Фрагмент конспекта

А.С. Грицай

А.В Блохин

3D-сканирование

и программное обеспечение

в медицине

# Слайд № 1

3D-сканирование и программное обеспечение в медицине.

# СЛАЙД № 2

3D-сканер – это важнейшая технология в медицинских научно-исследовательских центрах, которая позволяет получить точную модель тела или отдельных его частей. Это неотъемлемый атрибут для диагностики различных заболеваний, визуализации результатов операции или проектирования хирургических протезов.

3D-сканирование человека необходимо для пластических хирургов, стоматологов, ортопедов и даже косметологов. До появления 3Д-технологий медикам приходилось делать замеры вручную, а также создавать реалистичные муляжи на основе полученной информации: это тяжелая и рутинная работа, которая отнимала много времени. 3D-сканеры существенно облегчили проведение медицинских процедур: получить подробную информацию об анатомии пациента можно за считанные минуты.

Во время сканирования аппарат распознает геометрию тела, а сенсоры формируют облако точек. На основе полученной информации программное обеспечение устройства проектирует полигональную модель тела и переносит ее на экран компьютера. Трехмерная модель становится базисом для выбора оптимального метода хирургического вмешательства, создания хирургических протезов, ортопедической обуви и так далее.

# СЛАЙД № 3

3D-сканер для сканирования человека используется во всех областях медицины. Современные 3D-сканеры вытесняют устаревшие методы диагностики благодаря ряду преимуществ:

* Трехмерные модели обладают большей точностью и информативностью. На этапе диагностики некоторая медицинская аппаратура допускает погрешности, в то время как 3Д-сканеры демонстрируют лучший результат;
* Ортопедические корсеты и стельки, созданные на основе трехмерной модели пациента, намного точнее гипсовых благодаря учету аспектов индивидуальной анатомии;
* Благодаря высокой скорости работы, новые технологии позволяют получить необходимую информацию в срочном порядке. Промедление в медицине может стоить здоровья и даже жизни человека, а трехмерные сканеры помогают предотвратить развитие нежелательных состояний;
* Благодаря безопасности технология актуальна для диагностики взрослых и детей.

Примечание: 3D-сканирование используется для проведения операций на сердечно-сосудистой системе. Благодаря высокой точности полученной информации хирурги выбирают наиболее актуальный метод оперативного вмешательства.

# СЛАЙД № 4

Виды 3D-сканеров.

По принципу действия в медицине используется лазерное и оптическое 3Д-сканирование. Каждая из этих разновидностей обладает своими преимуществами, о которых мы расскажем далее.

Оптические.

Исследуемые области подсвечиваются структурированным светом, в то время как камеры фиксируют результат с разных ракурсов. Область засвечивается полосой света или специфическим паттерном (черно-белыми полосами или квадратами). Деформация света или паттерна передает устройству информацию о форме и глубине предмета. Процесс записывается одной или двумя камерами, которые передают в ПО компьютера информацию о структуре объекта.

Такие устройства могут быть ручными и настольными. В первом случае используется ручное управление устройством, во втором — сканер размещается на столе. Главным преимуществом оптических устройств является высокая скорость работы и возможность передачи цвета— 12,2 %, Германия — 8,0 %, Китай — 7,7 %) и показывает устойчивый рост.

# СЛАЙД № 5

Лазерные.

Лазерный сканер измеряет расстояние до исследуемого объекта и определяет актуальную длину лучей. Направление лазера регулируется энкодерами. На основе анализа отражения лучей формируется облако точек, которое составляет трехмерное изображение исследуемого объекта. Главным преимуществом таких устройств является возможность оцифровки объектов со сложной формой.

Важно! Для получения наиболее точных результатов сканирования пациент должен сохранять статичность.

# СЛАЙД № 6

Результаты КТ, МРТ и УЗИ, и, теоретически, любого медицинского исследования с визуализацией традиционно можно получить в формате DICOM позволяет моделировать и печатать на 3d принтере модели различных частей человеческого тела, головного мозга и внутренних органов из фотополимерной смолы или пластика для планирования операций и в образовательных целях.

Остановимся немного подробней на КТ, т.к. это наиболее сейчас используемый источник для прототипирования анатомически органов человека.

Качество изображения, получаемого в компьютерной томографии, определяется пятью основными факторами: пространственным разрешением, контрастностью, шумом и пространственной однородностью, линейностью и наличием артефактов.

Пространственное разрешение используется для выражения степени пятнистости изображения и характеризует способность видеть объект определенной плотности в области, содержащей вещества с различной плотностью. Оно зависит от системы коллимации, размера детектора, выбранного размера пикселя, размера фокального пятна трубки.

Контрастное разрешение изображения – способность сканера показывать малые изменения контрастности тканей больших объектов, ограничено шумом, имеющим гранулированное проявление.

Шум и пространственная однородность – это различные КТ-числа для ткани с одинаковой плотностью. Они в основном связаны с эффектами прохождения фотонов через ткань. В зависимости от источника возникновения шум разделяют на квантовый (результат ограничения фотонов, достигающих датчиков), электронный (вызванный электрическим взаимодействием в самой системе), вычислительный (приближения, используемые в процессе измерения) и лучевой (вызванный рассеиванием излучения).

Артефактами изображений в компьютерной томографии называют любое несоответствие между КТ-числами реконструированного изображения и истинными коэффициентами ослабления объекта. Технология реконструкции изображения такова, что измерения на всех детекторах суммируются, поэтому на изображениях проявляются любые ошибки измерений. Ошибки реконструкции могут быть вызваны как недостатком данных, так и наличием различных шумов. Артефакты могут проявляться в виде полос (ошибка в отдельном измерении), затемнений (постепенное отклонение группы каналов), колец (ошибки калибровки отдельного детектора), искажений (спиральная реконструкция). Довольно часто в исследуемой области присутствуют объекты с высокой плотностью, например, сделанные из металла, что вызывает на изображении появление артефактов в виде полос. Это вызвано тем, что плотность металла выходит за предел нормального диапазона значений, который томограф может отобразить, давая неполные профили ослабления.

Движение пациента также дает артефакты в виде полос или размывания изображения. Это вызвано тем, что при реконструкции изображения обычно полагаются на способность компьютера размещать значения коэффициентов ослабления в матрице пикселей, имеющей строки и столбцы. Если при сканировании происходит движение, компьютер не может поместить измеренное значения в правильную пространственную ячейку, что и приводит к искажению изображения.

Все отмеченные проблемы, связанные с получением высокоинформативных данных в компьютерной томографии, требуют применения специальных программ для обработки полутоновых изображений перед преобразованием их в компьютерные модели, соответствующих реальным биологическим объектам. Для этого используются различные методы и приемы обработки.

# СЛАЙД № 7

Основные направления в медицине.

Трехмерное сканирование активно используется практически во всех медицинских сферах. Наличие точной анатомической модели помогает определиться с актуальной схемой лечения или смоделировать протез. Нельзя забывать о важности виртуальных моделей для студентов-медиков: такие схемы позволяют изучить анатомию человека наиболее подробно.

Стоматология.

3D-сканирование зубов помогает создать детализированные виртуальные снимки зубов пациента. Благодаря этому проводятся сложнейшие реставрационные и восстановительные работы, ортодонты проектируют протезы. Технология существенно сокращает время изготовления сложных конструкций, а также экономит затраты на производство гипсовых и других моделей.

3D-сканер активно используется в стоматологии благодаря ряду преимуществ. Устройство подходит для работы с пациентами, обладающими повышенным рвотным рефлексом. Всего несколько лет назад для создания слепка зубов в рот пациента помещалась оттискная масса: такая процедура приносила большой дискомфорт. В наше время 3D-сканирование зубов осуществляется бесконтактно и не приносит неприятных ощущений.

# слайд № 8

Помимо 3D-сканирования естественно с помощью данных исследований пациентов, полученных КТ или МРТ также можно построить челюстно-лицевые модели для последующего их прототипирования.

# Слайд № 9

Пластическая хирургия и косметология.

3D-сканирование лица активно используется в косметологии и пластической хирургии. Исследование назначается для изучения проблемных зон перед проведением некоторых косметологических манипуляций, а также для проектирования предположительного результата пластической операции. Благодаря данной технологии пациент может ознакомиться с тем, как будет выглядеть его лицо после хирургического вмешательства. Сканер используется для проведения операций на лице (ринопластика, блефаропластика) и теле (маммопластика, абдоминопластика и т.д.).

# слайд № 10

3D-сканирование тела актуально в процессе определения вида и стадии искривления позвоночника или стопы. Использование рентгена для диагностики позвоночника и нижних конечностей не дает настолько точную информацию, к тому же данная процедура противопоказана некоторым пациентам. Трехмерное сканирование помогает получить подробную информацию о патологии и разработать актуальные ортопедические изделия (стельки и корсеты).

Для изготовления стелек ранее приходилось делать слепок стопы. В случае, если врач допустил погрешности, слепок получился неточным, что влияло на качество стелек. Новые технологии помогают получить максимально точную информацию независимо от действий врача.

Позвоночник, коленные и бедренные суставы, на которые оказывается наибольшая нагрузка и которые чаще всего требуют интенсивной терапии и даже замены, стали предметом для активных исследований. Есть надежда, что в будущем замена суставов 3D-печатными искусственными аналогами (которые в точности будут соответствовать оригиналу) станет обычным делом.

# слайд № 11

Применение новой технологии играет важную роль в хирургии. Сканирование нацелено на изучение особенностей патологии, ее местоположения и кровоснабжения. Эта информация помогает проводить более точные и безопасные операции, предотвратить осложнения во время хирургического вмешательства. Кроме того, сканирование используется в процессе биопечати тканей и органов для трансплантации.

3D-сканирование тесно связано с 3D-печатью: хирург получает возможность изучать макет оперируемого органа или части тела, разработать актуальную схему хирургического вмешательства и «отточить» движения.

# слайд № 12

В процессе создания ручных протезов необходимо точно определить местоположение тканей, мышц и сосудов. В случае, если во время диагностики допущены погрешности, возможно развитие местного некроза из-за отторжения тканей. Современные технологии позволяют собрать наиболее точную информацию о форме культи и расположении тканей для создания качественных и удобных протезов.

Ранее на изготовление протезов уходило много времени, потому что все их детали нужно изготавливать по отдельности. Теперь с помощью 3D-печати можно одним махом изготовить целый протез, причем подогнать его под индивидуальные параметры пациента.

# слайд № 13

Популярные 3D-сканеры для использования в медицинской практике

Качественный трехмерный сканер обеспечивает точную диагностику тела и проведение успешных операций. Далее мы перечислим несколько сканеров, которые сумели зарекомендовать себя на мировом рынке.

Устройство обладает открытой, удобной платформой, которая облегчает процесс сканирования. На платформу легко устанавливаются различные модули, благодаря чему осуществляется сканирование моделей в артикуляторе, исследование зубного слепка с различных ракурсов и т.д. 3D-сканер используется в зуботехнической лаборатории для создания виртуальной модели пациента, создания плана лечения, разработки коронок и челюстных протезов. Устройство отличается компактностью и высокой точностью.

Ориентировочная стоимость – 415 000 руб.

# слайд № 14

Ортопедический сканер используется для получения монохромных и цветных изображений. Несмотря на компактность, устройство обладает большой областью сканирования, а высокая скорость работы позволяет использовать сканер в экстренном режиме. Кроме того, ScanPod 3D UPOD-S способен выполнить 40 операций с полученным снимком, а также предоставляет возможность сравнения анатомических особенностей правой и левой стопы.

# слайд № 15

Итраоральный 3D-сканер позволяет за считанные минуты провести сканирование всей ротовой полости. На экран выводится цветной снимок в формате 3D Full HD. Небольшой сканирующий модуль предоставляет удобство врачу в процессе исследования и не приносит пациенту дискомфорт. Благодаря низкому весу его удобно использовать даже при длительной диагностике.

# слайд № 16

Компактное устройство предоставляет максимальный комфорт как врачу, так и пациенту во время диагностики. Интраоральный сканер работает бесконтактно: для проведения процедуры не нужно использовать специальные порошки. Полученный цветной снимок отправляется на экран компьютера в высоком разрешении. Программное обеспечение CAD/CAM предоставляет максимальное удобство эксплуатации, а благодаря USB-порту 3Shape TRIOS 3 Basic Pod можно подключить к любому компьютеру.

Ориентировочная стоимость – 2 400 000 руб.

# слайд № 17

ScanPod3D USOL – это компактный ортопедический сканер, который позволяет быстро и точно сканировать ступню одной ноги. Полученное изображение можно масштабировать и поворачивать для детального рассмотрения. Диагностика может проводиться без нагрузки, с частичной и полной нагрузкой. Устройство сканирует свод стопы, стельки и колодки, а настройка формы RX используется для создания ортопедической обуви.

Ориентировочная стоимость – 320 000 руб.

# слайд № 18

Calibry – портативный ручной сканер позволяет получить цифровой снимок объектов от 20 см до 10 м. Вес составляет 900 г., благодаря чему эксплуатация не вызывает трудностей. На сенсорном экране отображается результат сканирования, благодаря чему нет необходимости в постоянной сверке с компьютером. Сканер используется для изучения мелких деталей, а мощное программное обеспечение гарантирует удобство эксплуатации. Calibry используется в 3Д-сканировании позвоночника, лица, суставов и других частей тела.

Ориентировочная стоимость – 430 000 руб.

# слайд № 19

Shining 3D EinScan H – ручной сканер отличается низким весом и компактностью, благодаря чему его можно переносить с собой. Применение последних разработок в захвате данных помогло добиться ошеломительных результатов сканирования: до 1 200 000 точек в секунду. Shining 3D EinScan H имеет ряд преимуществ:

 Решение для сканирования всего тела;

 Достоверная передача цвета;

 Быстрое сканирование 1200000 точек / сек.;

 Высокая точность данных сканирования 0,05 мм.

Новый 3D-сканер для сканирования человека позволяет добиться максимально точной и подробной информации о строении тканей и органов.

Ориентировочная стоимость – 430 000 руб.

# слайд № 20

Чаще всего данные диагностики, получаемые с аппаратов КТ, МРТ, УЗИ и 3D-сканеров могут быть представлены в виде графических форматов – BMP и PCX, либо в международном формате DICOM, о котором поговорим подробнее.

Что такое DICOM-файл или DICOM-изображение?

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) – международный стандарт, позволяющий обрабатывать и хранить данные медицинских изображений. DICOM-файл состоит из заголовка и последовательности данных. Информация о пациенте, содержащаяся в заголовке, носит постоянный и стандартизованный характер. К сожалению, формат DICOM не распознается операционными системами (Windows, Mac), поэтому необходимо использовать DICOM-вьюер, который будет интерпретировать данные файла и отображать их в виде изображения.

Далее будут рассмотрены онлайн-программы DICOM Viewer, поскольку это решение позволит избежать установки программного обеспечения на настольный компьютер и, безусловно, сэкономить время специалистам в области здравоохранения. Особенно актуально, когда врачи находятся вне стационарного рабочего места. На некоторых web-сайтах не обязательно регистрироваться.

# слайд № 21

Общая характеристика: DICOM Library – бесплатный онлайн-сервис с расширенными функциями, позволяющий обмениваться, просматривать и анализировать DICOM-файлы. DICOM Library поддерживает различные типы медицинских изображений в формате DICOM и PACS-системы. Также имеется возможность удаления информации о пациенте.

Отличия: особенные функции, включая разные способы визуализации, увеличение и уменьшение масштаба, регулирование окна, лупу, измерение и рисование. Более того, программа совместима с сенсорными экранами и позволяет легко обмениваться информацией. Техническая поддержка доступна на нескольких языках.

Недостатки:

* загрузить изображения в частную PACS-систему (конфиденциальность не гарантируется);
* вы не можете загрузить сразу всю папку.

Преимущества:

* анонимный обмен DICOM-изображениями;
* просмотр DICOM-изображений, которые будут размещены на сайте, блоге или форуме.

# слайд № 22

Общая характеристика: IMAIOS DICOM Viewer – абсолютно бесплатная онлайн-программа. Удобный и понятный интерфейс: чтобы открыть файл, достаточно перетянуть его в область «Drag & Drop». IDV поддерживает все типы DICOM-файлов и предоставляет инструменты для прокрутки, обработки изображений и мультипланарной реконструкции (MPR). IMAIOS предлагает также базу данных клинических случаев (e-Cases), которая пополняется пользователями, что делает программу идеальным учебным инструментом.

Отличия: не требуется регистрация, загруженные данные не передаются в интернет, что гарантирует безопасность и конфиденциальность. Плавный и быстрый переход при прокрутке изображений. Отличные функциональные возможности: «Drag & Drop» и обработка изображений (изменение масштаба, прокрутка, регулирование окна, измерение).

Недостатки: нет возможности создать папку пациента.

Рекомендации:

* для студентов медицинских вузов, кандидатов медицинских наук и рентгенологов;
* для научных сотрудников.

# слайд № 23

Общая характеристика: Post DICOM – онлайн-сервис с общим доступом для просмотра и обработки DICOM-изображений. Он предоставляет бесплатно 50 Гб виртуального пространства для загрузки, организации и обмена DICOM-изображениями. Post DICOM предлагает мощную программу для просмотра DICOM-файлов.

Отличия: Вы можете упорядочить файлы, фильтровать результаты поиска по имени пациента, идентификационному номеру пациента или номеру клинического случая. В вашем распоряжении множество инструментов для просмотра изображений: регулирование уровня окна, увеличение и уменьшение масштаба, поворот и прокрутка. Также есть возможность удалить или скрыть данные DICOM-файла.

Недостатки:

* требуется регистрация;
* бесплатное использование только 14 дней (Trial версия).

Рекомендации:

* для студентов медицинских вузов, кандидатов медицинских наук и рентгенологов;
* для научных сотрудников.

# слайд № 24

Общая характеристика: FViewer – онлайн-сервис, поддерживающий несколько расширений файлов. Простой, но эффективный DICOM-вьюер предоставляет целый ряд параметров визуализации, поддерживает различные форматы, а также позволяет просматривать файлы с использованием вкладок, что является его отличительной чертой.

Отличия: функция «Drag & Drop», загрузка локальных DICOM-файлов и просмотр удалённых ссылок. Хорошие инструменты для редактирования и обработки изображений.

Недостатки: отсутствует прокрутка изображений, что значительно ограничивает использование программы в профессиональных целях.

Преимущества:

* простое использование;
* имеется русифицированный интерфейс.

Рекомендации: использование в учебных целях или для быстрого просмотра DICOM-файла.

# слайд № 25

Рассмотрим так же несколько десктопных DICOM-вьюеров.

RadiAnt DICOM – это простая и быстрая программа, работающая на Windows. Она предлагает множество функций, включая MPR, MIP и слияние. Изображения можно экспортировать в JPEG, PNG и другие форматы. Для домашнего использования достаточно получить триал-версию, что делается в автоматическом режиме сразу после ее установки на компьютер, даже регистрироваться не нужно. Платная версия стоит всего 5 евро в месяц.

Программа позволяет только просматривать, функций редактирования – не предусмотрено. На сайте разработчика есть отказ от ответственности, в котором прямо указано, что у них нет никаких сертификатов, и поэтому продукт не предназначен для использования в диагностике. Тем не менее он будет удобен студентам для изучения медицинских изображений.

Преимущества:

* имеет русифицированный интерфейс;
* существует триальная версия неограниченную по времени для домашнего использования.

Недостатки: нет возможно редактирования изображений.

# слайд № 26

Mango – сокращение от Multi-image Analysis GUI - программа для просмотра изображений медицинских исследований. Он предоставляет инструменты анализа и пользовательский интерфейс для навигации по объемам изображений.

Существует несколько версий данной программы:

* Десктопная
* Web-версия
* Мобильная версия для iPad

Поддерживает большинство из современных форматом изображений КТ, МРТ и т.п.

Поддержка форматов поверхностей.

Существуют фильтры, таблицы цветов форматы файлов и т.д.

Присутсвует редактирование изображений и ренджеринг поверхностей.

Возможность анализа, поперечного сечения, статистики и т.д.

# слайд № 27

Vidar Dicom Viewer – программа для просмотра и анализа медицинских изображений стандарта DICOM.

Предназначена для врачей лучевой диагностики и клиницистов.

Vidar Dicom Viewer в полной мере обеспечит Вас всем необходимым для работы с DCM-файлами.

2D и 3D медицинские изображения.

Мультимодальность, возможность сравнения нескольких исследований.

Воспроизведение и редактирование фильмов.

Интуитивный интерфейс и удобные клавиатурные команды.

Гибкая настройка программы под предпочтения пользователя.

Работа на всем спектре ОС Windows: Windows XP SP2 и выше, Vista, 7, 8, 10, разрядность x86 и x64.

Адекватные требования к ресурсам компьютера.

Возможно открытие DICOM-изображений с любых носителей.

Возможно конвертация из формата DICOM в jpg и png.

Возможна управляйте изображениями:

* Работа на 1, 2 и более мониторах
* Яркость/контрастность и окно/уровень
* Позитив/негатив и гамма-коррекция
* Раскрашивание предустановленными палитрами и математические фильтры

Манипулируйте 3D-изображениями:

* Создавайте МПР и криволинейные МПР
* Отсекайте все лишнее виртуальным ножом
* Редактируйте предустановки (пресеты) отображения 3D

Функция сравнения исследования:

* Автоматическая синхронизация серий
* Ручная синхронизация исследований
* Наложение объемов в исследованиях (Fusion)
* Субтракция изображений

Поддержка изображений разных модальностей: CR, DX, RF, MG, CT, MR, US, XA, ES и др.

Возможность измерения расстояний и углов и много других возможностей как для обычных врачей, так и для научных сотрудников.

Бесплатная лицензия.

# слайд № 28

Благодаря удобному интерфейсу в 3DimViewer легко разобраться. Программа может отображать трехмерные профили визуализации, в том числе многоплоскостные и ортогональные реконструкции, но лучше всего ей удается пороговая сегментация тканей как на объемных изображениях, так и при построении поверхностей. Для работы с объемными изображениями необходим производительный графический процессор, так что не пытайтесь открывать их на старых компьютерах или даже на новых моделях с интегрированной графикой.

Поддержка установки на Macintosh, Windows и Linux делают программу одной из наиболее универсальных в своей отрасли. Благодаря открытому исходному коду C++ программисты (если они у вас есть) могут интегрировать 3DimViewer с другими программами или еще как-нибудь подстроить под вашу систему. 3DimViewer предназначен только для просмотра – никаких инструментов редактирования в нем нет. Только настройка яркости, контрастности и т. д.