

УДК 004.93

## СОЗДАНИЕ БАЗЫ ТЕПЛОВЫХ КАРТ ОСМОТРА ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ОБРАЗНОГО ИНТЕРНЕТА



**Ю.В. Вильчук**

Аспирант кафедры  
инженерной психологии и  
эргономики

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь.  
ОАО «ММЗ имени С. И. Вавилова – управляющая компания холдинга «БЕЛОМО», Республика Беларусь.  
E-mail: yrawest@gmail.com.

### **Ю. В. Вильчук**

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Аспирант БГУИР. Работает в ОАО «ММЗ имени С. И. Вавилова – управляющая компания холдинга «БЕЛОМО» в должности начальника электролаборатории. Проводит научные исследования в области инженерной психологии и эргономики, когнитивных технологий, естественных наук.

**Аннотация.** В статье рассматривается технология получения группой испытуемых объёмной карты кругового осмотра о трёхмерном объекте, принципы создания базы данных тепловых карт для построения образного интернета. Анализируется информативность 3D-модели тепловой карты, наличие пиков внимания на ней для узнавания наилучших ракурсов демонстрации трёхмерного объекта. Описана процедура получения усреднённой тепловой карты в виде синтеза множества траекторий осмотра испытуемыми трёхмерного объекта, решая когнитивную задачу поиска ими наилучшего ракурса восприятия модели трёхмерного объекта методом кругового его вращения для автоматического распознавания и поиска объектов по их трёхмерной форме в сети образного интернета.

**Ключевые слова:** трёхмерная тепловая карта, пики внимания, спектр притяжения внимания, круговой осмотр.

### **Введение**

В настоящее время при поиске информации в интернете решаются задачи автоматического поиска объектов по их трёхмерной форме [1-2]. Подобно поиску текстовой информации по ключевому слову в новом случае ставится задача выработать инвариантные признаки топологии формы трёхмерного объекта, чтобы находить не копии его, а близкие по форме объекты. Исследования показывают, что для такого поиска не достаточно учета только объективного сходства объектов, что нужен учет психологического сходства [3]. Поэтому предложена регистрация карты кругового осмотра объекта. Сравнивая маршруты осмотра, скоростные параметры осмотра, система ищет в интернете сходные по форме объекты. В итоге при размещении скульптурных экспонатов виртуальных музеев, трёхмерного товара на сайтах интернет-магазинов появляются методики учета психологической компоненты при поиске в интернете трёхмерной образной информации.

Известно большое число исследований траектории осмотра человеком плоскостных, двумерных изображений. Методика Eye – tracking позволяет изучать закономерности движения и остановок взора при рассматривании плоскостных картин [4]. Для осмотра берутся видеосцены то ли в реальности, то ли предъявляются на дисплее компьютера. Ценными для анализа являются «тепловые карты» (рис. 1) как статистические усредненные данные о плоскостном спектре притяжения зрительного внимания к разным местам данной картины (рис. 1.).



Рисунок 1. Визуализация методом тепловой карты

Однако эти исследования не распространяются на изучение траекторий осмотра человеком объемного не прозрачного предмета. Чтобы осмотреть его всю поверхность, предмет нужно вращать либо обходить его вокруг.

В случае осмотра человеком поверхности трехмерного объекта траектория осмотра не содержит неравномерных скачков взора (рис. 2). Осмотр совершается в виде аналогового меняющегося по азимуту и скорости маршрута, образующего векторную траекторию в трехмерном пространстве (рис. 2.) [5].

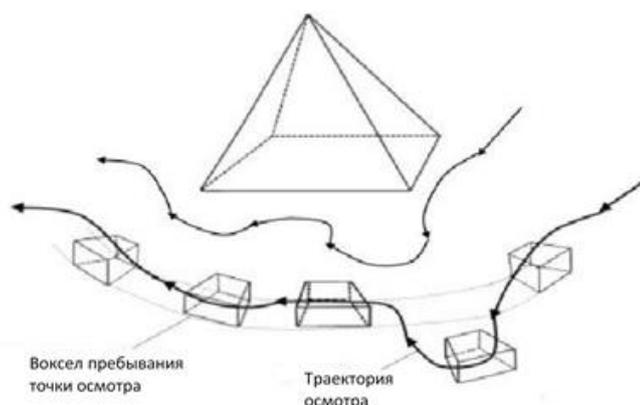


Рисунок 2. Траектория кругового осмотра трехмерного объекта

В отличие от традиционной аналитики, визуальная аналитика трёхмерной виртуальной модели товара фокусируется на закодированной траектории, движении пользователя по трёхмерному объекту в поиске наилучшего ракурса её представления. В итоге можно понять поведение пользователя, и на основе этих данных оптимизировать эргономику своего товара на стадии проектирования, до запуска в массовое производство. Рассмотрим тепловые карты и анализ данных, которые они предоставляют, подробнее.

Тепловая карта трёхмерного объекта и пики внимания на ней помогают увидеть области, которые привлекают наибольшее внимание вашего потенциального покупателя. С помощью определённых целевых групп испытуемых, изучались усреднённые пики внимания этой группы к трёхмерному объекту. С помощью программного модуля ИСТОИ происходила визуализация полученной усреднённой трёхмерной тепловой карты с пиками внимания на ней. Трёхмерная тепловая карта описывала шар вокруг исследуемого трёхмерного объекта. Шар состоит из 512 одинаковых треугольников, которые имеют разную интенсивность подсветки жёлтым цветом, и, чем насыщеннее и интенсивнее цвет, тем чаще уделялось внимание этому месту на трёхмерном объекте. Для того чтобы увидеть это место, необходимо повернуть трёхмерную тепловую карту таким образом, чтобы интересующий жёлтый треугольник было удобно спроецировать на объект. Формирование

проекция происходит по принципу образования тени жёлтого треугольника на трёхмерном объекте. Так как жёлтый треугольник находится на расстоянии от трёхмерного объекта, то проецирование происходит по азимуту. Происходило световое зеркальное отражение внимания на объекте (рисунок 3.).

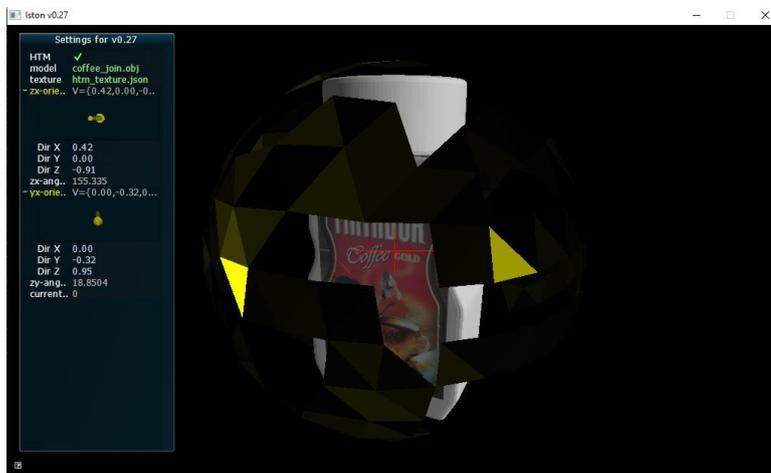


Рисунок 3. Трёхмерная тепловая карта кругового осмотра трехмерного объекта банка кофе

Жёлтые треугольники шарообразной трёхмерной тепловой карты – это способ выделить зоны интереса, которые привлекают внимание потенциальных покупателей.

Можно определить, какие части вашей модели товара наиболее удачные, презентабельные и принять обоснованное решение по поводу будущего дизайна для эргономичности его восприятия. Анализируя тепловую карту, выделяются повышенные области внимания и области, не привлекающие внимание.

Трёхмерная карта маршрута показывает, как долго потенциальный покупатель смотрел на трёхмерную модель товара, и дает более точные данные о вовлеченности.

Если обнаруживается, что потенциальные покупатели не видят важный элемент (маркер) товара, то необходимо повернуть трёхмерный объект таким образом, чтобы привлечь внимание на нём при начальном ракурсе осмотра модели трёхмерного товара. Маркером может выступать наименование брэнда, бирка с указанием технических характеристик, ценник и т. д.

Для формирования тепловых карт есть фильтры, в качестве фильтра выступает инструкция с когнитивной задачей, в зависимости от инструкции испытуемому будут формироваться разные критерии отбора у испытуемого визуальной информации.

Сформированная статистика лучших ракурсов и трёхмерных траекторий движений осмотра – ценный источник информации в визуальном аспекте.

Используя статистику, можно проверить, как много пиков внимания было совершено за просмотр разными испытуемыми. Большое количество пиков внимания свидетельствует о высокой вовлеченности и привлекательности товара. Можно отделить количество пиков внимания за просмотр, по сравнению с другими испытуемыми или неким эталоном, потом исследовать поведение испытуемого в этом сегменте в отличие от другого или эталона.

Если много пиков внимания приходится на одну статическую область модели трёхмерного объекта – это знак, что необходимо пересмотреть интерактивный дизайн остальных областей модели для повышения количества интересных областей и пиков внимания с целью завлечь покупателя как бы он модель товара не крутил и нравилась она ему со всех сторон и сверху, и снизу, и слева, и справа, и с обратной стороны.

Если эти пики внимания приходятся на области с целевым содержанием, на которые следует обратить внимание – значит, результаты говорят в пользу эргономичности и привлекательности

созданного дизайна.

Тепловая карта универсальный инструмент по изучению спектрограммы внимания к трёхмерному объекту.

#### **Технология формирования трёхмерной тепловой карты.**

Рассмотрим технологию формирования трёхмерной тепловой карты. Для формирования трёхмерной тепловой карты задействуются не только визуальный канал, а ещё и физиологический канал. Физиологическим каналом в нашем эксперименте выступала рука. Её моторика помогает визуальному каналу восприятия видеoinформации наносить спектрограмму на сферическую тепловую карту с записью траектории осмотра. Как правило, при осмотре динамических объектов, вращающихся, изменяющихся во времени и пространстве испытуемый с помощью визуального канала ищет наилучший ракурс демонстрируемого объекта, который, по его мнению, лучше поможет распознавать данный объект, когда он изображён статично в плоскостном виде [7]. Приоритет при восприятии в динамике отдаётся не конкретным точкам на объекте, а его наилучшему ракурсу восприятия. Для этого испытуемый крутит объект с помощью руки, осматривая его со всех доступных сторон для формирования целостного визуального образа об объекте, чтобы выполнить когнитивную задачу «найти наилучший его ракурс статичного восприятия» в двумерном пространстве.

Новизна предлагаемого подхода состоит в распознавании и учете «психологических» факторов, более глубокого уровня, чем физиологические и физические характеристики перцептивного действия как эргономического процесса.

В круговом осмотре задействуется рука или тело человека для вращения объекта. Поэтому на траекторию осмотра влияет не только луч внимания человека, но и моторика руки и тела. Проведенные нами ранее исследования показали, что на траекторию кругового осмотра трёхмерного объекта влияют физические свойства осматриваемого объекта.

#### **Спектр времени притяжения внимания как параметр анализа маршрутов.**

Сформулирована гипотеза: в ходе осмотра внимание человека задерживается во времени в ракурсе осмотра пропорционально интересу человека к конкретному месту на поверхности трёхмерного объекта. Поэтому статистическим усреднением осмотра объекта многими людьми можно получить «тепловую карту» и представить её как 512-тигранная сфера с 512-ю средними значениями времени задержки внимания на каждой точке-границы.

В ходе эксперимента, предьявлялась на экране дисплея модель трёхмерного объекта и испытуемый вращал модель объекта рукой через манипулятор «мышь». В этом случае испытуемый не мог планировать какие-либо инструментальные действия с объектом, так как не имел ощущений веса объекта, центра тяжести, его агрегатного состояния, шероховатости, температуры, эластичности. Он осматривал объект, руководствуясь когнитивными мотивами, замыслами [10].

Далее составлялась в эксперименте с 70 испытуемыми среднестатистическая карта времени притяжения внимания к 512 местам на поверхности объекта в ходе кругового осмотра этого объекта. Среднестатистическая карта кругового осмотра объекта многими людьми была представлена значениями времени  $t$  прохождения маршрута осмотра через каждый из 512 треугольников, на которые была разбита сфера осмотра объекта (рис. 2). Значение времени  $t$  в 512-ти треугольниках, на которые разбита поверхность осмотра, было названо спектром времени притяжения внимания к разным местам поверхности объекта [8, 9].

Таким образом, был вычислен обобщенный спектр притяжения внимания у всей группы из 70 испытуемых-студентов.

Данный обобщенный спектр внимания, характеризующийся 512 треугольниками, правомерно считать «психологическим рисунком» данного объекта. Местоположение всплесков относительно номеров треугольников на оси  $X$  в обобщенном спектре на рисунке 4, показано, что в спектре имеются не только два-три, а и больше мест на поверхности, которые соответствуют не только двум желтым пятнам на поверхности трёхмерной тепловой карты объекта, но и другим местам менее выраженным. Это значит, что испытуемые выбрали эти места в качестве очередных точек интереса.

Наилучший ракурс объекта выбирается индивидуально, но на его выбор влияет три физические характеристики трёхмерных объектов: шарообразные, кубо-образные, сложносоставные, а также

оказывают влияние оптические свойства поверхности объекта. Под оптическими свойствами имеется в виду эффекты, возникающие при световом воздействии на объект, это может быть блеск, шагренёв, перламутр, которые в динамике вращения переливаются на свете, происходит зеркальное отражение каких-то поверхностей. В результате оптических свойств объекта, в зависимости от спектра освещения возникают специальные эффекты, которые свойственны только этому объекту. Можно подбирать температуру и интенсивность освещения от фиолетового до белого дневного света. И это освещение будет отражаться и преломляться в оптических поверхностях модели трёхмерного товара.

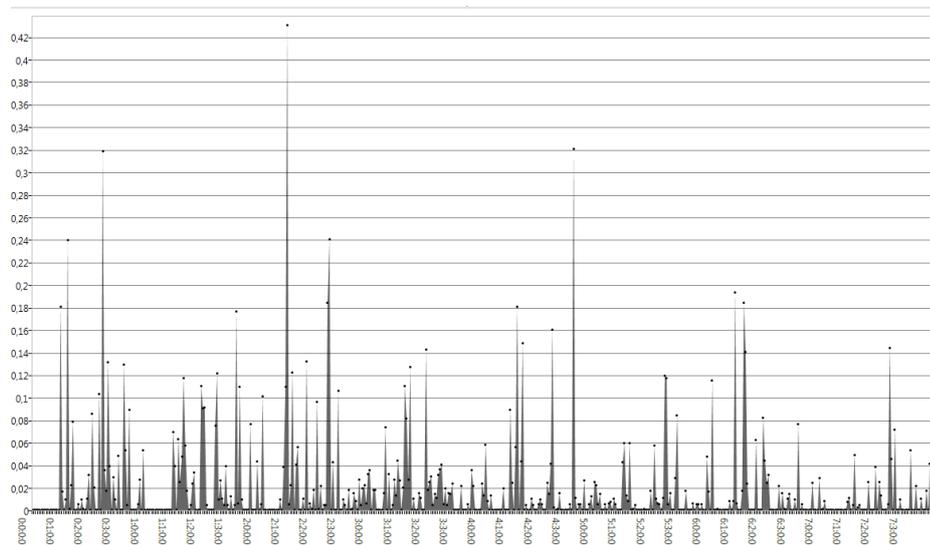


Рисунок 4. Спектр времени притяжения внимания у испытуемых-студентов в виде гистограммы кругового осмотра объекта

В случае кубо-образного объекта наилучшим ракурсом распознавания является такой ракурс, который демонстрирует три плоскостные стороны куба одновременно, которые пропорционально повернуты под таким углом, чтобы сохранялся эффект объёмности. Данная процедура необходима с целью правильного мысленного извлечения в трёхмерный образ статистической графической информации об объекте, в том числе скрытой на обратной невидимой части объекта. Таким образом, существует вероятность ошибиться человеку при проецировании двумерного объекта в трёхмерный его образ. Это несёт в себе риски неправильной распаковки двумерного образа объекта в трёхмерной среде, что играет важную роль.

В случае шарообразного объекта наилучшим ракурсом распознавания является такой ракурс, который содержит наиболее интересную визуальную информацию.

В случае сложносоставного объекта наилучшим ракурсом распознавания является такой ракурс, который максимально показывает состав основных деталей объекта.

#### **Обсуждение результатов**

С точки зрения методологии проведение опытов по выявлению наилучшего значения входного стимула для его распознавания на плоскости существуют три варианта опыта:

- первый – поиск наилучшего ракурса из статистически собранных в базу данных путём перебора;
- второй – поиск лучшего ракурса в сравнении с другим объектом похожим на изображённый в 2D;
- третий – поиск лучшего ракурса интерактивным способом в 3D.

В первом ранее проведенном опыте поиск наилучшего ракурса производился вручную из статистически собранных в базу данных всех ракурсов для одного и того же 3D-объекта путём перебора. Выбиралось сходство по существенным признакам визуально. В результате перебора формировались группы сходств, побеждала та группа сходств, которая набирала большее количество ракурсов, и из этой группы выбирался единственный лучший ракурс, отражающий усреднённую

сумму всех.

Данный метод обработки по поиску наилучшего ракурса имеет недостатки. Исследователю приходилось вручную визуально обрабатывать большие массивы визуальных данных, что в свою очередь сказывалось на скорости обработки.

Во втором проведённом опыте поиск лучшего ракурса производился в сравнении с другим объектом, похожим на изображённый в 2D. Для одних объектов обнаруживалось сходство ракурса полученного экспериментальным путём с похожим изображённым на сайте интернет-магазина, для других похожих объектов с других сайтов интернет-магазинов – различия.

Данный метод поиска лучшего ракурса в сравнении с другим объектом похожим на изображённый в 2D имеет недостатки. Исследователю приходилось вручную визуально искать схожие объекты на сайтах интернет-магазинов и визуально сравнивать с полученным лучшим ракурсом экспериментальным путём. В результате вручную создавалась база данных в виде таблицы сравнения, что в свою очередь сказывалось на скорости обработки.

Но возможен третий опыт, который с точки зрения инженерной психологии и эргономики наиболее выгоден.

Так, для определения наилучшего ракурса восприятия трёхмерного объекта по двумерной его проекции применима методика активного движения виртуальной модели объекта человеком и зрительного анализа имеющихся ракурсов и выбора одного, наилучшего. Интерактивный способ виртуальный или реальный способен сформировать наилучший ракурс восприятия трёхмерного объекта в памяти, что позволит испытуемому с лёгкостью распознавать объёмный объект на плоскости, узнавать его свойства, размер, структуру.

Обработка результатов происходит с помощью оцифровки тепловой карты и представления её в виде гистограммы, на которой видны пики внимания. Наибольший пик внимания указывает на наилучший ракурс данного объекта. Поиск лучшего ракурса происходит по координатам указанным по оси X гистограммы, рисунок 4. Для этого в модуль analyzer загружали один из history файлов для поиска ракурса содержащего данную координату, и делали скриншот ракурса.

Преимущество данного метода заключается в автоматической оцифровке и представлении в виде гистограммы с указанием точных координат пика внимания, а значит облегчается поиск наилучшего ракурса и сокращается время, затраченное на его нахождение, повышается точность.

Восприятие каждого человека имеет персональную сложную структуру видеоматрицы. Видеоматрицы всех людей схожи, но настроены по-разному. Человек формирует, кристаллизует свою видеоматрицу через восприятие мировой сферы трёхмерного пространства и способен сосредотачивается на отдельных трёхмерных объектах или элементах для детализации и уточнения собственного образа жизни. Что бы лучше понимать свой образ жизни, организм, человек воспринимает закодированные энергетические импульсы, передаваемые нейроканалами с определённой частотой из нейросети. И чем лучше настроена видеоматрица, тем лучше картинка получается. Таким образом, человек способен раскрывать в себе способности к ясновидению. Но для этого следует постоянно тренироваться быть на связи принимать закодированную информацию 24 часа в сутки. Настроенная многоканальная нейросеть с загруженными образами восприятия и маршрутизацией траекторий осмотра трёхмерных образов способна быть основой материального образного интернета вещей.

### **Заключение.**

Следует отметить, что исследование и проведение опытов по изучению восприятия человека позволит в дальнейшем создать антропоморфных роботов способных работать в среде образного интернета, а так же облегчит поиск образной информации исходя из задаваемых визуальных критериев для человека.

Известно большое число исследований в области восприятия образной информации, следует интегрировать части целого в единую картину (образ), что позволит приблизиться к пониманию основ мироздания (всемирного интернета), в котором нам с вами предстоит жить, и строить будущее по законам эволюции для новых поколений.

В отличие от традиционной аналитики, визуальная аналитика восприятия трёхмерной

виртуальной модели фокусируется на закодированной траектории, движении пользователя по трёхмерному объекту в поиске наилучшего ракурса (образа) её представления. В итоге можно понять поведение пользователя (человека), в цифровой информационной среде и на основе этих данных оптимизировать эргономику цифрового информационного продукта на стадии проектирования, до запуска в массовое использование обществом.

Тепловых карты и анализ данных, которые они предоставляют позволяют производить спектральную аналитику структуры объекта, модели, информационного продукта, что позволит улучшить эргономику во всех аспектах её проявления.

### **Список литературы**

- [1] Зинченко, В.П. Продуктивное восприятие / В.П. Зинченко // Вопросы психологии.– 1971. – № 6. – С. 19-29.
- [2] Зинченко, В.П. О функциях движения руки и глаза в процессе восприятия / В.П. Зинченко, Б.Ф. Ломов // Вопросы психологии. – 1960.– № 1. – С.48-56.
- [3] Гибсон, Дж. Перцептивное научение – дифференциация или обогащение? / Дж. Гибсон, Э. Гибсон // Хрестоматия по ощущению и восприятию. – М.: МГУ, 1975. –С. 181-197.
- [4] Антипов, В.Н. Трёхмерное восприятие плоскостных изображений в условиях компьютеризированной среды обитания / В. Н. Антипов, А. В. Жегалло // Экспериментальная психология. 2014 № 3 С. 97–111.
- [5] Лосик, Г.В.; Дерюгин, А.А.; Бойко, И.М.; Ткаченко, В.В.; Сивак, С.А. Стратегии осмотра поверхности трёхмерного виртуального объекта/ Г. В. Лосик // Развитие Информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2017) Минск, 2017 С. 392-397
- [6] Гончаров, О.А. Топологический и метрический принципы обработки пространственной информации: перцептивные и возрастные закономерности / О.А. Гончаров, Н.Е. Емельянова, Ю.Н. Тяповкин // Психологический журнал. – 2011. – Т. 32, № 1. – С. 87-96.
- [7] Гончаров, О.А. Восприятие пространства и перспективные построения / - СПб.: СПбГУ, 2007. - 213 с.
- [8] Лосик, Г.В. Перцептивные действия человека: кибернетический аспект / Г.В. Лосик. – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2008. – 147 с.
- [9] Losik, G. The Perception of Object with Flexible Shape by Visually Impaired Persons / G. Losik, A. Severin, Y. Asadchy // Sensory issues and Disability :Proc. of Intern. Conf., 17–19 March 2016. – Paris, France, 2016. – P. 37.
- [10] Ткаченко, В. В. Об алгоритмическом и топологическом принципах кодирования в мозге масштабных объектов / В. В. Ткаченко, Г. В. Лосик // Человек – нейрон – модель: материалы Междунар. науч. конф, Москва, 19–20 авг. 2016 г. – М.: МГУ, 2016. – С. 207-211.

## **CREATION OF A BASE OF HEAT MAP OF INSPECTION OF OBJECTS FOR IMAGE INTERNET**

**Y.V. VILCHUK**

*Postgraduate student of the  
Department of  
Engineering Psychology and  
Ergonomics*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus  
E-mail: yrawest@gmail.com*

**Abstract.** The article discusses the technology of obtaining a volumetric map of a circular survey about a three-dimensional object by a group of subjects, the principles of creating a database of heat maps for building a figurative Internet. The informational content of a 3D model of a heat map is analyzed, the presence of peaks of attention on it to recognize the best angles for demonstrating a three-dimensional object. A procedure is described for obtaining an averaged heat map in the form of synthesis of a set of trajectories for examination of a three-dimensional object by subjects, solving the cognitive problem of finding the best perspective of perception of a model of a three-dimensional object by the method of its circular rotation for automatic recognition and search of objects by their three-dimensional shape in the network of the image internet.

**Keywords:** three-dimensional heat map, peaks of attention, spectrum of attention attraction, circular inspection.