измерительные методики:

- контактную атомно-силовую микроскопию;
- резонансную атомно-силовую микроскопию;
- сканирующую емкостную микроскопию;
- магнитно-силовую микроскопию;
- электросиловую микроскопию.

Поддерживает оптические измерительные методики:

- отображение темного поля;
- рамановскую микроскопию;
- флюоресцентную микроскопию;
- лазерную микроскопию.

Физический принцип работы атомно-силового микроскопа (АСМ) (рис. 18.2). В основе развращающей зондирующей микроскопии находится детектирование местного взаимодействия, появляющегося между зондом и поверхностью исследуемого стандарта при их обоюдном сближении. С целью регистрации силового взаимодействия среди зонда и поверхностью в атомно-силовом микроскопе применяются специализированные зондирующие измерители, представляющие собою упругий кантилевер (консоль) вместе с резким зондом в завершении.

В атомно-силовом микроскопе взаимодействие является силовым взаимодействием зонда и образца (рис. 18.3, 18.4).



Рис. 18.2. Схематическое изображение зондового датчика АСМ

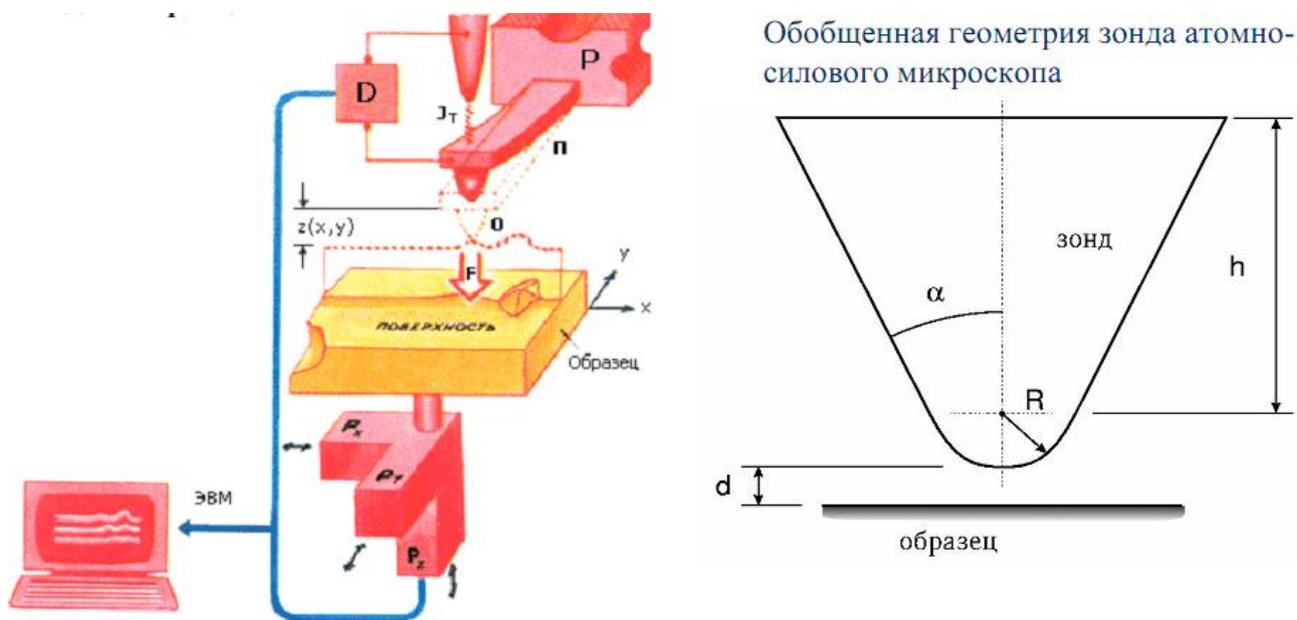


Рис. 18.3. Принцип работы:
 h – высота зонда; R – радиус кривизны кончика;
 d – расстояние между зондом и образцом.

Характерные параметры:
 $h = 3\text{--}15$ мкм, $R = 5\text{--}40$ нм, $\alpha = 10\text{--}35^\circ$

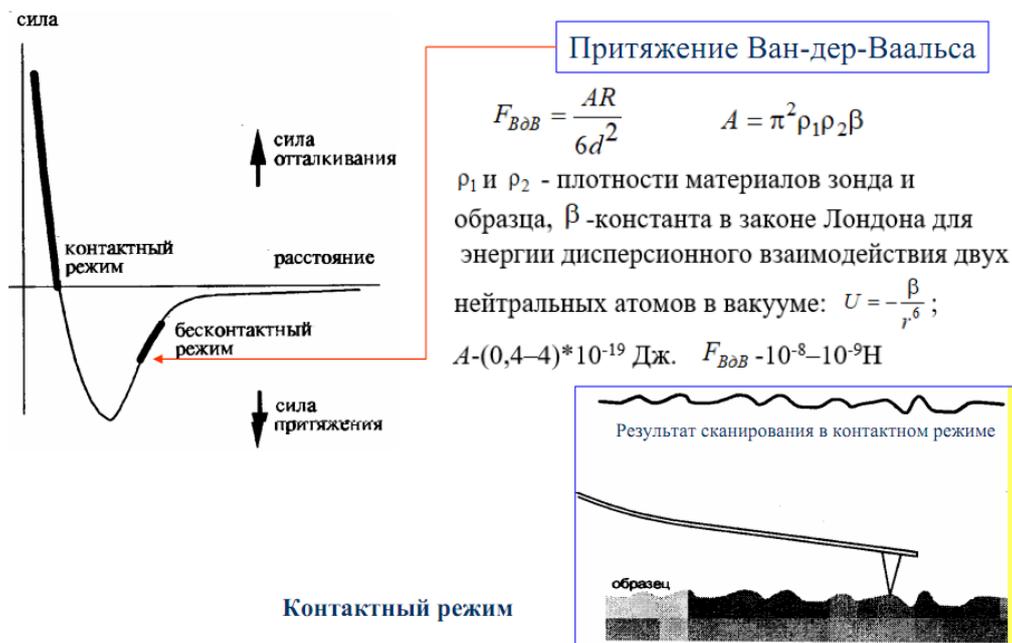


Рис. 18.4. Баланс силового взаимодействия зонда и образца

18.2. Системотехнические элементы манипулятора

Измерители производятся способами фотолитографии и травления с кремниевых пластинок. Тугие консоли создаются из нетолстых пластов легированного кремния. В завершении кантилевера создается пирамидальный зонд. Радиус закругления нынешних зондов АСМ – 1–50 нм. **Правило воздействия силового измерителя базируется в применении сил ядерных взаимосвязей, функционирующих среди атомов элемента вещества.** Абсолютно подобные силы функционируют и между всевозможными сближающимися телами. В атомно-силовом микроскопе подобным телам предназначаются исследуемая плоскость и скользящее над нею острие. В присутствии изменения силы, функционирующей между поверхностью и острием, кантилевер, в котором оно зафиксировано, отклоняется от положения равновесия, и подобное несоответствие фиксируется измерителем утверждения кантилевера. Подобным способом атомно-энергосиловой детектор предполагает собою механизированный зонд, подобный обыкновенному зонду автоматического профилометра. Но его восприимчивость до такой степени возвышенна, что дает возможность фиксировать силы взаимодействия между отдельными атомами. Характерной особенностью атомно-силового микроскопа согласно сопоставлению с профилометром считается присутствие концепции противоположной взаимосвязи, позволяющей регулировать мощь взаимодействия между зондом и примером. Соответствие между силой F , действующей на зонд, и отклонением кантилевера обуславливается законом Гука: $F = -kx$.

Допустимо производство кантилевера с гибкой константой k порядка 1 Н/м. Под воздействием силы взаимодействия между двумя атомами порядка 0,1 нН размер отличия подобных кантилеверов составляет порядка 0,1 нм.

При приближении зонда к стандарту он сперва притягивается к плоскости, вследствие наличия сил Ван-дер-Ваальса. Данные силы, как правило, преобладают на довольно больших расстояниях, если перекрывание волновых функций атомов взаимодействующих тел незначительно. Согласно сопоставлению с отличительными энергиями химической взаимосвязи, сила вандерваальсова взаимодействия незначительна. При последующем приближении зонда к стандарту электрические слои атомов на конце иглы и атомов в плоскости стандарта начинают перекрываться, что приводит к возникновению отталкивающей силы. При последующем сокращении дистанции отталкивающая сила становится преобладающей.

В совокупном варианте связь силы межатомного взаимодействия F с расстоянием между атомами R имеет вид:

$$F(R) = -\frac{a}{R^m} + \frac{b}{R^n}.$$

Константы a и b и показатели степени m и n зависят от сорта атомов и типа химических связей. Для сил Ван-дер-Ваальса, которые являются наиболее дальнедействующими из некулоновских сил, $m = 7$, $n = 13$.

Истинное взаимодействие зонда с образцом содержит наиболее непростой вид, но ключевые особенности этого взаимодействия сохраняются – зонд АСМ ощущает тяготение со стороны образца на больших расстояниях и отталкивание на малых. При передвижении зонда по плоскости образца совершается преобразование параметра взаимодействия, предопределенное рельефом плоскости (рис. 18.5).

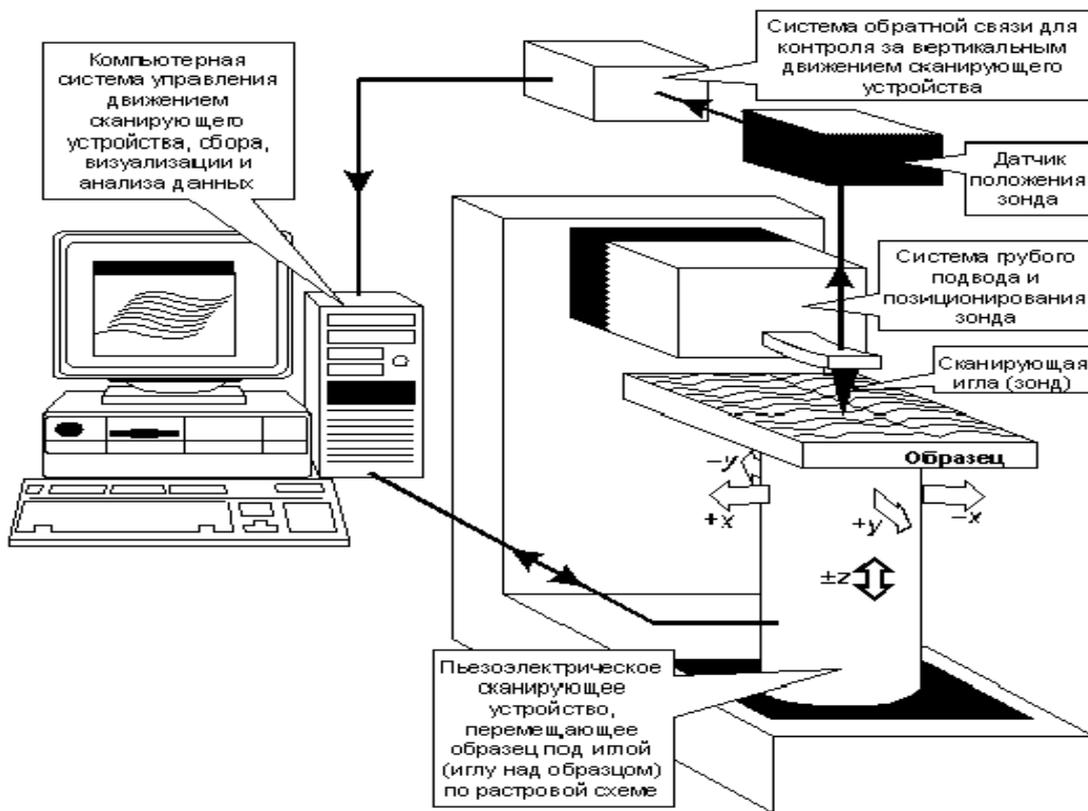


Рис. 18.5. Структурная схема

Концепция противоположной взаимосвязи обрабатывает эти изменения таким образом, что при передвижении зонда в плоскости xy сигнал в административном составляющем оказывается пропорциональным рельефу плоскости. При сканировании зонд сначала перемещается над образцом по установленной линии. Таким образом, строчная развертка, пропорциональная рельефу плоскости, вносится в память ПК. Далее зонд вернется в начальное положение и переключится в следующую строчку сканирования (кадровая развертка), и процедура повторится снова. Записанный таким образом при сканировании сигнал обратной связи обрабатывается ПК, и затем СЗМ-изображение рельефа поверхности $z = f(x, y)$ строится с помощью средств компьютерной графики (рис. 18.6).

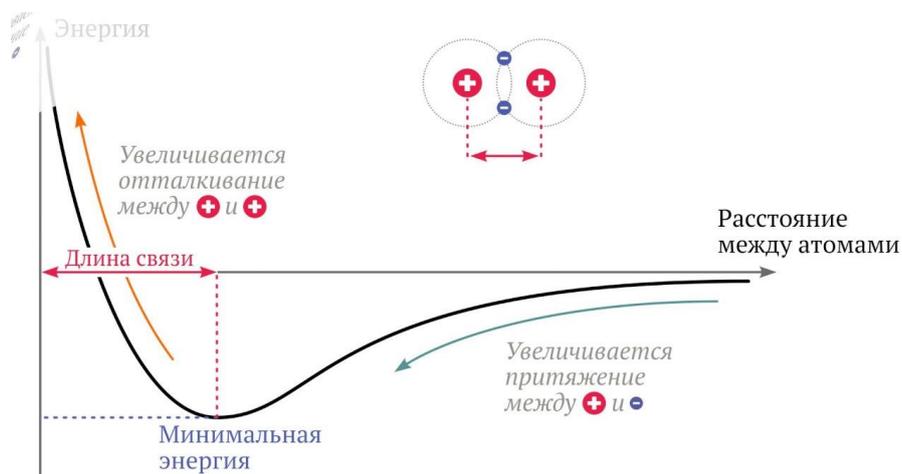


Рис. 18.6. Зависимость сил взаимодействия между атомами от расстояния между ними

Сведения, приобретенные с помощью СЗМ, находятся в варианте двумерного массива целых чисел a_{ij} (матрицы). Материальный смысл данных чисел обуславливается той величиной, что оцифровывалась в ходе распознавания. Любому значению пары индексов ij отвечает определенная точка плоскости в границах поля распознавания. Как принцип, подобные массивы чисел предполагают собою квадратные матрицы, обладающие величиной 256×256 либо 512×512 элементов. Представление СЗМ данных выполняется средствами компьютерной графики, в главном, в варианте многомерных и двумерных яркостных (либо цветных) изображений. В крайнем случае насыщенность либо тон однозначно объединены вместе с видимой размером в данной точке плоскости (рис. 18.7).

При работе АСМ в контактном режиме применяются кантилеверы с относительно небольшими коэффициентами жесткости ($0,01-0,2$ Н/м), что дает возможность гарантировать значительную восприимчивость и исключить ненужное влияние зонда на образец.

В этом режиме работы взаимодействие зонда и образца осуществляется в области действия сил отталкивания. Сила F , действующая на зонд со стороны поверхности, приводит к изгибу кантилевера. Величина изгиба фиксируется с помощью оптической системы, состоящей из полупроводникового лазера и четырехсекционного фотодиода (рис. 18.8).

Режимы работы АСМ

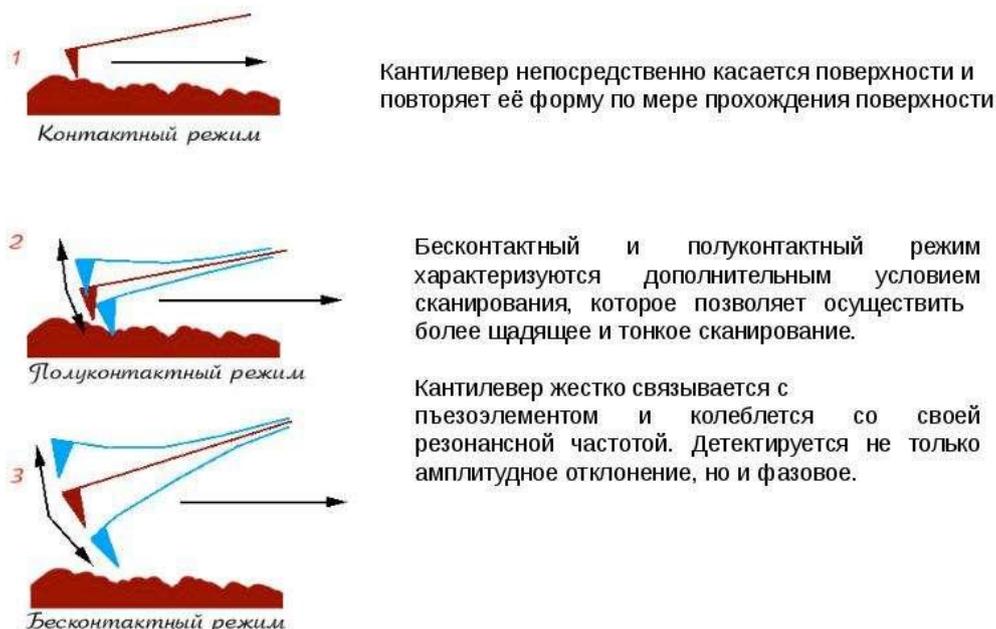


Рис. 18.7. Структурная схема

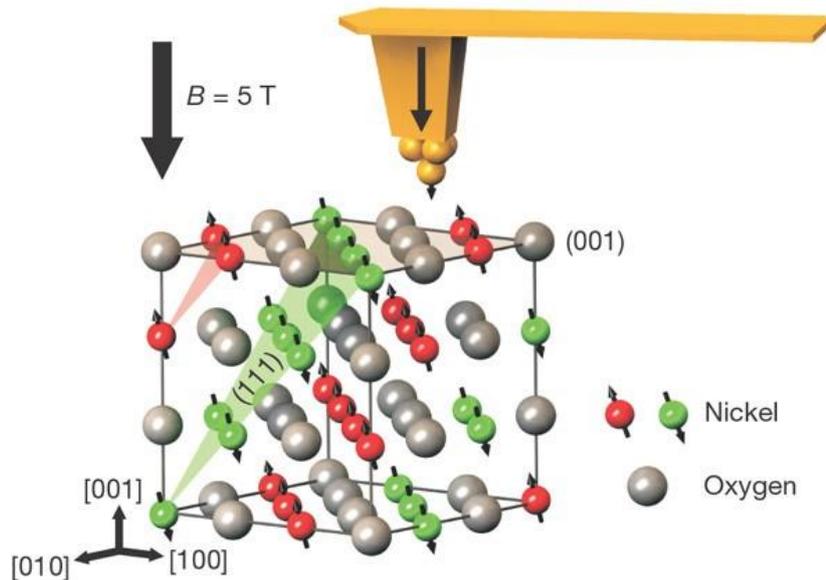


Рис. 18.8. Схема оптической фиксации изгиба консоли зондового датчика АСМ

Оптическая система АСМ юстируется подобным способом для того, чтобы излучение лазера сосредотачивалось в конце кантилевера, а отображенный луч оказывался в центре фотодетектора. При изломе кантилевера под воздействием контактных сил отображенный с него луч лазера сдвигается относительно середины фотодетектора (рис. 18.9).

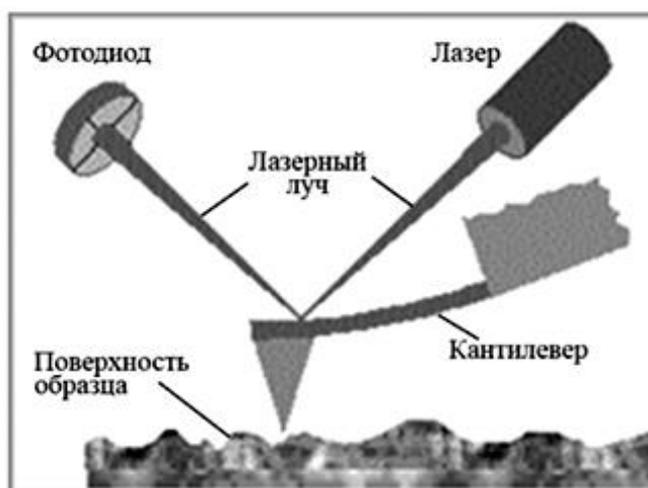


Рис. 18.9. Структурная схема

В контактном режиме АСМ-картинка рельефа исследуемой плоскости создается либо при неизменной силе взаимодействия зонда вместе с поверхностью, либо при непрерывном обычном расстоянии между основанием зондирующего измерителя и поверхностью образца. При сканировании образца в режиме постоянной силы система обратной связи поддерживает постоянной величину изгиба кантилевера, при этом управляющее напряжение, подающееся на Z-электрод сканера, будет пропорционально рельефу поверхности образца. Недостаток контактных АСМ-методов – непосредственное механическое взаимодействие зонда с поверхностью. Это зачастую приводит к неисправности зондов и разрушению поверхности образцов в процессе сканирования.

18.3. Системы управления силовыми ядерными микроскопами

Ключевыми составными элементами атомно-силового микроскопа считаются:

- зонд;
- пьезоэлектрические моторы с целью прецизионного передвижения зонда над поверхностью исследуемого образца;
- электрический сенсор, детектирующий значение локального взаимодействия между зондом и образцом;
- устройство, сопоставляющее нынешний сигнал в цепочки сенсора $V(t)$ вместе с первоначально установленным V_S , и, при его отклонении, производящий корректирующий сигнал V_{fb} ;
- электрическая цепочка противоположной взаимосвязи, распоряжающаяся расположением зонда согласно оси z ;
- ПК, управляющий действием распознавания и получением изображения.

С целью регулируемого передвижения иглы в сверхмалых расстояниях применяются пьезокерамические моторы. Применяемые в них пьезокерамические использованные материалы меняют собственные масштабы под воздействием приложенного к ним гальванического усилия (**пьезоэлектрический эффект**). Подобным способом исполняется прецизионное размещение иглы.

18.4. Когнитивные технологии отображения увеличенной видеосцены

MFP-3D XY Scanner позиционирования содержит свойства точности и воспроизводимости, превышающие всевозможные прочие трубчатые сканеры (рис. 18.10).

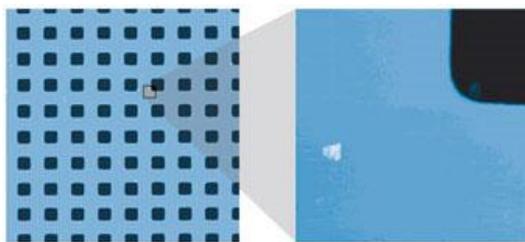


Рис. 18.10. Сверхточная настройка зонда NPS™

В микроскопе MFP-3D установлен изогнутый сканер и запатентованная концепция сканеров NPS™, которая осуществляет контроль перемещения по всем заданным координатам с высокой точностью. Сканеры предусматривают сдвиг и смещение пьезокерамики, обеспечивающее прямое распознавание и возможность четкого повышения и смещения одним кликом мыши (рис. 18.11).

Манипулятор с тактильной обратной связью для атомного микроскопа (haptic, force feedback) содержит:

- инженерные рукоятки;
- компьютерный интерфейс с обратной тактильной связью.

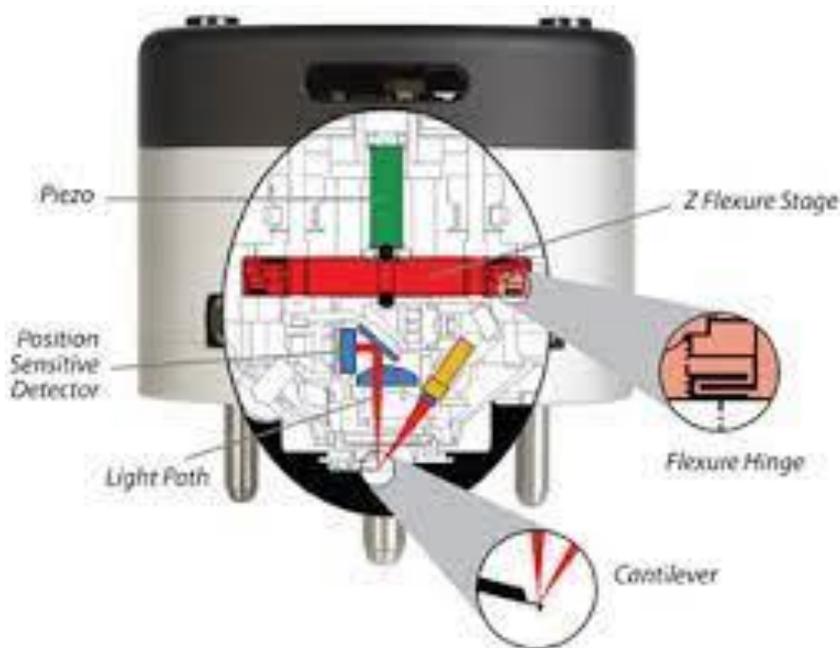


Рис. 18.11. Конструкция MFP-3D xy сканера

Устройство дает возможность пользователю наномикроскопа взаимодействовать вместе с микропредметом посредством ПК через ощущение и зрение. Force Dimension содержит исполнение в первоначальном виде (передвижение по трем координатам и повороты) и во вторичном виде (передвижения по трем координатам).

Когда устройство с обратной тактильной связью связано с АФМ, оператор может контролировать перемещение зонда и его микроманипуляции интуитивно понятным методом:

- перемещение руки оператора оцифровывается и «уменьшается» в огромное число раз с целью передачи сканирующему зонду;
- обратная задача зонда возрастает в огромное число раз и передается руке оператора.

18.5. Экзоскелет с тактильной обратной связью

Экзоскелет (греч. $\acute{\epsilon}\xi\omega$ – внешний вид и $\sigma\kappa\epsilon\lambda\epsilon\tau\omicron\varsigma$ – каркас) – прибор, созданный с целью увеличения силы человека за счет внешнего скелета.

Экзоскелет повторяет биомеханику человека с целью соразмерного повышения напряжений при перемещениях (рис. 18.12).



Рис. 18.12. Экзоскелет

История первого экзоскелета начинается в 60-х, он был изобретен совместно с General Electric и назывался Hardiman. Он мог поднимать 110 килограмм, прикладывая усилие, равное тому, которое потребовалось бы для подъема 4,5 килограмм. Но был непрактичным из-за существенной массы в 680 килограмм. Проект не был успешным. Каждая попытка применения абсолютного экзоскелета кончалась активным неуправляемым перемещением, вследствие чего никогда не испытывался с человеком внутри. Последующие изучения были сконцентрированы на разработке механической руки. Несмотря на то, что она должна была поднимать 340 килограмм, ее собственная масса составляла три четверти тонны, что в два раза превосходило подъемную мощь.

В лаборатории университета Гифу в Японии увлекаются исследованиями сенсорного интерфейса, что в комбинации с 3D-мониторами способно предоставить человеку новейший метод имитирования прикосновения к разным предметам.

Робот HIRO III содержит тактильный робототехнический сокет, что дает возможность гарантировать человеку реальные кинестетические и осязательные ощущения в руках и пальцах. А 3D-экран дает возможность увидеть предмет на экране в реальном времени (рис. 18.13).



Рис. 18.13. HIRO III

Диспетчер смотрит на 3D-картинку на экране, а далее осязает ее с поддержкой HIRO III, где каждый палец человека связан с одним из «пальцев» бота.

Использование. Робот HIRO III был изобретен в университете Гифу, где находят пути применения «осязательных» технологий, к примеру, в сфере диагностики. Несомненно, данная концепция может обладать огромным потенциалом с целью применения в сфере телемедицины, обучению врачебной диагностике, половых развлечениях, компьютерных играх, а кроме того управления на дистанции разными предметами и др. К примеру, в области диагностики рака. Несомненно, данная концепция обладает огромным потенциалом в сфере обучения врачебному делу, компьютерных игр, дистанционного управления, в адвент-сфере и т. д.

В Институте робототехники Университета Карнеги – Меллона разрабатывается экзоскелет для кисти руки (рис. 18.14). Задача проекта – сконструировать легкий комфортный биопротез, который помог бы людям, имеющим нарушения в работе спинного мозга. Основная «механическая» задача содержит три подзадачи: сдвливание, обозначение и подхватывание.



Рис. 18.14. Экзоскелет для кисти руки

Образец устройства был протестирован на человеке, страдающем параличом четырех конечностей. С помощью биопротеза он сумел жонглировать, что до этого казалось невозможным.

В Мичиганском университете проводится создание механизированного экзоскелета, который управляется напрямую импульсами нервной системы носителя. У больных с повреждениями спинного мозга или определенными неврологическими расстройствами сигналы, командующие работой мышц, доходят с искажениями – таким людям сложно передвигаться, а разработка ученых сможет помочь им двигаться более уверенно и быстро. Воспринимаемые электродами системы нервные импульсы передаются ПК, который распознает сигналы и дает приводам искусственных мышц соответствующие команды. По словам проектировщиков, в ходе испытаний экзоскелета участникам удавалось осваивать управление системой не более чем за тридцать минут (рис. 18.15).



Рис. 18.15. Роботизированный экзоскелет, управляющийся импульсами нервной системы человека

Экзоскелет с тактильной обратной связью системы Cybergrasp был создан в лаборатории микродинамических систем в Питтсбурге. Система представляет собой экзоскелет и перчатку, позволяющую приобретать сенсорные навыки взаимодействия с виртуальной средой аналогично реальной. Это достаточно эластичная концепция – ее компоненты применяются и с целью тренировки космонавтов NASA, и с целью многомерной анимации в киностудиях (рис. 18.16).



Рис. 18.16. Экзоскелет с тактильной обратной связью системы Power Loader

Перемещение устройства, масса которого 230 килограмм, гарантируется за счет работы 18 электромоторов, силы каждого из которых достаточно для того, чтобы манипуляторы сумели поднять грузы весом вплоть до 100 килограмм. Основная отличительная черта этого экзоскелета состоит в неповторимой концепции управления: практически никаких джойстиков либо клавиш – экзоскелет «понимает» перемещения рук и ног оператора, дает оценку напряжению, с которым они выполняются, и пропорционально силе, прилагаемой человеком, повышает мощь собственных перемещений. При этом оператор осознает, что манипуляторы способны поднять, а на что их сил не хватит. Система обратной связи позволит понять, когда силы механизированных конечностей окажутся на пределе: оператору попросту будет труднее передвигать руками. Таким образом, Power Loader создается как специфическое «продолжение» рук и ног оператора.

Рука-манипулятор марсохода Curiosity изобретена фирмой MDA Information Systems Inc., находящейся в Пасадене, Калифорния. Устройство содержит пять ступеней независимости и довольно сильно, чтобы манипулировать 33-килограммовой рукою, которая может удерживать большое число разных приборов и академических устройств. В структуру оснащения руки-манипулятора входят маленькая бурильная установка, выносной спектрометр, цифровая зрительная линза, сборщик проверок и щеточка с целью удаления пыли с зоны отбора проверок (рис. 18.17, 18.18).



Рис. 18.17. Рука-манипулятор марсохода Curiosity

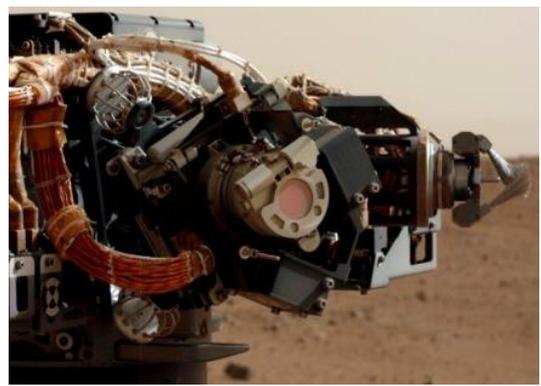


Рис. 18.18. Рука-манипулятор

18.6. Понятие «интуитивно понятный интерфейс»

Онлайн-режим управления. Режим онлайн (режим реального времени) – режим работы автоматизированной системы обработки данных и управления ими, при котором предусматриваются ограничения на временные характеристики функционирования.

Можно выделить следующие виды временных характеристик:

- deadline – дедлайн – предельный срок завершения какой-либо работы;
- latency – латентность – время отклика (задержка реакции) системы на внешние события;
- jitter – джиттер – разброс значений времени отклика.

Системы реального времени (СРВ) – это всевозможные системы, действующие в режиме реального времени.

Предназначение систем, работающих в режиме реального времени – связь с объектами внешнего (по отношению к системе) мира в ритме жизни этих объектов. Как принцип система реального времени обязана:

- либо согласно своей инициативе оказывать воздействие на внешние процессы в заданные моменты времени;
- либо отвечать на внешние действия, совершающиеся в объекте, на протяжении установленных промежутков времени.

Примеры СРВ:

- автоматизированная система научных исследований (АСНИ) в области ядерной физики;
- система управления двигателем;
- система обработки аудио- и видеопотоков при трансляции в прямом эфире;
- интерактивная компьютерная игра и др.

Проблемы СРВ. При формировании систем реального времени требуется решать трудности привязки внутрисистемных событий к факторам времени, оперативного присвоения и освобождения системных ресурсов, синхронизации вычислительных действий, буферизации потоков информации и т. п. Системы реального времени, как правило, применяют специальное оборудование (к примеру, таймеры) и программное обеспечение (к примеру, операционные системы реального времени).

Понятие «интуитивно понятный интерфейс». **Интерфейс** (англ. interface – поверхность раздела, перегородка) – грань области двух систем, приборов или программ, определенная их характеристиками, данными соединения, сигналов обмена и т. п.

Интуиция (позднелат. intuitio – созерцание, от глагола intueor – пристально смотрю) – чутье, пронизательность, непосредственное постижение истины без логического обоснования, основанное на воображении, эмпатии и предшествующем опыте.

Пример интуитивно понятного интерфейса – операционная система Windows, которая позиционируется ее создателями – корпорацией Microsoft – как удобная и легкая в изучении.

В основу разработки практически любого графического интерфейса пользователя (graphical user interface – GUI) заложены три метафоры.

1. Рабочий стол. Для человека, использующего рабочий стол, легкодоступны определенные источники данных и ресурсы для их обработки.

2. Работаешь с тем, что видишь. В любой период времени «сидящий» за рабочим столом способен работать только с теми бумагами, которые он видит перед собою. В случае если нужный документ отсутствует на столе, его следует достать (к примеру, из папки). Предметы, необходимые для решения проблемы, презентованы в GUI в варианте определенных графических фигур (пиктограмм и окошек).

3. Видишь, что получил. Выполняя какие-то действия с документами, человек здесь же видит итог собственной работы. Все без исключения требуемые воздействия исполняются в GUI не с поддержкой установок, а с поддержкой непосредственного манипулирования предметами.

DCD – разработка, управляемая информацией – обозначает, что проектирование интерфейса поддерживает модель взаимодействия пользователя с системой, при которой основными считаются обрабатываемые сведения, а не требуемые для этого программные ресурсы. При таком раскладе интерес пользователя концентрируется на тех сведениях, с которыми он работает, а не на поиске и загрузке требуемого приложения.

При использовании DCD-технологии основным программным объектом является документ (некоторое абстрактное устройство хранения данных, используемых для выполнения заданий пользователей и их взаимодействия).

DCD обуславливает необходимость применения объектно-ориентированного подхода к GUI, т. е. объекты имеют характеристики, называемые свойствами (цвет, размер, дата модификации), допустимые операции (действия, которые могут быть осуществлены над объектами, например, перемещение или копирование), а также отношения между ними (набор, объединение, композиция, контейнер). Объекты, обладающие схожими характеристиками и поведением, причисляются к одному классу.

Необходимые свойства пользовательского интерфейса:

1. Естественность. Естественный интерфейс – такой, который не вынуждает пользователя значительно менять привычные для него методы постановки

проблемы. Это, в частности, означает, что сообщения и результаты, выдаваемые приложением, не должны требовать дополнительных пояснений. Рационально, кроме того, сбросить систему обозначений и терминологию, применяемые в данной предметной области.

2. Согласованность. Согласованность в пределах продукта. Одна и та же команда должна выполнять одни и те же задачи, где бы она не встретилась. **Согласованность в пределах рабочей среды.** Поддерживая согласованность с интерфейсом, предоставляемым операционной системой (например, Windows), приложение может базироваться на тех знаниях и навыках пользователя, которые он получил ранее при работе с другими приложениями. **Согласованность в использовании метафор. Метафора** – известное пользователю понятие или представление, помогающее обеспечить интуитивно понятный интерфейс (например, «Корзина» Windows). Если поведение некоторого программного предмета выходит за рамки того, что обычно подразумевается под соответствующей ему метафорой, у пользователя могут возникнуть проблемы при работе с таким предметом. К примеру, если у программного предмета «Корзина» определить операцию «Запуск», пользователь не поймет предназначения предмета без посторонней помощи.

3. Дружественность интерфейса (принцип «прощения» пользователя). Эффективный интерфейс должен принимать во внимание то, что большая часть пользователей исследуют характерные черты работы с новейшим программным обеспечением методом проверок и ошибок. В любом периоде работы интерфейс должен решать только подходящий комплект операций и предупреждать пользователей о таких моментах, где они могут повредить системе или сведениям; еще правильнее, если у пользователя имеется возможность аннулировать либо изменить сделанные действия.

4. Принцип «обратной связи». Необходимо постоянно обеспечивать обратную связь касаясь операций пользователя. Любое влияние пользователя обязано приобретать зрительное, а в некоторых случаях и голосовое доказательство того, что программное обеспечение восприняло установленную инструкцию; при этом тип взаимодействия обязан принимать во внимание природу выполненного действия. Обратная связь эффективна в том случае, если она реализуется вовремя, т. е. как возможно ближе к точке конечного взаимодействия пользователя с концепцией. Если ПК выполняет попавшее поручение, целесообразно обеспечить пользователю данные о текущем состоянии процесса, а также возможность прекратить этот процесс в случае необходимости.

5. Простота. Под простотой подразумевается легкость в изучении и применении интерфейса. Помимо этого, он обязан обеспечивать доступ к целому списку возможностей приложения. Компоненты должны располагаться на экране с учетом их смыслового значения и закономерной связи.

6. Гибкость интерфейса – это его умение принимать во внимание степень подготовки и эффективность работы пользователя. Качество гибкости подразумевает вероятность изменения структуры разговора и/или входных сведений.

7. Эстетическая привлекательность.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Какой физический принцип положен в основу работы атомно-силового микроскопа?
2. Назовите основные системотехнические элементы манипулятора атомно-силового микроскопа.
3. Каков принцип действия сил Ван-дер-Ваальса в системах силовых ядерных микроскопов?
4. Какие эффекты тактильных воздействий не предусматривают возможность реализации в системе с тактильной обратной связью?
5. Охарактеризуйте техническую систему, элементами которой являются пьезоэлектрическое сканирующее устройство, система обратной связи, кантилевер.
6. Опишите технологию отображения увеличенной видеосцены атомно-силового микроскопа.
7. Дайте определение понятию «экзоскелет с тактильной обратной связью».
8. Что входит в понятие «интуитивно понятный интерфейс»?
9. Как можно трактовать понятие «интуиция»?
10. Как называется свойство пользовательского интерфейса, при котором интерфейс должен разрешать только соответствующий набор действий и предупреждать пользователей о тех ситуациях, где они могут повредить системе или данным?

19. Возможности когнитивных 3D-технологий в медицинской отрасли

Темы:

1. Применение систем виртуальной реальности в медицине.
2. Использование роботов-манипуляторов в медицине.
3. Биоинженерные технологии: хирургическая система Da-Vinci, Raven II.
4. Информационные когнитивные технологии трехмерной визуализации медицинских данных.
5. Принцип действия, состав и применение детектора лжи.
6. Назначение и возможности тренажеров с биологической обратной связью.

19.1. Применение систем виртуальной реальности в медицине

Одно из направлений, на котором производится разработка новых компьютерных систем сейчас – это медицина. Разрабатываемые системы имеют разный уровень сложности и могут применяться в разных областях медицины. Так, например, существуют системы, которые имеют лишь демонстрационный характер, и системы, которые могут служить в качестве ассистента при выполнении сложных хирургических операций.

Для формирования у специалистов новых навыков или для их усовершенствования существует специальная группа оборудования, которая получила название «медицинские тренажеры» (рис. 19.1, 19.2). Подготовка специалистов происходит путем многократного повторения действий определенного характера, который зависит от вида оборудования.

Одной из самых востребованных и популярных технологий, используемых для подготовки к проведению операций, является технология 3D-визуализации. Она помогает молодым специалистам наблюдать за всеми необходимыми показателями, характеризующими состояние пациента во время операции, что дает возможность улучшить чувственное восприятие начинающего хирурга. Технология является универсальной, что позволяет совмещать ее с другими медицинскими системами, такими как рентген или МРТ.



Рис. 19.1. Тренажер руки для отработки навыков внутривенных процедур

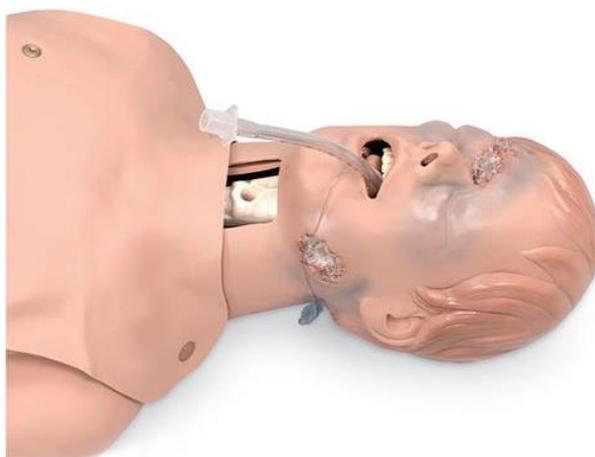


Рис. 19.2. Тренажер для действий на дыхательных путях

Помимо того, что в процессе использования данных тренажеров навыки врачей и качество их обучения значительно улучшаются, затраты на само обучение снижаются, а вместе с ними и количество врачебных ошибок.

Использование медицинских тренажеров эффективно влияет на работу медиков и значительно упрощает ее. Это связано с возможностью восприятия данных о пациенте в трехмерном пространстве, что позволяет проводить операции и моделировать хирургическое вмешательство удаленно, а также создавать проекты для протезирования различных органов.

В качестве примера системы, использующей виртуальную реальность, можно привести не только обучение, но и диагностику (рис. 19.3). Например, из нескольких плоских снимков компьютерной томографии можно получить непрерывную трехмерную интерактивную модель, используя вычислительные возможности компьютера. С помощью полученной модели можно легко диагностировать возможные отклонения от нормы.

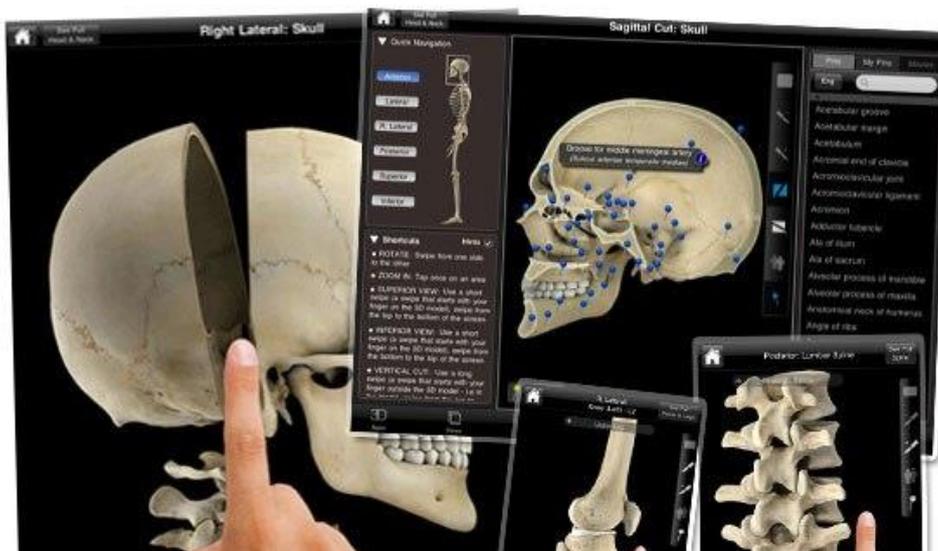


Рис. 19.3. Приложение для обработки результаты диагностики

Еще одним ярким примером успешного использования виртуальной реальности в медицине являются виртуальные анатомические атласы (рис. 19.4). С их помощью можно наблюдать за организмом не только снаружи, но и изнутри. Они позволяют наблюдать за различными органами или системами органов, а также их внешними и механическими параметрами. Компьютер проектирует данные на основании строения организма среднестатистических женщин и мужчин.

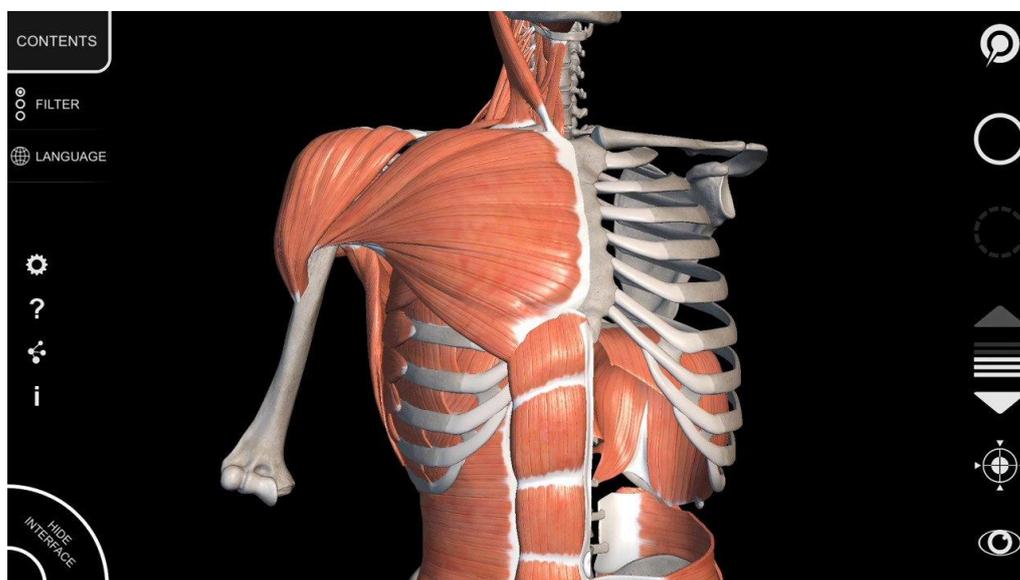


Рис. 19.4. Виртуальный анатомический атлас

С помощью виртуальных систем управления, например, виртуальной перчатки или трекинга тактильных ощущений существует возможность моделировать использование скальпеля или любого другого хирургического инструмента. Данная возможность обеспечивается использованием пневматических, электромагнитных, а также гидравлических систем и позволяет планировать сложные операции (рис. 19.5).



Рис. 19.5. Подготовка к проведению операции

19.2. Использование роботов-манипуляторов в медицине

Развитие робототехники позволило использовать роботов в медицинских целях. И в зависимости от типа решаемых роботом задач, а также степени участия в его управлении человека, выделяют следующие типы роботов:

- автоматические;
- адаптивные;
- запрограммируемые;
- разумные;
- манипуляционные роботы для механических приспособлений;
- управляемые человеком;
- копирующие действия человека;
- полуавтоматические;
- экзоскелетные;
- сбалансированные;
- мобильные;
- информационные;
- управляющие;
- с фиксируемыми программами;
- с дистанционным управлением;
- с ручным и голосовым управлением.

Рассмотрим пример работы робота-фармацевта (рис. 19.6). Его задача заключается в приготовлении лекарств, а также их распределении. Количество наименований лекарств огромно, однако робот может работать непрерывно и круглосуточно, не совершив при этом ни одной ошибки. Точность работы робота обеспечивается заложенными в его «мозг» государственными стандартами по контролю качества и составляет 99,7 %, а это, в свою очередь, означает, что качество работы робота не уступает качеству работы врача-фармацевта.



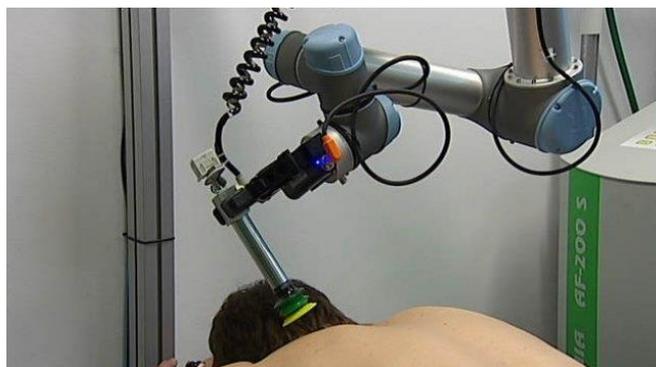
Рис. 19.6. Робот-фармацевт

Существует также робот-нянька, который помогает пациентам, не способным передвигаться самостоятельно, или же пациентам-детям (рис. 19.7). Кроме того, робот может использоваться для обучения персонала.



Рис. 19.7. Робот-нянька

Для помощи людям, которые перенесли такие тяжелые заболевания, как инсульт, которые потеряли возможность ходить или управлять конечностями, существует робот-физиотерапевт, который может повторять множество раз одинаковые упражнения и при этом не устать, в отличие от врача-человека (рис. 19.8).



Ри. 19.8. Робот-физиотерапевт

Для проведения хирургических операций в труднодоступных местах могут использоваться роботы-хирурги. В качестве примера рассмотрим хирургическую систему Da-Vinci (рис. 19.9). Во время операции хирург находится в непосредственной близости к операционному столу, однако управляет операцией дистанционно с использованием компьютера. В процессе операции на мониторе проявляется трехмерное изображение органа, и врач может управлять тонкими инструментами комплекса, которые легко проникают в места, труднодоступные для рук хирурга-человека.



Рис. 19.9. Хирургическая система Da-Vinci

19.3. Биоинженерные технологии: хирургическая система Da-Vinci, Raven II

Информационные технологии продвинулись настолько вперед, что позволяют создавать не только трехмерное изображение, но и четырехмерное, в которое добавляются временные измерения. Они используются как для изучения анатомии, так и для воссоздания хирургической операции.

Виртуальная реальность в совокупности с другими новыми науками, такими как interface-технологии и компьютерные средства сообщения, позволяют совершенствовать существующие и предлагать новые, более производительные и эффективные средства для обучения.

К самым важным достижениям в области хирургии можно отнести малоинвазивные оперативные вмешательства, интерес к которым вырос в 1985 году, после проведения первой лапароскопической холецистэктомии. Все операции на органах грудной и брюшной полостей старались произвести с использованием эндоскопии. Для данных операций на сегодняшний день создаются современные инструменты.

Более того, новые изменения в этой области медицины произойдут в скором времени, т. к. развитие робототехники активно интегрируется с другими компьютерными технологиями для создания более эргономичных инструментов для проведения эндоскопических операций.

В связи с тем, что лапароскопические и торакоскопические операции обладают повышенной сложностью, для их проведения разрабатываются специальные роботы-операторы, которые копируют движения хирурга. Разработки и достижения в этой области в основном фокусируются именно на манипуляциях, которые должны выполнять роботы. С помощью этой методики существует возможность через небольшие отверстия проникать в различные полости организма и оперировать внутри них с использованием лапароскопической камеры. При этом скорость выполнения операции значительно вырастает.

Уже сейчас в этой области существуют работающие системы роботов. Одной из самых эффективных из которых является «Зеленая телекоммуникационная хирургическая система». Ее особенность заключается в возможности проведения операции на расстоянии от пациента. При этом операция сопровождается такой обратной сенсорной связью, что у хирурга возникает ощущение, что его руки действительно находятся в полости пациента. Это обеспечивается использованием быстрых высокоточных роботов-манипуляторов, которые имеют стереоскопическую видеокамеру, а также стереофонический микрофон.

Яркий представитель таких роботов – робот-хирург Raven II, работающий на базе ROS (рис. 19.10).

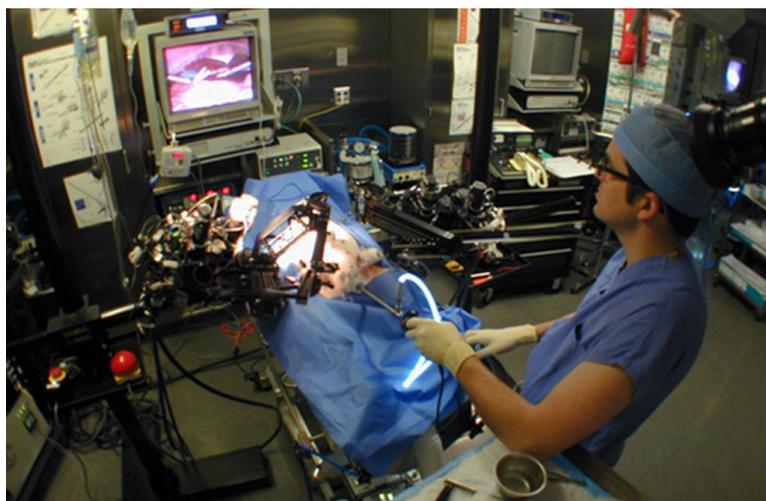


Рис. 19.10. Хирургическая система робот-хирург Raven II

Робот был разработан учеными лабораторий из двух американских университетов: Вашингтонского и Калифорнийского. Робот имеет открытый исходный код, а, следовательно, любой желающий может запрограммировать его для выполнения операций разного характера.

Raven II имеет семь степеней подвижности и две роботизированные руки, которые похожи на крылья и имеют специальные крепления, позволяющие удерживать хирургические инструменты. Также его электроника достаточно компактна. Следует отметить, что модель данного робота предназначена для выполнения операций на муляжах.

Еще один пример удачного использования роботов в медицине – это хирургическая система Da-Vinci (рис. 19.11). Она позволяет проводить уникальные хирургические операции. Комплекс имеет два основных блока. Первый предназначен для оператора, второй – для исполнителя роли хирурга. Da-Vinci очень массивный комплекс и весит полтонны. Серийным производством данного аппарата занимается компания Intuitive Surgical.



Рис. 19.11. Комплекс Da-Vinci

Нельзя не отметить важность создания изображений органов человека, как внутренних, так и наружных, а также общего анатомического строения человека и функций его тела. Для этой цели существует отдельная ветвь медицинской диагностики, которая получила название «медицинская визуализация». Она занимается неинвазивным изучением организма человека для получения изображений внутренних органов.

Данные, которые собираются в ходе медицинской визуализации, служат не только для диагностики, но и для лечения и управления процедурами.

Компьютерная и магнитно-резонансная томографии, а также ультразвуковая диагностика служат для получения качественных изображений внутренних органов.

3D-анимация используется в следующих медицинских направлениях:

- создание учебных материалов;
- изучение человеческих органов по трехмерным моделям (рис. 19.12, 19.13);
- визуализация физиологических процессов;
- презентация новых препаратов.

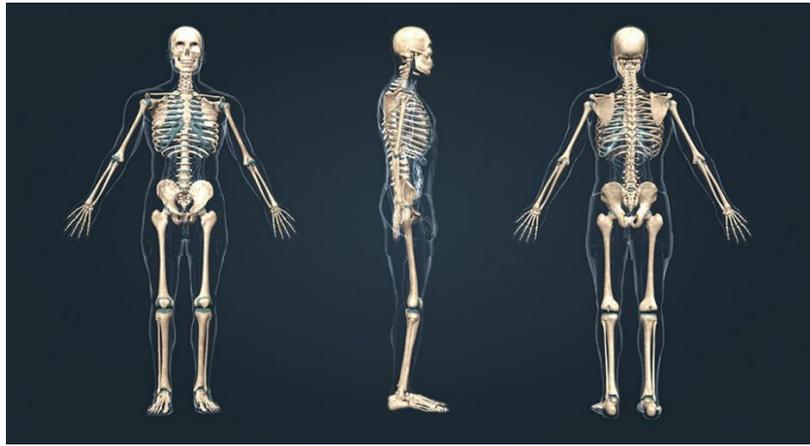


Рис. 19.12. 3D-визуализация скелета человека



Рис. 19.13. Кисть человека в 3D-графике

19.4. Информационные когнитивные технологии трехмерной визуализации медицинских данных

Для разработки и создания медицинских прототипов производятся следующие виды работ:

- разработка и проектирование автоматизированных систем для управления устройствами;
- программирование микроконтроллеров;
- визуализация медицинских данных;
- предоперационное моделирование.

Трехмерная компьютерная графика за счет моделирования, анимации и программирования позволяет создавать интерактивные обучающие программы.

В настоящее время ведется настройка компьютерных моделей и их анимации, что включает в себя векторную и растровую графику, маппинг и текстуры, моделирование низко- и высокополигональной графики.

Помимо этого, осуществляется разработка программного обеспечения с использованием C++, Java, HTML, PHP и VTK в области визуализации научных и медицинских данных, которая осуществляется средствами компьютерной графики.

Получение рентгенограмм в трехмерном оптическом изображении является одним из ярких примеров биомоделирования и визуализации данных. На этом этапе удлинения оптический рельеф четко отображает снижение оптической плотности регенерата (рис. 19.14).



Рис. 19.14. Трехмерное изображение кистей рук

Рассмотрим инновационный проект, связанный с интеграцией с виртуальной реальностью. «Кибервелo» – это аппаратно-программный комплекс (рис. 19.15). Его особенность заключается в разработке не только самого велосипеда, но и взаимодействующих с ним виртуальных миров.



Рис. 19.15. Велотренажер «Кибервелo»

Еще один интересный проект был разработан учеными из центра визуализации в городе Норчепинг. 3D Virtual Autopsy Table – это трехмерная система, которая предназначена для интерактивного обследования и аутопсии пациентов, происходящих без единого прикосновения к их телу.

С помощью виртуальных инструментов и специального сенсорного дисплея врач может дистанционно диагностировать болезнь или причину смерти.

Данная технология возможна благодаря 3D-модели тела, созданной в ходе сканирования его на специальном столе, которое длится не больше 20 секунд. Полученную интерактивную модель можно подробно изучить с помощью сенсорного дисплея (рис. 19.16).



Рис. 19.16. 3D-система для аутопсии

3D-моделирование, помимо прочего, позволяет хирургу удаленно в ходе лапароскопической операции обследовать пациента (рис. 19.17, 19.18).



Рис. 19.17. Проведение удаленной операции

Следует также отметить, что на 3D-формате развитие технологий не останавливается и на данный момент уже существует 4D-изображение. Благодаря распространению запахов, движения и звука, объемное изображение выходит за пределы экрана.



Рис. 19.18. Проведение удаленной операции

Так, например, в ходе создания самого подробного анатомического атласа, которое длилось более шести лет, была разработана объектно-ориентированная модель тела человека, являющаяся первой в своем роде. Ее авторы – ученые из университета Калгари, команда разработчиков, биологов, математиков и дизайнеров.

Четырехмерный атлас человеческого организма CAVEman предоставляет возможность исследователям попасть внутрь своих экспериментов благодаря переводу медицинской и геномной информации в четырехмерный формат (рис. 19.19).



Рис. 19.19. Макет CAVEman – 4D виртуальный человек

Данное изобретение – это настоящий прорыв в области медицинской информатики и системной анатомии. Совсем скоро CAVEman станет крайне необходимым инструментом для молодых специалистов и опытных врачей, которые намереваются исследовать новые пути выполнения хирургических операций. Магниторезонансная томография является средством для построения компьютерного изображения человека, которое охватывает более трех тысяч изменяющихся во времени различных частей организма.

Четырехмерное изображение CAVEman строится при помощи проекции от трех стен и пола в специальной комнате. Анатомический атлас представляет собой увеличенное в десятикратном масштабе тело человека. Атлас был создан в формате 4D на основании информации, полученной из учебников по анатомии.

Макет CAVEmap в точности повторяет структуру человеческого тела, при этом любую его деталь можно отобразить в необходимом ракурсе, а также увеличить до нужного размера. Компьютерные художники преобразовали все основные системы и органы в анимированные трехмерные модели для видеоатласа (рис. 19.20).



Рис. 19.20. Четырехмерное изображение, созданное при помощи проекции трех стен и пола, увеличенного в десять раз

С помощью новой технологии ученые смогут более точно изучить природу многих заболеваний и более тщательно смоделировать методы их лечения.

Печать органов. Используя сканер и устройство, которое позволяет воспроизводить ткани человеческого организма, в течение короткого времени можно изготовить модель любого органа (рис. 19.21).

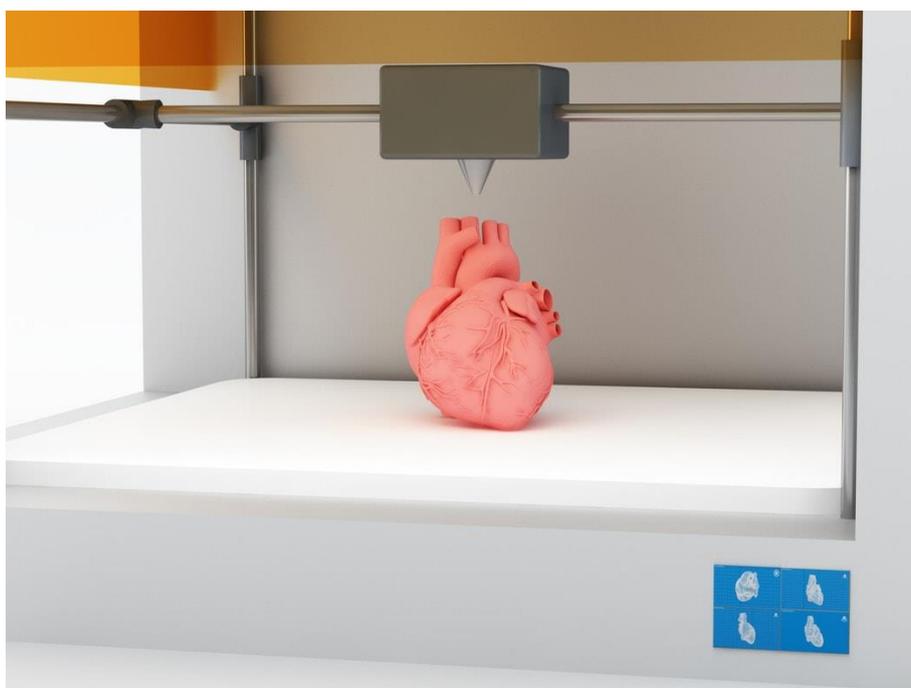


Рис. 19.21. Модель сердца, созданная с помощью 3D-принтера

Биопринтер – это перспективный источник органов для трансплантации. Система включает в себя 3D-принтер, созданный из обычного принтера, и тканевые клетки, выращенные на базе малых образцов организма пациента. Пострадавший участок тела или орган проходит сканирование с применением компьютерной томографии и является примером для создания настоящего органа, который воссоздается по слоям.

Сегодня разрабатываются специализированные «чернила» для 3D-принтера, которые изначально содержат совокупность синтетических полимеров и биомолекул. Следующим шагом является покрытие эндотелиальными клетками стенок искусственно созданных сосудов, которые позволяют обеспечить такой же беспрепятственный ток крови, как и в естественных сосудах.

Пока что органы, которые созданы на базе биополимеров, неприменимы для трансплантации, но уже могут быть использованы в качестве образцов для медицинских опытов.

3D-УЗИ – это новое, трехмерное и цветное изображение процесса сканирования на мониторе, практически незаменимое во время беременности. К тому же оно в точности передает все малейшие детали внешности ребенка. Это дает возможность врачу с большой вероятностью определить отсутствие (или наличие) внешних проблем развития, определить пол ребенка, т. к. в двумерном изображении это сделать намного сложнее. Особенно полезно 3D-УЗИ при многоплодной беременности, т. к. оно позволяет наблюдать за внутриутробным развитием близнецов. Наиболее подходящим временем для проведения данного исследования считается второй триместр (рис. 19.22).



Рис. 19.22. УЗИ

УЗИ делает возможным получение объемного изображения плода. Это повышает качество диагностики, а родителям дает возможность впервые увидеть своего малыша. Благодаря трехмерному УЗИ они способны сами узнать пол ребенка, наблюдать за ним в движении и даже пересчитать все пальчики на ручках.

Главная особенность исследования – это наивысшая точность информации о состоянии здоровья ребенка. Качество аппаратуры позволяет, работая в 3D- и 2D-режимах диагностики, определить «незамеченные» другими устройствами патологии развития ребенка.

Это является очень важным критерием для здоровья будущего ребенка, а, бывает, что это вопрос жизни и смерти. Данные трехмерного изображения предоставляют полезную информацию, в частности для определения некоторых отклонений в развитии плода. Совокупность высококачественного двумерного и трехмерного ультразвука – диагностический подход в акушерском деле, гарантирующий право пациента на развернутое знание медицинских данных.

Технология сканирования мягкости биологических объектов. Технология «Эластография сдвиговой волны» дает возможность осуществлять количественную оценку жесткости тканей. Данная методика объективна, не зависит от оператора, который проводит исследование, и воспроизводима другим специалистом.

Компания Mindray считается создательницей функции эластографии на диагностической ультразвуковой системе Mindray DC-8. При этом пользоваться этой системой значительно легче, чем иным аппаратом, потому что не требуется каких-либо дополнительных устройств.

Оптическая визуализация в стоматологии. Основные виды систем оптической визуализации (рис. 19.23, 19.24):



Рис. 19.23. Применение интраоральной камеры

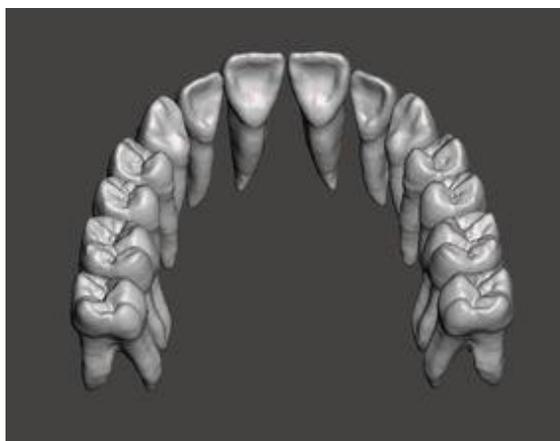


Рис. 19.24. Модель зубов

1. **Интраоральная камера**, совместима с компьютером.

2. Система **экстраоральной «косметической симуляции»** применяет фотокамеру, которая совместима с компьютером, для создания 2D-картинки лица и его частей.

3. **Комбинация экстра- и интраоральных визуализаторов** в одной системе.

Первая и третья системы имеют возможность только документально определять начальную ситуацию. Вторая система обладает возможностью создать диалог с пациентом. Стоматолог может продемонстрировать пациенту, насколько сильно он может повысить уровень его внешнего вида, а пациент способен предметно сообщить, какой результат он хочет.

В стоматологическом деле популярными стали системы трехмерного сканирования зубов. Кроме этого, для получения трехмерных изображений часто применяют компьютерную томографию (способ заключается в создании послойных «срезов» тканей и затем получения по этим «срезам» трехмерной картинки). Система позволяет изучить некоторые особенности строения внутренней поверхности головы каждого пациента и рассмотреть по оптической плотности некоторые поверхности, например, поверхность лица.

19.5. Принцип действия и применение детектора лжи

Полиграф (греч. polys – много и grapho – пишу), или детектор лжи, лай-детектор – это специальное оборудование, которое предназначено для осуществления инструментальных психофизиологических экспериментов с помощью одновременного наблюдением за дыханием, сердечнососудистой активностью, сопротивлением кожи и другими физиологическими параметрами с окончательным представлением результатов наблюдения за этими параметрами в аналоговом или цифровом формате, который предназначен для получения оценки правдивости всего сказанного (рис. 19.25).



Рис. 19.25. Тестирование на полиграфе

Полиграфы (рис. 19.26) по методу получения данных принято разделять на аналоговые и цифровые.



Рис. 11.26. Полиграф

В **аналоговых** (перьевых, чернильно-пишущих, традиционных) запись информации осуществляется на диаграммной бумаге.

В **цифровых** (компьютерных) запись проводится на электронном носителе с применением персонального компьютера.

Современный цифровой полиграф состоит из переносного персонального компьютера с сенсорным блоком и датчиками получения информации.

Сенсорный блок необходим для получения сигналов с датчиков, которые регистрируют данные о физиологических процессах, для усиления и фильтрации данных сигналов, преобразования этих сигналов в цифровой код и трансляции этого кода на компьютер.

Для регистрации физиологической информации применяются **датчики**:

- грудного и брюшного дыхания;
- сердечнососудистой активности (пульс, кровенаполнение сосудов и/или артериальное давление);
- электрокожной проводимости (т. е. сопротивление кожи и кожно-гальванический рефлекс).

Одновременное наблюдение за указанными физиологическими процессами в ходе проведения психофизиологического исследования считается обязательным: согласно международным стандартам, пренебрежение хотя бы одним из данных процессов делает проверку на полиграфе недействительной.

Другие датчики, которые входят в разные модели полиграфов, играют вспомогательную роль. Так, например, датчики тремора (т. е. двигательной активности) и голоса могут быть применены для фиксации так называемых артефактов: движения проверяемого и некоторых шумовых помех. Голосовой датчик еще может быть применен для более качественного контроля моментов вопросов и ответов или для записи фонограммы.

Ошибочное представление результатов – детектор фиксирует не ложь, а изменение физиологических процессов в организме, которые свидетельствуют о серьезности задаваемых вопросов для испытуемого.

Факторы, которые влияют на результат психофизиологического исследования:

- предубеждение полиграфолога;
- противодействие – считается, что есть методы, при которых испытуемый способен управлять показаниями, применяя разные уловки, которые не заметны для специалиста;
- состояние испытуемого – физическое или психологическое изнеможение исследуемого.

19.6. Назначение и возможности тренажеров с биологической обратной связью

Релаксация (лат. *relaxatio* – расслабление) – это снижение напряжения скелетной мускулатуры. Принято считать, что релаксация позволяет снять психическое напряжение, поэтому она часто используется в психотерапии, а также при гипнозе или самогипнозе, в йоге и в других оздоровительных методах. Релаксация, как и медитация, набрала большую популярность как способ преодоления стресса и психосоматических заболеваний.

В 30-х годах XX века ученый из Германии Иоган Шульц пересмотрел индийские методики и придумал свое направление, называется оно аутогенной тренировкой (аутотренинг).

В 70-х годах в СССР много людей начали изучать навыки саморегуляции. Однако они жаловались на невозможность определения правильности своих действий, потому что в привычном аутотренинге нет наглядной обратной связи между результатом занятий и характеристиками органов чувств. Для ускорения изучения навыков саморегуляции немногие ученые начали создавать разные технические устройства, позволяющие пациентам следить за своими физиологическими показателями.

На этом моменте мы приближаемся к главной теме – это технологии для биологической обратной связи (известной как биоуправление, БОС, *biofeedback*), которая позволяет простым людям за несколько сеансов обучиться таким навыкам, на которые индийским йогам понадобились годы усердных тренировок. Секрет их функционирования в том, что человек обязан видеть результаты своих действий, чтобы научиться контролировать какой-либо физиологический или биохимический показатель.

Сейчас, благодаря развитию компьютерных технологий ученые разработали довольно эффективные приборы, которые позволяют людям влиять на показатели своего организма. В роли датчиков применяют термисторы, измеряющие изменения температуры кожи, фоторегистраторы для пульса, датчики, измеряющие напряжение мышц, детекторы для биопотенциалов головного мозга и т. д. Полученные данные обрабатываются с помощью компьютера, после этого передаются пациенту в удобном для просмотра формате. Пациент смотрит на экран, наблюдая, в какую сторону изменяются его физиологические показатели.

БОС – это поведенческий способ в терапии, который основан на применении скрытых запасов организма. Одной из задач этого способа считается овладение способностями саморегуляции и их развитие. Способ БОС используется в качестве лечения психологических и психосоматических расстройств, которые возникают под воздействием хронического стресса или травмирующих переживаний, которые влияют на психику.

Для этого необходимо всего лишь с применением специального технического средства увидеть или услышать, как функционирует какой-либо физиологический процесс в организме (например, как работает сердце, дыхание, различные группы мышц, какова активность головного мозга), а после этого осознанно изменить работу данного процесса. Можно даже сказать, что этот способ является лечебно-учебной процедурой, с помощью которой вы обучитесь без помощи каких-либо лекарств преодолевать стресс, страхи, усталость, головную боль, обретете уверенность в себе. Получая аудио- и видеосигналы в качестве обратной связи, вы будете способны увидеть и услышать скрытые возможности своего организма и, используя их, улучшить нормальные и настроить нарушенные физиологические процессы в вашем организме.

Показания к применению метода БОС:

- хронический стресс;
- депрессия;
- посттравматическое стрессовое расстройство;
- синдром хронической усталости;
- тревожность;
- страхи и бессонница;
- заикание;
- повышенное артериальное давление;
- вегетососудистая дистония;
- частые головные боли;
- напряжения и мигрени;
- синдром слишком частого или затрудненного дыхания, а также бронхиальная астма;
- трудности в учебе, в запоминании новой информации (чаще всего это связано со стрессами);
- синдром недостатка внимания у детей с избытком двигательной активности;
- метеозависимость и слишком эмоциональные реакции.

Преимущества БОС-терапии:

- высокая скорость выполнения метода биологической обратной связи;
- целью БОС-терапии является устранение причины болезни;
- изученные навыки саморегуляции надолго сохраняются;
- не требуется применение лекарственных препаратов;
- научное обоснование метода;

– БОС-терапия дает возможность работать с основными видами проблем регуляторных систем организма – нервной, иммунной и гуморальной;

– БОС-метод не воздействует на человека внешне;

– лечение определяется индивидуально, все зависит от типа расстройства и некоторых особенностей человека;

– БОС-терапия дает возможность самостоятельно наблюдать за путем выздоровления, потому что после каждой тренировки передается информация о результатах обучения и их количественной оценке.

Как работать с БОС? Используя БОС, можно проанализировать собственное поведение во время сеансов и опробовать новые способы расслабления (визуализация, дыхательные упражнения, мышечная релаксация), что позволяет найти наиболее подходящую для конкретного человека индивидуальную стратегию релаксации. Во время таких тренингов можно обнаружить новые возможности поведения в стрессовых ситуациях, отработать физические ощущения комфорта и релаксации. Благодаря чему во время реального стресса получится быстро и легко вернуться в состояние покоя, основываясь на ранее приобретенных навыках. Перед применением выбранного способа релаксации, важно определиться с тем, что нужно делать. К примеру, отстраниться от всего постороннего, сконцентрироваться на собственных ощущениях и внутренних процессах. Побывать в состоянии покоя несколько минут и только после этого переходить к ранее выбранной методике. Основная цель: перейти в состояние расслабления и ощутить, как это отражается на дыхании, позе, теле и мышечных ощущениях. В конце тренинга необходимо постараться зафиксировать состояние релаксации и испытанные ощущения, находясь также в спокойной обстановке, для того, чтобы позже запомнить все и осуществить без использования компьютера.

Виды БОС:

1. БОС, созданная на базе измерения электрического сопротивления кожи (кожно-гальваническая реакция – КГР), которое напрямую зависит от расслабления, от психологического состояния и эмоций. На руку надеваются сенсоры, и вы слышите через наушники повышение тона, если ваши эмоции или состояния приобретают более напряженный характер, и понижение, когда вы расслабляетесь.

2. БОС, созданная на базе измерения мышечного напряжения. Расслабление лобных мышц, например, приводит к уменьшению головных болей, понижению напряжения жевательной мускулатуры. Тренажер включает пару наушников со специальным встроенным интерфейсом, повязку с сенсорами вокруг головы. Когда вы расслабляете лобные мышцы, тон в наушниках начинает снижаться.

3. БОС, созданная на базе измерения качества биоэлектрической волновой активности мозга. Повышение уровня качества волновой активности способствует обучению и сосредоточению, снижению ментального хаоса, быстрому достижению глубокой релаксации и повышению уровня качества ночного сна. В данном варианте два электрода прикрепляются к голове, и через компьютер вы можете наблюдать за волновой активностью вашего мозга в формате волнистых линий,

схожих с морскими волнами. Если волны расположены близко друг к другу, это значит, что вы активны и внимательны, если расположены далеко друг от друга – вы расслаблены, а внимание рассеяно.

4. БОС, созданная на базе измерения вариабельности сердечного ритма, демонстрирует нам, как сердце реагирует на изменения эмоционального, ментального и физического состояния и помогает научиться расслабляться или активизироваться. Это способствует достижению релаксации и уменьшению напряжения сердечно-сосудистой системы. Вы надеваете сенсор на палец, а компьютер позволяет вам наблюдать за работой вашего сердца в формате волнистых линий, схожих с морскими волнами. Резко изменяющиеся волны говорят о том, что вы легко поддаетесь разным расстройствам. Однако плавные волны говорят о том, что вы имеете возможность оставаться спокойным в любой напряженной ситуации.

5. БОС, созданная на базе измерения температуры кожи. Чем выше температура кожи, тем сильнее релаксация. Температура кожи измеряется по количеству крови, циркулирующей в подкожном слое. Чем выше объем циркуляции, тем с большей скоростью в данном месте идут процессы исцеления и самовосстановления. вы помещаете датчики температуры туда, где вам необходимо увеличить кровопоток, например, на руке. Чем сильнее стресс, тем холоднее становятся руки. Цифровой термометр определяет температуру, затем говорит вам, что температура в данном месте либо увеличилась, либо уменьшилась.

Система «Кинезис». Система для биологической обратной связи «Кинезис» психоэмоциональной коррекции – это новейшая система психофизиологических тренировок и исправления различных функциональных отклонений при широком диапазоне заболеваний нервной системы и при психоэмоциональных расстройствах.

Назначение и возможности. Система дает возможность проводить тренировку с применением метода биологической обратной связи на базе электроэнцефалографических сигналов (получение и обработка биопотенциалов мозга). Для фиксации биопотенциалов применяется анализатор «Кинезис», который дает возможность проводить коррекцию на базе четырех электроэнцефалографических каналов. Анализатор связывается с персональным компьютером через USB.

Программное обеспечение системы состоит из набора специально созданных компьютерных визуальных и акустических акций, разработанных в игровом формате, на которые человек может оказывать воздействие путем изменения мозговой активности. Пациент во время настройки определяет допустимый положительный результат, показанный на экране компьютера и отображающий в удобном и понятном виде результаты изменения функциональных характеристик мозга. Интегрированная экспертная система дает возможность понять способности пациента и вести занятия согласно этим способностям.

Тренинг проходит на базе спектральной оценки ЭЭГ и экспертной оценки биоэлектрической активности пациента. Главным отличием от аналогов является присутствие интегрированной системы технической обратной связи, суть в передаче световых импульсов в спектре преобладающей частоты ЭЭГ-ритмов

испытуемого, в большей степени воспринимаемой мозгом в расслабленном состоянии. При этом доминирующая частота автоматически адаптируется индивидуально для каждого испытуемого. Это повышает уровень качества, степень и глубину психорелаксации.

НейроТренер-ТМ1 (рис. 11.27).



Рис. 11.27. НейроТренер-ТМ1

Назначение. Стресс способствует сужению кровеносных сосудов конечностей. В расслабленном состоянии кровеносные сосуды расширяются, а мышцы расслабляются и становятся теплее. Способность повышать уровень температуры конечностей дает возможность усилить состояние покоя и расслабления, снизить уровень артериального давления, улучшить обогащение разными веществами сердечной мышцы, избавиться от головных болей сосудистого характера. Исследования демонстрируют, что применение обратной связи дает возможность в несколько раз повысить скорость процесса обучения навыкам саморегуляции.

Устройство. Тренажер включает в себя электронный модуль с системой звукового и светового оповещения и температурного датчика. Температурный датчик присоединяется к поверхности кожи и через 1-2 минуты приходит в температурный баланс, после этого можно приступать к тренингу саморегуляции. При повышении или понижении уровня температуры на $0,1^{\circ}$, прибор запускает звуковой сигнал (при повышении уровня температуры более высокий тон сигнала, при понижении более низкий тон сигнала) и светодиод загорается на одну секунду красным цветом (при повышении уровня температуры) или зеленым цветом (при понижении уровня температуры). Возможно применение наушников.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Назовите известные вам типы роботов-манипуляторов, используемых в медицине.
2. Каков принцип действия хирургических систем Da-Vinci и Raven II?
3. Как используются данные трехмерной визуализации в медицинских целях?
4. Что добавляется в 4D-изображение, созданное при помощи проекции трех стен и пола, для образовательных медицинских целей?
5. Что включает в себя система Биопринтер.
6. Охарактеризуйте принцип действия детектора лжи.
7. Объясните достоинства и недостатки детектора лжи.

8. Какие из датчиков, регистрирующих информацию о физиологических процессах испытуемого, могут не использоваться на детекторе лжи (полиграфе)?
9. В чем заключаются особенности тренажеров с биологической обратной связью?
10. Охарактеризуйте понятие «релаксация».

20. Маркетинговые когнитивные 3D-технологии

Темы:

1. Нелингвистический интернет на основе 3D-образов виртуальной реальности.
2. Анализ неточности восприятия характеристик товара, представленных через интернет.
3. Разработка прилавка для выкладки товара.
4. Особенности представления товара на прилавках пассивного и активного типа в интернет-магазинах.
5. Воспроизведение данных и средства получения визуальной информации для потребителей.
6. Испытание информационных систем воспроизведения в экспериментах с потребителями.

20.1. Нелингвистический интернет на основе 3D-образов виртуальной реальности

3D-интернет – множество web-технологий, представляющих информацию и использующих при этом условное третье измерение.

Наглядный образец подобного продукта – многомерный виртуальный мир InWorldz, позволяющий симулировать социальные взаимодействия.

Важность:

- в настоящий момент настала эпоха трехмерного воспроизведения информации на сайте;
- трехмерные технологии сейчас – самый выразительный способ представления услуг в сети;
- кроме различной информации, понятной всем, в интернете ежедневно появляется огромный объем данных, тяжело вообразимых в виде текста с иллюстрациями.

Потенциал:

- разработка трехмерных моделей, которыми в последующем возможно манипулировать: увеличивать, поворачивать, удалять отдельные элементы, представлять как интерактивную анимацию;
- создание эффекта присутствия вследствие просмотра 3D-панорамы и др.

Сфера использования:

- гейминг и виртуальные объединения;
- техническое и научное представление, образовательные продукты;
- строительные объекты;
- предпринимательство и продажи в интернете;
- показ видеоматериалов в трехмерном пространстве и др.

Виды 3D-интернет продуктов:

- веб-ресурсы, симулирующие реальность;
- игровые площадки, использующие 3D;
- веб-ресурсы с внедрением 3D-элементов;

- веб-ресурсы для показа с использованием 3D-гаджетов;
- комбинированные.

3D-веб-продукты. Virtual Reality Modeling Language – это язык программирования с открытым стандартом, созданный для разработки трехмерных и веб-моделей, текстур и иллюзий. Технология Google O3D наследует главную концепцию VRML – это технология с открытым исходным кодом предоставляет API 3D-приложений для JavaScript. С помощью этого API можно будет конструировать и отображать быстрые, красивые и интерактивные трехмерные приложения прямо в среде браузера.

3D-веб-технологии. Трехмерные функции пакета Adobe Flash являются хорошей транспортной платформой для интернет-движков последнего поколения. Они разрабатывались для улучшения вывода видео высокого качества. Также, например, CAD 3D Working Group.

Главные трудности. Учитывая многолетний опыт разработки трехмерной графики грустно видеть, как некоторые интернет-продукты до сих пор оставляют желать лучшего. Есть большая проблема совместимости параметров. Для внедрения 3D-Internet в повседневную жизнь необходимо вернуться на первоначальный этап для разработки единого стандарта. Развитию нового стандарта может помешать малая пропускная возможность современных каналов связи.

Прогнозы. Большинство IT-компаний стремится к тому, чтобы доступ к 3D стал обычным делом. Использование трехмерного интернета в будущем изменит положение сторон. Внедрение реалистичных отображений информации и людей позволит, например, исключить личное присутствие человека на каком-либо важном или развлекательном мероприятии. Однако нет необходимости в полностью трехмерном интернете, т. к. существуют виды взаимодействия, не нуждающиеся в этом. Анализируя современные разработки, можно сделать вывод, что графика отстает от самой концепции, и современные компании делают упор на бóльшую реалистичность, что в будущем вызовет большой сдвиг в этом направлении. Высокая стоимость может быть основной причиной низкого проникновения 3D-визуализации. Сегодня действительно интересные и качественные разработки для той же электронной коммерции предлагают только очень состоятельные компании.

20.2. Анализ неточности восприятия характеристик товара, представленных через интернет

Иллюзия (лат. *illusio* – заблуждение, обман) – измененное видение реального объекта или события, которое имеет многозначное объяснение. Иллюзии – это нормальное явление для психически здоровых людей (метаморфозии, физические, физиологические иллюзии) (рис. 20.1).

Глазомерная оценка – важная часть зрительного анализатора. Люди на уровне подсознания могут отметить равные размеры объектов, пропорции, степень параллельности и т. д., даже если предметы находятся в разном положении друг относительно друга. Глазомерный анализ бывает неверным, и это явление достаточно устойчиво.

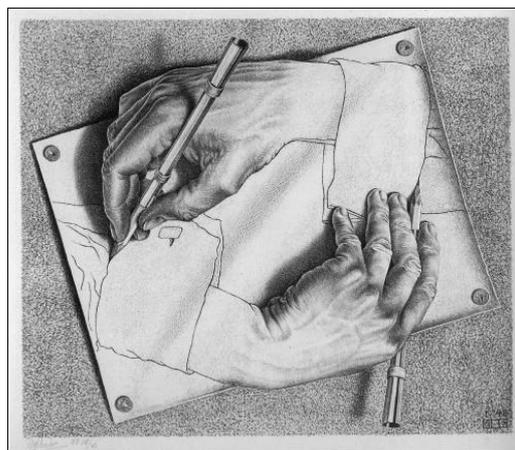
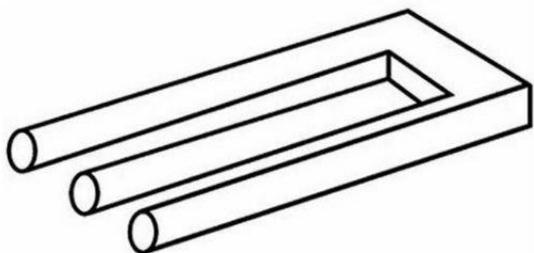


Рис. 20.1. Примеры графических иллюзий

Неточность распознавания размеров сторон и формы зависит от сложности геометрических показателей и разнообразия цветовой гаммы. Все приведенные ниже правила иллюзий действительны для трехмерных объектов на веб-ресурсе.

Обман зрения: в области продаж через веб-ресурсы широкое распространение получила трудность правильного восприятия параметров товара.

Результаты:

- если не раскрыть желаемые параметры, клиент будет не доволен купленным товаром и впоследствии откажется от услуг веб-ресурса;
- если у покупателя есть какие-либо сомнения относительно внешнего вида продукта, в большинстве случаев он воздержится от покупки;
- продукт, создающий неоднозначное представление, тоже не внушает доверия;
- малое количество предоставленных характеристик продукта или их полное неимение оставляет негативное впечатление;
- трехмерные модели хоть и являются хорошим средством отображения информации, зачастую являются неточными.

Восприятие формы.

Проблема: трудно определить контуры предмета из-за его наложения на фон.

Решение: предмет нужно расположить на контрастном фоне (рис. 20.2).



Рис. 20.2. Пример решения проблемы восприятия формы

Восприятие размера.

Проблема: размерные характеристики предмета воспринимаются больше или меньше реальных размеров.

Решение: расположить рядом с предметом объект, о размерах которого каждый человек имеет представление (рис. 20.3).



Рис. 20.3. Пример решения проблемы восприятия размера объекта

Восприятие размера.

Проблема: одежда подбирается согласно международной маркировке, но в реальности не подходит по фигуре.

Решение: следует дополнительно указывать параметры, которые помогут подобрать правильный вариант (табл. 20.1).

Таблица 20.1

Размерный ряд (женщины)

Международный	Евро	Российский	Объем груди	Объем бедер	Объем талии
S	36	42	80-90	80-90	до 66
M	38	44	91-95	91-96	до 70
L	40	46	96-100	97-104	до 76
XL	-	48	102	106	78
XXL	-	50	104	106-108	82
XXXL	-	52	106	109-112	86

Восприятие оттенка.

Проблема: цветовые характеристики отличаются от заявленных при другой освещенности помещения.

Решение: при фотографировании товара необходимо учитывать освещенность, предпочтение отдавать дневному свету (рис. 20.4).



Рис. 20.4. Пример решения проблемы восприятия оттенка освещения

Восприятие оттенка.

Проблема: средства фотографирования имеют плохие характеристики, поэтому из-за цветопередачи цвета получаются блеклые и ненасыщенные.

Решение: поменять средство фотографирования или прибегнуть к возможностям редактора изображений (рис. 20.5).



Рис. 20.5. Пример решения проблемы восприятия оттенка цвета

Восприятие веса.

Проблема: весовые величины зачастую не воспринимаются человеком.

Решение: привести сравнение с предметом, вес которого все хорошо представляют (рис. 20.6).

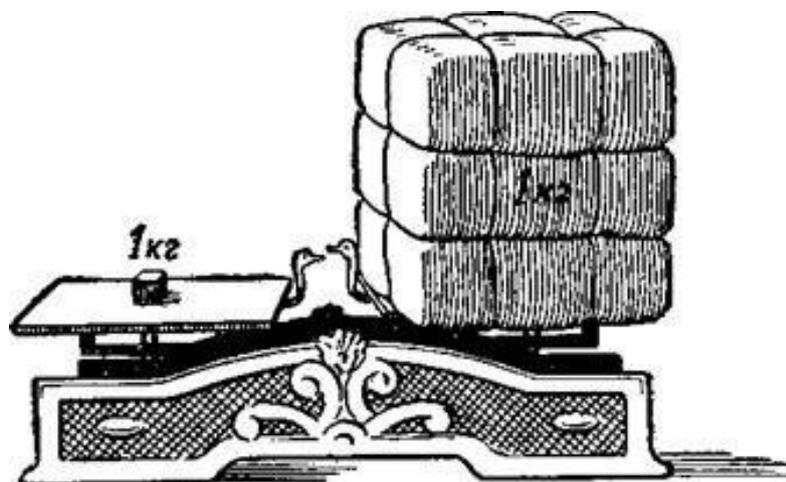


Рис. 20.6. Пример решения проблемы восприятия веса

Восприятие рельефа.

Проблема: фото товара очень мелкое, пиксельное, из-за чего невозможно получить представление о рельефе товара.

Решение: сделать описание этой особенности либо прибегнуть к макро-съемке товара (рис. 20.7).



Рис. 20.7. Пример решения проблемы восприятия рельефа

20.3. Разработка прилавка для выкладки товара

Правильная выкладка товара – средство умножения продаж с помощью определенного расположения продуктов на витринах магазинов (в том числе и виртуального).

При правильной выкладке:

- видимые товары представляют собой единую связанную систему;
- каждая позиция представлена в привлекательном для покупателя виде;
- правильное расположение выделяет одну торговую марку.

Рекламные средства привлекают покупателя и создают настроение на покупку товара, а зеленое с голубоватым оттенком свечение благоприятно для глаз.

Очевидность этих факторов доказывается тем, что 80 % покупок делается прямо у прилавка, когда товар виден человеку.

Законы восприятия. Данные законы разрабатывались для реальной коммерции, но при реализации трехмерных прилавков имеют большое значение для успеха торговой точки (рис. 20.8).



Рис. 20.8. Пример комбинирования товаров в композиции

Главные законы восприятия продукции:

1. «Уровень глаз»: наше внимание сконцентрировано на уровне глаз, поэтому продаваемый товар нужно расположить на высоте глаз, чтобы клиент его увидел в любом случае.

2. «Закон группировки»: позиции должны располагаться группами. Товар необходимо располагать по нескольким совпадающим характеристикам, например торговая марка, цвет. Это позволит сконцентрировать внимание и мотивировать на покупку.

3. «Закон переключения внимания»: если глаз человека не зафиксировал привлекающий объект, то внимание переключается на другую область в поисках примечательной фигуры, из-за чего нельзя располагать товар в строгую линию, т. к. человек пройдет мимо потенциальной покупки. Часто товары располагаются так, чтобы складывалась привлекательная фигура.

4. «Закон фигуры и фона»: объект значительно выделяется среди других. Этот закон целесообразно использовать, если стоит цель выделить конкретный товар и продать его. Выделение можно осуществить различными способами: стикеры, яркие цвета, рекламные акции, но при этом важно не переборщить, иначе товар может вызывать отвращение.

5. «Мертвая зона»: нижний левый угол. Там располагаются товары, на которые нет спроса, крупные упаковки.

6. «Закон мелкого товара»: мелкий товар необходимо располагать вблизи покупателя (например, на кассе).

20.4. Особенности представления товара на прилавках пассивного и активного типа в интернет-магазинах

Интернет-магазин – сайт, предоставляющий услуги по продаже товаров посредством сети Интернет. Позволяет пользователям онлайн, в своем браузере или через мобильное приложение собрать заказ, выбрать интересующий способ оплаты и доставки заказа, оплатить заказ.

Однако, чтобы собрать заказ, пользователю необходимо определиться с выбором товара. Именно благодаря маркетологу, который знает, куда положить то, что нужно продать, и специалисту по юзабилити, который переводит знания маркетолога в интуитивно понятный интерфейс для пользователей на сайте, выбор дается значительно проще.

Главный атрибут интернет-магазина – наличие трехмерных виртуальных прилавков, на которых клиент имеет возможность увидеть продукт. Чем лучше виртуальный прилавок адаптирован к взаимодействию с пользователем, тем меньше несоответствий и расстройств будет потом.

Есть два главных вида витрин: **активные** и **пассивные**. Они отличаются друг от друга тем, что активные меняются сами по себе или по нажатию на товар, который на ней отображается, пассивные так не умеют.

На сегодняшнем этапе выделяют следующие виды **виды виртуальных прилавков**:

1. Обычный список товаров с описанием характеристик и изображениями.

Преимущества:

- классический для клиента;
- в основном присутствует все необходимое, возникает представление о товаре

Недостатки:

- нет интерактивного взаимодействия;
- скучный, пустой, не привлекает внимания.

2. Список товаров с анимациями.

Преимущества:

- классический для клиента;
- в основном присутствует все необходимое, возникает представление о товаре.

Недостатки:

- нет интерактивного взаимодействия

3. Представление в виде «КОЛЬЦО».

Преимущества:

- имеет анимацию «вращение», приводимую в действие указателем мыши, что привлекает внимание (рис. 20.9);
- если вывести изображение товара в центр и навести на него курсор, оно увеличится, чтобы просмотреть страницы с товаром, необходимо нажать на изображение.



Рис. 20.9. Представление в виде «КОЛЬЦО»

Недостатки:

- необходимо выработать привычку для работы, можно задеть мышью ненужные позиции.

Имеет динамичность списка и украшение в виде шара. Возможен динамический ряд, дублирующий основной вариант, но с автопрокруткой (рис. 20.10).

5. Интерактивное представление товара в физических магазинах.

Преимущества:

- есть все необходимое, появляется представление о товаре;
- относительная новинка;
- вызывает интерес;
- интерактивное взаимодействие с пользователем.

Недостатки:

- необходимо посетить магазин.

6. Копия настоящего магазина в трехмерном мире.

Преимущества:

- есть все необходимое, появляется представление о товаре;
- относительная новинка;
- вызывает интерес;
- интерактивное взаимодействие с пользователем.

20.5. Воспроизведение данных и средства получения визуальной информации потребителями

Воспроизведение данных и средства получения – это набор механических приспособлений, гарантировавших показ материала в виде, визуально комфортном для физического лица. Они используются в разных отраслях от систем видеофиксации деятельности средств передвижения до торговых-развлекательных комплексов. Чаще всего механизмы воспроизведения используются в общественной жизни: залы для конференций, диспетчерские, академические классы, ситуационные центры и т. п.

Варианты оборудования воспроизведения данных.

Устройства для презентаций. Игровые проекционные системы выполняют функцию инструмента для разработки особенных презентаций. Индивид, оказываясь в области интерактивной проекционной системы, начинает оказывать на нее влияние, получая доступ к неизвестным до этого областям или меняя местами компоненты изображения. Поразительные визуальные эффекты концентрируют на себе внимание людей и затягивают их в развлекательное шоу!

LCD-видеостены. Функция продолжительной работы со статическим изображением является весомым достоинством данных систем по сравнению с аналогами. Отсюда следует, что LED-мультиэкраны могут быть использованы в качестве информационных дисплеев на предприятиях, а также в тех сферах, где ранее их применение не представлялось возможным.

Видеотрансляция на стене – это система экранов, предназначенных для демонстрации больших изображений и объединенных между собой. Видеомодуль или все экраны являются независимыми устройствами. Согласование всех частей видеостены для одновременного управления общим экраном выполняется при помощи специального контроллера и ПО. Контроллер осуществляет хранение, обработку, прием и вывод картинки на видеостену (рис. 20.13).



Рис. 20.13. Видеотрансляция на стене

На огромном полиэкране создаются большие картинки и видеоокна поменьше. На видеомодулях уже располагаются контроллеры, что упрощает конструирование видеостен.

Бесшовность экранов очень важна для конструирования видеостен. Большинство экранов оснащены корпусными швами (окантовка). При просмотре огромных картин окантовка будет препятствовать просмотру и исказить рисунок. Поэтому сегодня производители продают «бесшовные» модули, которые делают шов почти незаметным.

Проекционные модули. Идея о разделении лампового и проекционного модулей помогла сделать несложный в содержании проекционный куб с хорошим качеством картинки. Высокая надежность ламп обеспечивает постоянное изображение и уменьшает траты на эксплуатацию.

Равномерность контрастности и яркости по всей длине видеостены обеспечивает оптический регулятор. Он также предоставляет устойчивость технических значений экрана во время всего времени использования. В расчете на непрерывный круглосуточный режим эксплуатации разрабатываются все компоненты видеокуба. Видеомодули очень просто интегрируются в различные центры управления потому, что они поддерживают различные источники (интернет, видеоконференции, компьютеры, видео, потоки данных и каналы со спутников). Информация из этих каналов размещается на каждом экране.

Сити-формат для внутреннего и наружного монтажа в антивандальном корпусе. Все панели имеют компьютер внутри. Благодаря этому все установленные панели возможно объединять в одну сеть, независимо от расположения. В одно время можно передавать данные на панелях, которые располагаются в разных частях города, страны и т. д.

ПО позволяет загружать видео и фотографии всех форматов. С одного главного компьютера можно обслуживать и контролировать работу, формировать график показов и график включения-выключения. Прямого вмешательства после установки антивандальные дисплеи «Icon One» не требуют (рис. 20.14).



Рис. 20.14. ICON ONE–антивандальные LCD-панели

Для удаленного доступа панели объединяются в собственную локальную сеть по Ethernet, что позволит получать доступ удаленно и управлять ими независимо от того, в какой точке мира они находятся. Панель с ПК внутри имеет собственную акустику. От любого воздействия – механического или электромагнитного – панель защищена антивандальным корпусом. Панели VITZE предоставляют возможность показа слайд-шоу или динамических видеороликов. Оставаясь на своем рабочем месте, можно начать рекламную кампанию в других городах.

Дисплеи самообслуживания покупателя. Каждый дисплей для покупателя имеет необходимые сертификаты, долгосрочную гарантию. Прилагается руководство пользователя, которое содержит описание программирования дисплея, используя ESC-команды. Устанавливать дисплеи просто, для этого не нужны специальные навыки. Дисплеи можно запитать от обычной розетки (рис. 20.15).



Рис. 20.15. Дисплей самообслуживания покупателя

Простое отображение информации. Дисплеи покупателя можно увидеть в любом месте. На дисплеях покупателя может быть отображена любая информация – от названия товара до рекламного призыва.

Нынешние технологии позволяют выпускать дисплеи различных цветов, что позволяет им вписываться в интерьер, они имеют эргономичный дизайн, ЖК- или вакуум-флуоресцентный экран, учитывающий физиологические особенности человека.

Модели дисплеев могут двигаться по горизонтали или поворачиваться вокруг себя. Существуют модели, которые имеют в комплекте международные символы с вариантом эффекта «бегущей строки» и «падающих букв», пользователь может задавать направление надписи.

Интерактивные витрины. Интерактивная пленка – это легкая и прозрачная пленка, наносимая на неметаллический предмет и создающая интерактивную кинестетическую витрину. Projected Capacitance – это интерактивная пленка, работающая по принципу «проекционной емкости». При поднесении пальца пользователя (в перчатке или без) к поверхности, создается активность электрического поля.

Интерактивная пленка работает с помощью неметаллического материала толщиной не более 16 мм. Желательно использовать при испытаниях материалы не толще 10 мм.

Потребитель пользуется экраном обратной проекции или LCD-экраном через окно. Сопряженная с дисплеями LCD, для создания обособленных тактильных панелей и киосков с информацией.

Личный кассир в телефоне, виртуальные примерочные, смартфон для шопинга, стикеры для совершения покупок. Рассмотрим пример виртуальной примерочной будущего: берем зеркало и добавляем видеокамеру с датчиком движения. На домашнее зеркало переносится виртуальная одежда, а датчик движения связывается с виртуальным меню и дает возможность интерактивно взаимодействовать с продукцией, например, померить вещь на размер больше прежнего или изменить цвет блузки (рис. 20.16).



Рис. 20.16. Виртуальная примерка одежды с удобным интерфейсом

На данный момент проект не идеален и пока не может продемонстрировать, как определенная одежда сидит на разных типах фигур. Удивителен сам факт того, что скоро не нужно будет идти в магазин, а померить одежду можно будет у себя дома.

3D-пирамида. Голографическая пирамида на данный момент показывает флагманскую модель вашего товара и становится сильным магнитом для посетителей. Так как возможность посмотреть в будущее прямо сейчас вызывает огромный интерес и удивление (рис. 20.17).



Рис. 20.17. Пирамида голографическая

В сознании каждого человека голограмма прочно связывается с технологиями из будущего. Появляющаяся из ниоткуда объемная правдоподобная картинка часто являлась важным элементом фильма в жанре фантастика.

3D-пирамиды новейшего поколения для выставочной, торговой и рекламной промышленности не нуждаются в 3D-очках, дарят визуальный эффект полного присутствия трехмерной картинки. Применение современных разработок в науке, индивидуальность вариаций, легкость в использовании и производство по уникальному заказу делает из голографической пирамиды подходящее средство продвижения ваших товаров.

20.6. Испытание информационных систем воспроизведения в экспериментах с потребителями

В результате обширных исследований было выявлено, что товары, представленные на веб-сайте при помощи трехмерного или обзорного фото, продаются на 40 % чаще, чем его аналоги, представленные простой предметной фотографией.

По многочисленным отзывам клиентов онлайн-магазинов, главная причина, по которой покупка не происходит – неполное визуальное представление о продукте. Тем более, качественная предметная фотография нередко вызывает недоверие у потребителей: многие знают, что блестящий фотограф легко создаст красивое фото, которое выгодно подчеркнет выигрышные стороны предмета. Полностью рассмотреть товар позволяет трехмерное фото. Оно также позволяет увидеть продукт со всех сторон и, тщательно подумав, решиться на приобретение, не боясь обмана.

Итоги исследования возможного воздействия 3D-представления на увеличение продаж, покупательский спрос:

- более 80 % покупателей отметили, что 3D-изображения, размещенные в сети Интернет, вызывают желание совершить покупку;
- 65 % считают, что продукт, 3D-модель которого они видели в интернете, вернуть будет намного сложнее;

- 78 % заявили, что 3D-рисунок оставляет мнение о продукте, как о более качественном;
- примерно 60 % заметили, что с радостью приобретут товар, наглядное трехмерное руководство использования которого будет опубликовано в сети Интернет;
- 50 % потребителей со средним заработком и 70 % потребителей с доходом выше среднего опираются на 3D-фото при выборе товара;
- покупатели моложе 65 лет выбирают на сайтах товары среди трехмерных картинок, а покупатели в возрасте выше 65 чаще всего предпочитают типографические буклеты;
- всего 31 % потребителей, которые прошли опрос, готовы купить продукт, 3D-прототип которого опубликован в сети, за бóльшую стоимость. Люди хотят увидеть трехмерный рисунок продукта в виде базовой идеи, а не услуги дополнительной.

Плюсы трехмерной модели товара для онлайн-магазина:

- полноценный обзор продукции: наиболее полезен в торговом пространстве для актуальной продукции;
- стимулирование потребительского внимания: 3D-фотография эффективнее действует на центры эмоций и вызывает желание совершить покупку;
- усваиваемость продукции: потребитель однозначно зафиксирует в памяти 3D-картинку и снова зайдет на веб-ресурс;
- объективная информация: нередко на фотографии в онлайн-магазинах продукт воспринимается внешне намного выгоднее, в отличие от реального вида товара;
- трехмерная структура прообраза продукта: позволяет воспринимать продукт объективнее, что поможет уменьшить число возвратов;
- 3D-фото намного эффективнее для рекламы онлайн-магазина. Это видно из формулы покупательского интереса: AIDAS (attention – interest – desire – action – satisfy), перевод которой звучит так: внимание – интерес – пожелание – действие – удовлетворение. 3D-изображение продукции содержит сразу три шага – желание, внимание и интерес, в отличие от системы простого онлайн-магазина, где фото продукта вызывает всего лишь интерес и иногда желание.

Вопросы и задания для самоподготовки и контроля знаний

1. Какие вы знаете виды 3D-интернет-продуктов?
2. Приведите примеры неточности восприятия характеристик товара, представленных через интернет.
3. Перечислите главные законы восприятия продукции.
4. Какая характеристика подходит под понятие «иллюзия»?
5. Какой закон восприятия продукции применяется при выделении продаваемого товара за счет яркой и нестандартной упаковки, дополнительной подсветки, вобблеров, стикеров?
6. В чем заключаются особенности представления товара на прилавках пассивного и активного типа в интернет-магазинах?
7. Объясните достоинства и недостатки виртуальных прилавков.

8. Назовите современное оборудование, используемое для получения визуальной информации потребителями.
9. Расскажите о достоинствах и недостатках, выявленных по результатам испытаний информационных систем воспроизведения в экспериментах с потребителями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В предлагаемом вниманию читателей учебном пособии системно излагаются различные аспекты проблем изучения и использования когнитивных технологий. Пособие создавалось, чтобы представить перед студентами компьютерных специальностей горизонты, до которых дошла современная наука в области когнитивных технологий – одного из четырех передовых исследовательских направлений XXI века.

Изучив содержание пособия можно прийти к следующим основным выводам. Когнитивные технологии созданы, чтобы моделировать мыслительную деятельность человека. Они основаны на моделях с нечеткой логикой и на нейронных сетях. Ключевыми целями, преследуемыми при создании когнитивных систем, выступают: получение новых знаний, принятие решений в сложных ситуациях, интеллектуальная обработка данных. Когнитивная наука изучает, как человек воспринимает мир, как он мыслит, на что обращает внимание, как запоминает информацию и т. д. На основе ее открытий конструируются когнитивные технологии – устройства, учитывающие наше состояние, чувствительные к нашему вниманию и следящие за работой нашего мозга.

В пособии рассмотрены особенности применения когнитивных технологий. Разобраны эффекты восприятия человеком трехмерной информации. Среди них стереоэффект, стереопсис, эффекты присутствия и взаимодействия. Изложены принципы действия электронных систем отображения стереоскопической информации. Показаны технологии сканирования трехмерных сцен и предметов для систем виртуальной реальности. Дано представление о трекерах в качестве датчиков перемещения для создания трехмерной визуализации. Проанализирована модульная структура тренажеров для обучения различным навыкам. Предложены примеры и иллюстрации использования технологий трехмерной стереоскопической визуализации данных на производстве, в медицине, интернет-торговле, нанотехнике, космонавтике, тренажерной технике, в сфере транспорта.

Актуальности данного пособия способствует и то, что его информационное содержимое позволяет студентам на основе изложенных фактов составить представление о перспективах собственного профессионального развития.

Данное учебное пособие может быть использовано в различных образовательных учреждениях, как на дневном, вечернем, так и на заочном и дистанционном обучении.

Автор надеется, что пособие будет полезно студентам, магистрантам, аспирантам и специалистам, занимающимся решением задач инженерно-информационного направления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бернштейн, А. В. Когнитивные технологии в компьютерных системах проектирования и анализе данных [Электронный ресурс] / А. В. Бернштейн, А. П. Кулешов. – 2014. – Режим доступа: https://www.google.by/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj035jNiLrJAhVF2xoKHV6VCXMQFggkMAI&url=http%3A%2F%2F2008.it-edu.ru%2Fdocs%2FS4%2FKuleshov%2520Bernshteyn%2520Kognitivnie_tehnologii.doc&usq=AFQjCNFFOWpTtCfa9LoTHxfe6vLbZESxKQ&bvm=bv.108194040,d.d2s.
2. Бершадский, М. Е. Когнитивная образовательная технология [Электронный ресурс] / М. Е. Бершадский // Сайт М. Е. Бершадского. – 2016. – Режим доступа: http://bershadskiy.ru/index/kognitivnaja_obrazovatel'naja_tekhnologija/0-27.
3. Быков, А. А. Когнитивные технологии : пособие / А. А. Быков, Е. А. Мельникова, К. Д. Яшин. – Минск : БГУИР, 2015. – 87 с.
4. Быков, А. А. Технологии виртуальной реальности. Пособие к практическим занятиям : пособие / А. А. Быков, Е. А. Мельникова, К. Д. Яшин. – Минск : БГУИР, 2015. – 64 с.
5. Великая когнитивная революция [Электронный ресурс] // Русский репортер № 48 (326). – 2010. – Режим доступа: <http://rusrep.ru/article/2010/10/18/cognit>.
6. Величковский, Б. М. Когнитивная наука: основы психологии познания. В 2 т. : учебник для бакалавриата и магистратуры / Б. М. Величковский. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : ЮРАТ, 2017.– Т. 1. – 448 с.
7. Величковский, Б. М. Когнитивная наука: основы психологии познания. В 2 т. : учебник для бакалавриата и магистратуры / Б. М. Величковский. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : ЮРАТ, 2017.– Т. 2. – 432 с.
8. Выготский, Л. С. История развития высших психических функций / Л. С. Выготский. – М. : Изд-во Юрайт, 2022. – 336 с.
9. Деан, С. Как мы учимся. Почему мозг учится лучше, чем любая машина... пока / С. Деан. – М. : Бомбора, 2020. – 480 с.
10. Егоров, В. В. К вопросу определения понятия «Психологический барьер» / В. В. Егоров // Вестн. Командно-инж. ин-та МЧС Респ. Беларусь. – 2007. – № 2 (6). – С. 21–25.
11. Егоров, В. В. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Когнитивная графика» для специальности 1-58 01 01 «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий» [Электронный ресурс] / В. В. Егоров. – 2013. – Режим доступа: http://abitur.bsuir.by/online/showpage.jsp?PageID=83979&resID=116608&lang=ru&menuItemID=116704&pagenum=6&_URL_%2Fonline%2Fshowpage.jsp&versionid=-1&resourceID=116608&templateID=116702.
12. Зинченко, Ю. П. Виртуальная реальность в экспериментальной психологии: к вопросу о методологии / Ю. П. Зинченко // Человек как субъект и объект медиапсихологии. М., 2011. – С. 58–75.
13. Измайлов, Ч. А. Интегрирование простых признаков стимула в нейронных сетях зрительной системы / Ч. А. Измайлов, Е. Н. Соколов, И. В. Едренкин // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. – 2008. – № 4–5. – С. 34–45.
14. Когнитивная графика [Электронный ресурс] // Портал знаний. – 2014. – Режим доступа: <http://www.znannya.org/?view=cognitive-resource-2-1-4>.
15. Когнитивная и мотивационно-смысловая сферы личности / отв. ред. Е. А. Сорокумова, Е. Б. Пучкова. – М. : МПГУ, 2020. – 195 с.
16. Когнитивные технологии [Электронный ресурс] // Робновости – ресурс новостей о робототехнике, свежих разработках и событиях в мире высоких технологий. – 2011. – Режим доступа: <http://robonovosti.ru/tehnologii/5030-kognitivnye-tehnologii.htm>.
17. Комашинский, В. И. Когнитивные системы и телекоммуникационные сети / В. И. Комашинский, Н. А. Соколов // Вестник связи. – 2011. – № 10. – С. 4–8.

18. Лобанов, А. П. Когнитивная психология : учеб. пособие. / А. П. Лобанов. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 376 с.
19. Лобанов, А. П. Общая и когнитивная психология : учеб. пособие / А. П. Лобанов, Н. В. Дроздова. – 2-е изд., перераб. – Минск : РИВШ, 2019. – 212 с.
20. Лосик, Г. В. Информационные системы трехмерной визуализации : метод. пособие к практ. занятиям / Г. В. Лосик, К. Д. Яшин. – Минск : БГУИР, 2012. – 43 с.
21. Лосик, Г. В. Принципы кодирования образной информации в мозге / Г. В. Лосик // Наука и инновации. – 2015. – № 12 (154). – С. 16–21.
22. Лосик, Г. В. Сокращение в филогенезе размерности кодирования в Big Data образной информации / Г. В. Лосик, В. В. Егоров // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сб. науч. ст. VIII Междунар. науч.-практич. конф., Минск, 11–12 мая 2022 г. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богущ [и др.]. – Минск, 2022. – С. 277–284.
23. Меркулов, И. П. Когнитивные способности / И. П. Меркулов. – М. : Ин-т философии РАН, 2005. – 182 с.
24. Пунда, Д. И. Когнитивные технологии управления как способы и средства решения проблем современного сложного кризиса – кризиса управления [Электронный ресурс] / Д. И. Пунда // Сайт С. П. Курдюмова. – 2012. – Режим доступа: <http://spkurdyumov.ru/economy/kognitivnye-tehnologii-upravleniya>.
25. Симонович, С. В. Информатика. Базовый курс : учебник для вузов / С. В. Симонович. – СПб. : Питер, 2015. – 640 с.
26. Слободчиков, В. И. Субъективная реальность: ее возможность и действительность / В. И. Слободчиков ; научн. ред. и сост. А. А. Остапенко. – М. : Фонд «Просветитель», 2021. – 232 с.
27. Соколов, Е. Н. Принцип векторного кодирования в психофизиологии / под ред. В. И. Аршинова, И. Н. Трофимовой, В. М. Шеляпина // Синергетика и психофизиология. – 2004. – Вып. 3. – С. 320–335.
28. Солсо, Р. Л. Когнитивная психология / Р. Л. Солсо. – 6-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 589 с. : ил.
29. Сундиев, И. Ю. Когнитивные технологии: темная сторона прогресса [Электронный ресурс] / И. Ю. Сундиев // Сайт С. П. Курдюмова. – 2013. – Режим доступа: <http://spkurdyumov.ru/networks/kognitivnye-tehnologii-temnaya-storona-progressa>.
30. Уфимцев, Р. Когнитивные технологии – это просто [Электронный ресурс] / Р. Уфимцев // Когнитивист. – 2011. – Режим доступа: <http://www.cognitivist.ru/er/novice/058.xml>.
31. Фридланд, А. Я. Основные ресурсы информатики : учеб. пособие / А. Я. Фридланд. – Тула : Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л. Н. Толстого, 2004. – 257 с.
32. Человек как субъект и объект медиапсихологии / отв. ред. Е. Л. Варганова, Ю. П. Зинченко, В. В. Миронов. – М. : Изд-во Московск. ун-та, МГУ им. М. В. Ломоносова, Ин-т человека, 2011. – 824 с.
33. 7 когнитивных технологий, которые изменят мир [Электронный ресурс] // Русский репортер. – 2010. – № 41 (169). – Режим доступа: http://expert.ru/russian_reporter/2010/41/tehnologii.
34. Bandura, A. Social Foundations of Thought and Action: a Social Cognitive Theory / A. Bandura. – Englewood Cliffs, N. J. : Prentice-Hall, 1986. – 617.

Учебное издание

Егоров Владислав Владимирович

**КОГНИТИВНАЯ ПСИХОЛОГИЯ
В ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

ПОСОБИЕ

Редактор *Ю. В. Ляховец*

Компьютерная правка, оригинал-макет *А. А. Луцикова*

Подписано в печать 17.07.2024. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Гаймс».
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 17,32. Уч.-изд. л. 18,0. Тираж 100 экз. Заказ 178.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,
№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.
Ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск