

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники  
Кафедра инженерной психологии и эргономики

УДК

Николаев  
Андрей Юрьевич

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЙЛОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра техники и технологии

1-59 81 01 Управление безопасностью производственных процессов

Магистрант А.Ю. Николаев

Научный руководитель  
Г.Г. Гоцкий, кандидат  
экономических наук,  
доцент

Заведующий кафедрой ИПиЭ  
К.Д. Яшин, кандидат  
технических наук,  
доцент

Нормоконтролер  
Е.С. Иванова, ассистент

Минск 2016

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Объектом исследования в диссертации является 3D-модель костей лицевого черепа на основе выходных файлов компьютерного томографа.

Предмет исследования – технология получения 3D-модели.

Задачи исследования поставлены следующие:

1. Изучить научно-техническую литературу по получению и редактированию 3D моделей костей лицевого черепа на основании выходных файлов рентгеновского компьютерного томографа.

2. Провести теоретическое исследование по получению и редактированию 3D моделей.

3. Разработать и отработать технологию получения чертежей индивидуального титанового имплантанта.

Целью работы является разработка технологии обработки больших массивов информации для реконструктивной лицевой хирургии, а также отработка технологии формирования чертежа индивидуального имплантанта костей глазницы.

## ВВЕДЕНИЕ

Хирургия (chier – рука, ergon – действие) в переводе с греческого означает рукодействие, ремесло. Однако в настоящее время вряд ли хирургам понравится такое понимание их профессии. Хирург – это не только манипулятор. Для того чтобы решить, следует ли оперировать больного и какую операцию выполнить, хирург должен не менее тщательно, чем другие специалисты, изучить анамнез, оценить состояние больного, провести необходимое обследование. Если диагноз поставлен неточно, неправильно определены показания и противопоказания к операции, то даже великолепно выполненное хирургическое вмешательство не принесёт облегчения больному и может привести к нежелательному эффекту, а иногда и к гибели пациента.

Глаз – орган важный и сложный, требует бережного к себе отношения и должного ухода. Ведь даже самое небольшое его повреждение может привести к ухудшению зрения и даже к слепоте. При травмах глаза в первую очередь повреждается его оптический аппарат: роговица, хрусталик и стекловидное тело. Если травма очень тяжелая, может повредиться сетчатка или даже зрительный нерв. В 50 процентах случаев такие травмы глаза приводят к односторонней слепоте.

При травме орбиты возможно повреждение костных структур и мягких тканей. Весьма часто бывают сочетанные челюстно-лицевые и внутричерепные повреждения. При обследовании больного с орбитальными повреждениями значительное внимание должно обращать на наличие асимметрии лица. Изменение сознания больного, а также истечение из носа прозрачной жидкости служит показанием к срочной нейрохирургической консультации.

Повреждения орбиты могут привести к энтофтальму (вследствие расхождения отломков стенок глазницы) либо экзофтальму (при смещении отломков внутрь глазницы, а также при ретробульбарной гематоме или эмфиземе тканей орбиты).

Нередко при орбитальных травмах происходит повреждение, и даже отрыв зрительного нерва, что приводит к полной слепоте на стороне поражения. Образование ретробульбарной гематомы или смещение костных отломков может привести к развитию синдрома «верхней глазничной щели» (птоза, офтальмоплегии, мидриаза, паралича аккомодации, экзофтальма и снижения чувствительности по ходу глазничного нерва)[1].

Таким образом, научный и практический интерес представляет разработка технологии получения трёхмерных моделей тонких, мелких костей и костей сложной формы лицевой части черепа на основе выходных файлов рентгеновского компьютерного томографа.

Целью работы является разработка технологии обработки больших массивов информации для реконструктивной лицевой хирургии, а также отработка технологии формирования чертежа индивидуального имплантата костей глазницы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать исходные данные;
- выбрать программное обеспечение для получения и редактирования 3D моделей костей лицевого черепа на основании более 200 выходных файлов рентгеновского компьютерного томографа;
- разработать и отработать технологию получения чертежей индивидуального титанового имплантата;
- осуществить клинические испытания индивидуального имплантата.

Библиотека БГУИР

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Принципы образования послойного изображения. При выполнении обычной рентгенограммы три компонента – пленка, объект и рентгеновская трубка – остаются в покое. Томографический эффект можно получить при следующих комбинациях:

– неподвижный объект и движущиеся источник (рентгеновская трубка) и приемник (рентгенографическая пленка, селеновая пластина, кристаллический детектор и т.п.) излучения;

– неподвижный источник излучения и движущиеся объект и приемник излучения;

– неподвижный приемник излучения и движущиеся объект и источник излучения[2].

Наиболее распространены томографы с синхронным перемещением трубки и пленки в противоположных направлениях при неподвижном объекте исследования. Рентгеновский излучатель и кассето-держатель с приемником излучения (рентгеновская пленка, селеновая пластина) соединяют жестко с помощью металлического рычага. Ось вращения рычага (перемещения трубки и пленки) находится над уровнем стола и ее можно произвольно перемещать [3].

При перемещении трубки из положения F1 в положение F2, проекция точки O, которая соответствует оси вращения рычага, будет постоянно находиться в одном и том же месте пленки. Проекция точки O неподвижна относительно пленки и, следовательно, ее изображение будет четким. Проекции точек O1 и O2, находящиеся вне выделяемого слоя, с перемещением трубки и пленки меняют свое положение на пленке и, следовательно, их изображение будет нечетким, размазанным. Доказано, что геометрическим местом точек, проекции которых при движении системы неподвижны относительно пленки, является плоскость, параллельная плоскости пленки и проходящая через ось окончания системы. На томограмме, таким образом, будут четкими изображения всех точек, находящихся в плоскости на уровне оси вращения системы, то есть в выделяемом томографическом слое, как показано на рисунке 1.1:

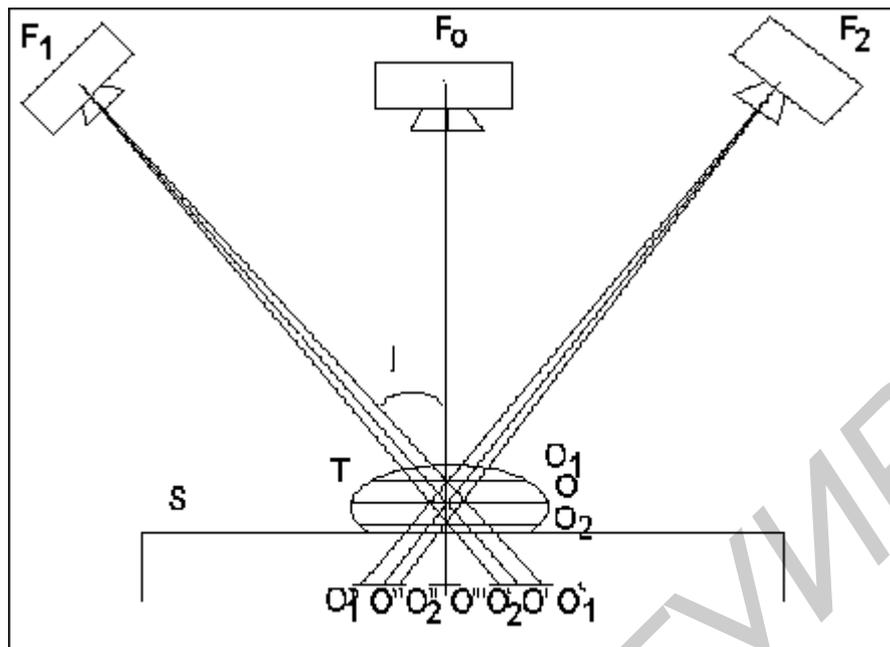


Рисунок 1.1 – Принцип образования послойного изображения.

$F_0, F_1, F_2$ -нулевое, исходное и конечное положение фокуса рентгеновской трубки;  $j-1/2$  угла поворота трубки;  $S$ -поверхность стола;  $T$ -объект исследования;  $O$ -точка выделяемого слоя;  $O_1, O_2$ -точки, находящиеся выше и ниже выделяемого слоя;  $O', O''$ -проекция точки  $O$  на пленке при исходном и конечном положениях фокуса рентгеновской трубки;  $O_1', O_1''$ -проекция точки  $O_1$  на пленке при тех же положениях фокуса трубки;  $O_2', O_2''$ -проекция точки  $O_2$  при тех же положениях фокуса трубки;  $O'''$ -проекция всех точек на пленке при нулевом положении рентгеновской трубки.

На рисунке показано перемещение трубки и пленки по траектории прямая-прямая, то есть по параллельным прямолинейным направляющим. Такие томографы, имеющие самую простую конструкцию, получили наибольшее распространение. В томографах с траекториями дуга-дуга, дуга-прямая геометрическим местом точек, проекции которых при движении системы неподвижны относительно пленки, является плоскость, параллельные плоскости пленки и проходящая через ось качания системы; выделяется слой также плоской формы. Из-за более сложной конструкции эти томографы получили меньшее распространение [4].

В ходе проведения исследований и анализа аналогов разрабатываемой, технологии описанных в главе 1 данной диссертации, было принято решение о необходимости реализации следующих функций:

1. Импорт выходных файлов рентгеновского компьютерного томографа (DICOM).
2. Послойное редактирование срезов костей лицевого черепа.
3. Создание 3D модели костей лицевого черепа и 3D модели повреждения костей лицевого черепа.
4. Экспорт созданных моделей.
5. Импорт файлов 3D Модели повреждения костей лицевого черепа.

6. Создание рисунка развертки 3D модели повреждения костей лицевого черепа.
7. Экспорт рисунка развертки.
8. Импорт рисунка развертки.
9. Создание контура рисунка развертки.
10. Редактирование контура рисунка развертки.
11. Сохранение результатов редактирования в векторном виде.

Разрабатываемая система является системой «человек-компьютер-среда» (СЧКС). Раскроем содержание функций, которые она должна выполнять, более подробно:

1. Импорт выходных файлов рентгеновского компьютерного томографа (DICOM) осуществляется с помощью специальной формы с использованием клавиатуры и мыши компьютера.

2. Послойное редактирование срезов костей лицевого черепа осуществляется с помощью специальных инструментов с использованием мыши компьютера.

3. Создание 3D модели костей лицевого черепа и 3D модели повреждения костей лицевого черепа осуществляется с помощью специальных инструментов с использованием мыши компьютера.

4. Экспорт созданных моделей осуществляется с помощью специальной формы с использованием клавиатуры и мыши компьютера.

5. Импорт файлов 3D Модели повреждения костей лицевого черепа осуществляется с помощью специальной формы с использованием клавиатуры и мыши компьютера.

6. Создание рисунка развертки 3D модели повреждения костей лицевого черепа осуществляется с помощью специальных инструментов с использованием клавиатуры и мыши компьютера.

7. экспорт рисунка развертки осуществляется с помощью специальной формы с использованием клавиатуры и мыши компьютера.

8. Импорт рисунка развертки осуществляется с помощью специальной формы с использованием клавиатуры и мыши компьютера.

9. Создание контура рисунка развертки осуществляется с помощью специальных инструментов с использованием клавиатуры и мыши компьютера.

10. Редактирование контура рисунка развертки осуществляется с помощью специальных инструментов с использованием клавиатуры и мыши компьютера.

11. Сохранение результатов редактирования в векторном виде осуществляется с помощью специальной формы с использованием клавиатуры и мыши компьютера.

При проектировании системы следует учитывать следующие принципы:

1. Функция передается тому или иному компоненту системы на основе сравнительного анализа человека и техники на предмет возможности и эффективности ее выполнения ими.

2. Человеку также передаются те функции, которые определяются особенностями системы с учетом ее назначения, т.е. за человеком сохраняются функции, которые он должен выполнить в системе обязательно безо всякого дополнительного сравнительного анализа возможностей человека и машины.

Библиотека БГУИР

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения магистерской диссертации для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проанализированы исходные данные;
- выбрано программное обеспечение для получения и редактирования 3D моделей костей лицевого черепа на основании более 200 выходных файлов рентгеновского компьютерного томографа;
- разработана и отработана технология получения чертежей индивидуального титанового имплантата;

Технология получения 3D модели костей лицевого черепа на основе выходных файлов рентгеновского компьютерного томографа и изготовления имплантов для этих повреждений состоит из следующих блоков операций (рис 5). 1) Импорт выходных файлов рентгеновского компьютерного томографа (DICOM) в 3D Slicer. 2) Послойное редактирование срезов костей лицевого черепа. 3) Создание 3D модели костей лицевого черепа и 3D модели повреждения костей лицевого черепа. 4) Экспорт созданных моделей в .stl. 5) Импорт файлов 3D Модели повреждения костей лицевого черепа в 3D Max. 6) Создание рисунка развертки 3D модели повреждения костей лицевого черепа (.jpg). 7) Экспорт рисунка развертки в .jpg. 8) Импорт рисунка развертки в Corel Draw. 9) Создание контура рисунка развертки. 10) Редактирование контура рисунка развертки. 11) Сохранение результатов редактирования в векторном виде в файлы .dxf и .cdr. На рисунке 6 представлена схема технологии реконструкции повреждённых костей глазницы черепа.

Результатом технологического процесса являются файлы 3D модели костей лицевой части черепа, готовые к распечатке на 3D принтере, а также векторный файл контура повреждения костей. Изготовленная 3D модель костей лицевого черепа используется при подготовке к операции для проверки правильности изготовления имплантата. Векторный файл контура повреждения костей лицевой части черепа используется для изготовления имплантата. После апробации разработанной технологии распечатки модели костей лицевого черепа можно будет избежать в силу точности подготовки контура повреждения для изготовления имплантата.