

Все перечисленные задачи так или иначе связаны с анализом контурных элементов объектов.

Общим для всех этих методов является стремление рассматривать границы как область резкого перепада функции яркости изображения отличает же их вводимая математическая модель понятия границы и алгоритм поиска граничных точек. В соответствии с поставленными задачами к алгоритмам выделения контуров предъявляются следующие требования: выделенные контура должны быть утонченными, без разрывов и замкнутыми. Таким образом, процесс выделения контуров несколько усложняется в связи необходимостью применять алгоритмы утончения и устранения разрывов.

Выводы. Перспективой работы является разработка программного обеспечения для тестирования стандартных методов обработки для выяснения их возможностей при обработке гистологических изображений и автоматизированном анализе объектов на микропрепаратах.

Литература 1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005.–1072с 2 Прэтт У.К. "Цифровая обработка изображений". - М.: Мир, 1982. Т.1.-2. 792 с.

МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ НА ЛИЦЕ ЧЕЛОВЕКА

Книгавко Ю.В., Аврунин О.Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
Харьков, 61166, пр. Ленина, 14, каф. Биомедицинских электронных приборов и систем,
тел. 702-13-64. E-mail: yukni@mail.ru

The advantages of using polygonal meshes rasterization method and ray casting method for precise mapping of human face anatomical structures are described. The efficiency of these methods in the computer plastic surgery planning systems is justified. This paper also contains general recommendations and possible ways to increase performance of visualization module.

Введение. В наши дни медицинская визуализация, как симбиоз интроскопии, медицины и компьютерной графики, находит все новые и новые области применения, поднимая возможности диагностики, раннего выявления патологий, планирования оперативных вмешательств, на новый, не достижимый ранее уровень. Важной и актуальной задачей, стоящей перед разработчиками современных средств медицинской визуализации, является выбор наиболее подходящих средств из всего арсенала алгоритмов и моделей обработки и отображения интроскопических данных. То есть выбор именно тех методов, которые были бы наиболее информативными при данном типе интроскопического исследования, и которые бы позволили наиболее точно понять лечащему врачу картину патологии, анатомические особенности пациента, предварительно построить план хирургического вмешательства или терапии. Целью данной работы является поиск методов визуализации, позволяющих по результатам компьютерной рентгеновской томографии достоверно отображать анатомические структуры лица человека, а также подтверждение применимости выбранных методов в системах планирования хирургических вмешательств на лице человека. Кроме правильного подбора методов визуализации, важную роль играет и их эффективная реализация, так как одним из главных требований систем медицинской визуализации является сохранение масштаба реального времени при отображении сложных биологических объектов.

Сущность. Большинство современных методов компьютерной трехмерной визуализации томографических данных можно разделить на две основные группы: методы, использующие полигональное представление отображаемых объектов и методы, основанные на принципе отбрасывания и трассировки лучей. Каждая группа методов имеет свои преимущества, недостатки и показания к применению.

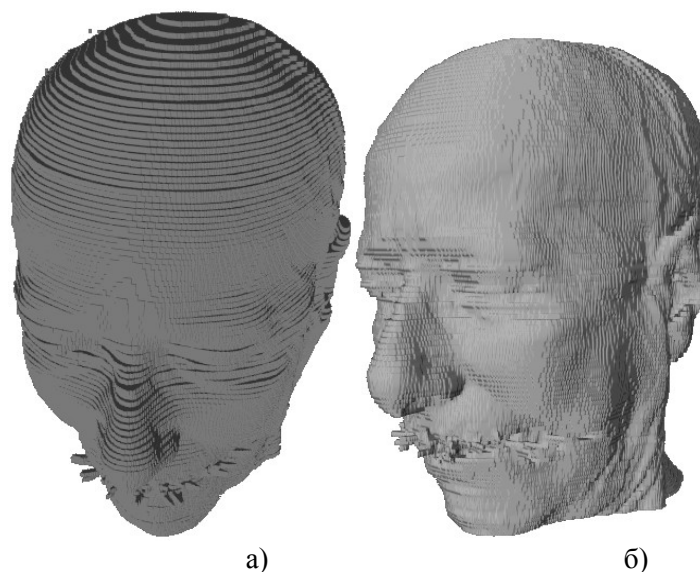


Рис. 1 Трехмерная модель головы человека а) воксельная модель, б) модель, построенная с использованием алгоритма Marching Cubes

К наиболее известным методам построения полигональных трехмерных моделей относятся: представление сегментированных элементов объема трехмерными кубами - вокселизация (см. рис. 1а), алгоритмы Скалы, Канейро (Marching Tetrahedrons), МТ6, Marching Cubes (см. рис. 1б) и т.д.

При правильном применении методов используемого графического API, отображение полигональных сеток, как правило, является самым быстрым способом трехмерной визуализации, поскольку архитектуры видеускорителей последние 13 лет разрабатываются для аппаратного ускорения растеризации треугольников. Для того чтобы задействовать графический конвейер наиболее эффективно, необходимо собрать все графические примитивы в вершинные и индексные буферы. Такая организация дает возможность единожды в вершинном буфере определить вершины, имеющие одинаковые координаты, но задающие разные треугольники. Индексный буфер представляет собой массив 16 или 32 разрядных целых беззнаковых чисел, которые задают смещение в вершинном буфере вершин, образующих треугольник, в зависимости от выбранной топологии примитивов. Данный подход позволяет существенно снижать объем памяти, требуемый для хранения информации о геометрии модели и повышать скорость рендеринга за счет сокращения количества вызовов GAPI. Кроме того полигональные модели могут быть экспортированы в файлы различных трехмерных форматов, с возможностью последующего открытия и редактирования данных этих файлов пакетами трехмерного моделирования. Перечисленные преимущества и приведенные иллюстрации дают основания считать возможным использование данных моделей при визуализации лица человека при планировании пластических операций.

Эффективный вывод сложных полигональных моделей требует добавления в систему обработки и отображения томографических данных модуля оптимизации полигонов. Такая оптимизация должна включать в себя уменьшение количества треугольников, описывающих визуализируемый объект за счет удаления заведомо невидимых частей, объединение нескольких треугольников, лежащих в одной плоскости в один треугольник. Так, при подготовке воксельной модели, целесообразно проводить удаление как отдельных граней, являющихся общими для нескольких вокселей, так и устранение целых вокселей, невидимых извне модели. Объединение смежных граней вокселей в одну грань выливается в значительное снижению числа примитивов модели. Переупорядочивание потока индексов вершин треугольников с учетом организации кэша трансформаций видеокарты, позволяет снизить число проводимых матричных

преобразований и существенно увеличить количество отображаемых треугольников модели в единицу времени. Описанные выше приемы оптимизации позволяют в реальном времени визуализировать модели, полученные триангуляцией томографических данных большого объема (сотни миллионов вокселей).

Однако для того, чтобы проводить визуализацию элементов объемного датасета, необходимо знать какие именно воксели принадлежат исследуемому объекту и должны быть отображены при визуализации, а какие наоборот отброшены. Это процедура осуществляется благодаря формированию бинарной маски, полученной после пороговой сегментации данных интроскопии. Операция подбора величины пороговой яркости для видимых элементов томографического куба должна проводиться в ручном режиме и требует интерактивности в отображении исходных данных при изменении видимого диапазона яркостей визуализируемых вокселей.

Справиться с этой задачей, и удовлетворить указанным выше требованиям может метод отбрасывания лучей до первого столкновения. Он позволяет практически мгновенно получать высокодетализированные проекции исследуемых объектов при динамически изменяемом пороге отображения. Результаты применения этого метода к последовательности томографических срезов головы пациента при различных значениях порога представлена на рисунке 2а, б.

Кроме изменения диапазона гистограммы, подлежащего отображению, отбрасывание лучей позволяет на лету менять видимую часть томографического куба, вырезать части объема, показывать непосредственно на модели томографические данные и результаты сегментации анатомических структур (см. рис. 2, в), изменять различные настройки визуализации.

Одним из этапов метода отбрасывания лучей является расчет начальных и конечных координат луча в пространстве визуализируемого объема для каждого пикселя получаемой проекции.

Как правило, эта операция производится посредством раздельной растеризации передних и задних граней куба, ограничивающего томографический объем. При таком подходе, на следующих этапах выполняются лишние проверки пересечения луча с отображаемыми элементами объема на тех участках траектории луча, которые находятся до точки столкновения с визуализируемым объектом.

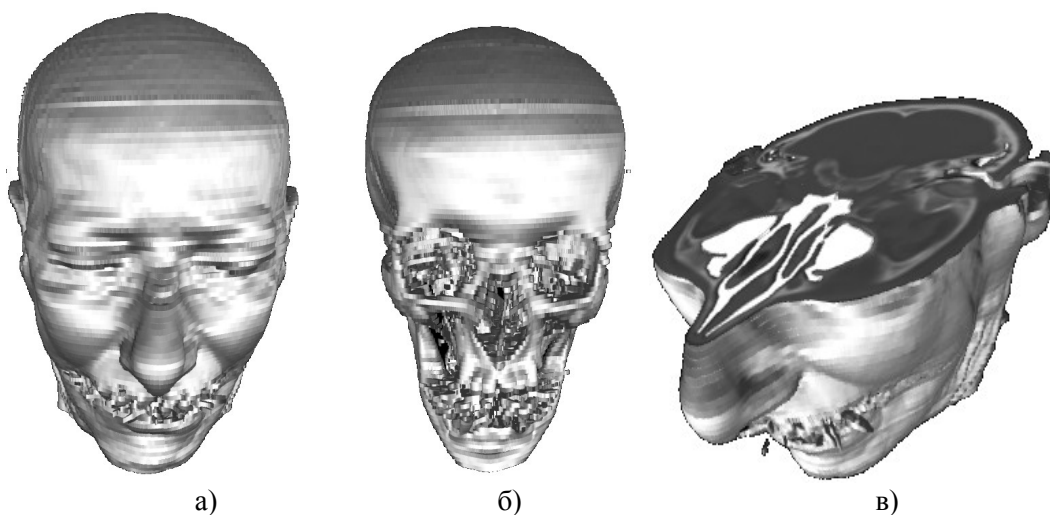


Рис. 2 Иллюстрация пространственной визуализации методом отбрасывания лучей

Растеризация воксельной модели, построенной для отображаемых элементов объема, вместо ограничивающего куба позволяет существенно сократить путь луча, на протяжении которого проводится проверка на пересечение с вокселями, прошедшими

пороговую сегментацию. Данная оптимизация приводит к значительному ускорению метода отбрасывания лучей.

Выводы. В работе рассмотрены преимущества использования методов растеризации полигональных моделей и метода отбрасывания лучей для высокоточного отображения анатомических структур человеческого лица по результатам компьютерной томографии. Доказана их эффективность и возможность использования в системах компьютерного планирования хирургических вмешательств на лице человека. Рассмотрены основные пути повышения производительности модуля, осуществляющего визуализацию медицинской информации. Перспективой работы является разработка алгоритмов, реализующих аппроксимацию сплайнами внешних контуров лица человека, с возможностью ручного изменения этих контуров и интерактивным отображением результатов проведенных манипуляций.

ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДООПЕРАЦІЙНОГО ПЛАНУВАННЯ ХІРУРГІЧНОЇ КОРЕКЦІЇ ОКОРУХОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ

Кухаренко Д.В., Мосьпан В.О., Сменко В.І.

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

Кременчуг, 39600, ул. Наб. л-та Днепрова, 52, к. 43,

тел. 0688980515. E-mail: dimon-dimonovich@mail.ru

Offered the computer system enables to present reasons and mechanisms of development of certain forms of cross-eye, and also forecast the results of surgical interferences on oculomotor muscles. Using the computer system of the peredoperaciynogo planning of surgical correction of oculomotor vehicle, an ophthalmologist-surgeon will be able to choose optimum tactic of surgical treatment and dosage of operative interferences for a concrete patient, and also exactly to measure out operations on the lower slanting muscle without a risk origins of complications. The computer system considerably abbreviates due to the comfort of measurings and stay of patient under anesthesia.

Вступ. На сьогоднішній день проблеми косоокості повністю не вирішені. Відповідно до медичної статистики 5% дітей страждають тою або іншою мірою косоокості. Основним способом усунення косоокості залишається оперативне втручання. Суть будь якої операції з приводу косоокості в зміні тону, тобто сили дії того чи іншого окорухового м'яза, чи в зміні місця прикладення цієї сили. Емпіричним шляхом було створено операції і схеми хірургічного лікування, які з більшим чи меншим успіхом дозволяли усунути косоокість у більшості хворих. При цьому горизонтальну співдружну косоокість навчилися оперувати досить успішно, вертикальну – значно гірше, а синдром вертикальної неспівдружності або А-V-X синдроми, не дивлячись на те, що за них активно взялись ще в кінці п'ятидесятих років ХХ сторіччя, до останнього часу, гарантовано не навчився ніхто. Таким чином приступаючи до операції офтальмолог-хірург має надію тільки на свій власний досвід і удачу.

Емпіричні методи тут мало ефективні, через велику різноманітність і складність такої косоокості. Тому, для подальшого підвищення ефективності хірургії косоокості потрібна комп'ютерна система передопераційного планування хірургічної корекції окорухового апарату. Такі комп'ютерні системи існують [2,3] вони мають в своєму складі тривимірну модель окорухового апарату, але вони не мають в своєму складі кількісних і якісних показників для визначення параметрів, необхідних для хірургічної корекції.

Сутність. Запропонована комп'ютерна система [1] дає можливість уявити причини та механізми розвитку певних форм косоокості, а також прогнозувати результати хірургічних втручань на окорухових м'язах.

Користуючись комп'ютерною системою передопераційного планування хірургічної корекції окорухового апарату, офтальмолог-хірург зможе вибрати оптимальну тактику хірургічного лікування і дозування оперативних втручань для конкретного хворого.