

антисеротониновой активности.

6. Проведена проверка результатов расчетов на непротиворечивость. В итоге из 952 структур выявлено 46 соединений, спектр прогнозных оценок которых по градации "высокоактивные" с высоким коэффициентом соответствия (от 87 до 93 %) совпал с шаблонами, сформированными по уровням активности соединений обучающей выборки. Данные соединения рекомендованы к экспериментальному изучению.

Выводы. В результате использования информационной технологии прогноза фармакологической активности химических соединений "Микрокосм" был произведен эффективный компьютерный скрининг новых производных бензимидазола с высокой 5-HT₃-антисеротониновой активностью, что позволяет более чем в 20 раз сократить затраты по экспериментальному изучению соединений этого класса.

ТРЕХМЕРНАЯ ВЕКТОРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ПАТОЛОГИИ

**А.А. Воробьев, А.В. Петрухин, М.Е. Егин, С.В. Поройский, А.С. Баринов,
А.В. Золотарев**

Волгоградский государственный медицинский университет,

Волгоградский государственный технический университет,

Волгоградский научный центр РАМН и АВО

В процессе нашей работы была создана индивидуальная трехмерная компьютерная модель коленного сустава, включающая все его внутренние структуры, с помощью программы "Интеллектуальная система-1", разработанной нами совместно с Волгоградским государственным техническим университетом. Эта программа использует принцип моделирования методом векторной графики, когда изображение задается не набором отдельных точек, а геометрическими телами. В результате модели можно многократно увеличивать без снижения качества.

Индивидуальная модель коленного сустава включила все анатомические объекты области, артерии, вены и нервные стволы. Она может помочь планировать ход операций на суставе, связочном аппарате, клетчаточных пространствах, визуализировать опасные этапы хирургических вмешательств, такие как повреждения сосудов и нервов. В результате проведения анатомических исследований возможно отображение различной патологии коленного сустава.

Индивидуальная модель может использоваться для регистрации локализации опухолей как костных, так и мягкотканых, повреждения связочного аппарата сустава, патологии костей, образующих сустав. Это дает возможность более точно проводить стадирование заболевания у конкретно взятого индивидуума, а потому прогнозировать его развитие и эф-

фективность лечения. На индивидуальной модели возможно отработать основные варианты повреждения сустава, анатомических объектов в нем и изменение их расположения при различной патологии.

Индивидуальная модель коленного сустава может использоваться в процессе обучения клинических ординаторов на циклах повышения квалификации хирургов и ортопедов.

Таким образом, разработанная в 3D векторной графике индивидуальная модель коленного сустава повышает эффективность обучения, позволяет заранее выявить наиболее сложные и опасные моменты операции у отдельно взятого человека и спланировать ее ход. Благодаря этому возможно улучшить результаты оперативных вмешательств и уменьшить число интраоперационных осложнений.

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАРУЖНОГО НОСА ДЛЯ КРАНИОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОПТИМИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

А.А. Воробьев, Ф.А. Андрищенко

Волгоградский научный центр РАМН и АВО

В процессе подготовки к оперативному вмешательству хирург использует все доступные ему графические материалы, чаще всего содержащиеся в атласах и руководствах. Однако имеющиеся атласы из всех возможных вариантов строения содержат только часть наиболее типичных, к тому же представленных в двухмерном изображении. В то же время современные способы диагностики с использованием ультразвука, компьютерной томографии, ядерного магнитного резонанса позволяют определить локализацию патологического очага с точностью до 1 мм. Чаще всего результатом исследований является срез по плоскости, проходящий через этот очаг и содержащий изображения артерий, вен, нервов и других элементов, лежащих в данном срезе. Однако автоматически опознать большинство из них не представляется возможным вследствие подобия форм и размеров. Вместе с тем получение трехмерных реконструкций при данных методах обследования возможно.

Для решения задач биологии и медицины разработано множество компьютерных пакетов, содержащих изображения внутренних органов, сосудов и нервов, других анатомических структур. Компьютерные модели, используемые в пакетах, как правило, двухмерные, но встречаются и трехмерные реконструкции. Трехмерные реконструкции содержат такие программы, как "3D-Body Adventure" (США), "Advantage Windows" (США), "ADAM" (Великобритания), "Corps Human" (Франция). Наиболее известная программа "Body Voyage" (США), созданная в рамках исследования "Visible Human Project" (США), была построена по данным 1800 1-миллиметровых поперечных срезов человеческого тела. Точечная трехмерная модель одного тела человека потребова-

ла 15 Гб компьютерной памяти. В основе большинства указанных программ лежит использование художественных графических пакетов с записью всех точек всех поверхностей в пространстве. Данные продукты не отображают индивидуальных особенностей тела пациента и являются, по сути, анатомическими атласами. Существуют программы, также позволяющие производить морфометрические исследования (Plastic Designer, производитель Nausoft LLC; Image-Pro Plus, производитель Media Cybernetics; MetaVision, производитель MetaVision), однако они либо узко специализированы, либо не имеют возможности визуализации объемных реконструкций, либо не отображают анатомического строения интересующей зоны. Проводились работы по адаптации инженерных систем твердотельного моделирования для целей медицинской визуализации и морфометрии, однако данные системы не имеют возможностей для работы с форматом DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), который в настоящее время является основным медицинским коммуникационным стандартом для передачи изображений.

Создание индивидуальных 3-мерных моделей для анатомии и хирургии стало возможным только на современном этапе развития компьютерной техники. Описаны методики неавтоматического построения индивидуальных 3-мерных моделей, которые обеспечивают высокое качество, однако не применимы в практической сфере вследствие трудоемкости. Разработанный нами метод заключается в том, что после проведения компьютерной томографии головы и сохранения данных в формате DICOM создается трехмерная модель интересующей зоны при помощи программы 3D Doctor (Able Software Corp). Генерация моделей производится послойно на основе рентгенденситометрических данных компьютерной томографии. Существует возможность ручной, полуавтоматической и автоматической генерации многослойных трехмерных моделей. Следует отметить, что автоматическая генерация возможна в том случае, когда ткани (объекты) имеют достоверное различие рентгенденситометрических показателей (кость, хрящевая ткань, мягкие ткани, соответствующим образом контрастированные объекты, воздух), что может быть достаточно для практического и научного применения. При моделировании анатомических структур используются реальные размеры и координаты в 3-мерной системе координат. Существует возможность произвольного управления объемным изображением и рассмотрения модели под любым углом, что осуществляется вращением в любых плоскостях и на любой угол вокруг воображаемого центра. Каждая модель подразумевает, кроме отображения варианта строения данной области и проведения необходимых морфометрических исследований, также и возможность моделирования различных этапов оперативных вмешательств, путем экспорта данных в формате 3ds в графический редактор 3D Studio Max или аналогичный, в котором моделируются все изменения, планирующиеся во

время операции. При помощи функции рендеринга графического редактора модель каждого этапа операции может быть представлена в графической форме для того, чтобы во время операции непосредственно на операционном столе было возможно проводить коррекцию мобилизованного костнохрящевого скелета, сверяя ее с формой модели. Это дает возможность наглядно представить ход оперативного вмешательства и его результат. Применение формата 3ds позволяет интегрировать данные в инженерные системы твердотельного моделирования имеющие средства для разработки индивидуальных иммобилизирующих устройств и имплантантов. Собрать информацию о качестве и количестве кости, у врача появляется возможность определить идеальное местоположение для имплантантов. Это увеличивает вероятность успешной операции. Знание точного расположения анатомических особенностей придает уверенность в том, что лечебные манипуляции пройдут благополучно. Использование 3-мерных моделей минимизирует время, потраченное на операцию, так как врач сначала выполняет операцию, используя предварительное трехмерное планирование и моделирование. Кроме того, возможно предотвращение осложнений течения операции, потому что 3-мерные модели дают полное представление об анатомических особенностях пациента. Конечный результат – достижение эстетичного, естественного вида, так как исследования показывают, что трехмерный план будет вести к увеличению успешных операций для достижения хороших эстетических результатов. Описание тела пациента в виде 3-мерных моделей облегчает создание стереотаксических систем, интеллектуального инструмента и роботизированных хирургических систем, а также научных изысканий в области анатомии, связанных с краниометрическими исследованиями.

В настоящий момент, используя данные электронного архива результатов компьютерной томографии средней трети лица, предназначенный для проведения исследовательской работы и обеспечения учебного процесса, содержащий 120 исследований, созданный на основе архива данных КТ исследований отдела лучевой диагностики Волгоградского областного кардиологического центра за период с 17.11.2000 по 08.12.2003, включающего информацию о 7400 исследований, построены 3D модели носа и околоносовых структур, ведется статистическая обработка. Метод построения многослойных моделей прижизненной анатомии предусматривает интерактивную сегментацию сканов при помощи программы 3D Doctor (Able Software Corp), сохранение данных модели в формате 3ds для последующего анализа в CAD системах. Всего построено 54 модели, ведется статистическая обработка материала.

Использование широко распространенных форматов данных повышает совместимость с диагностическим оборудованием, программным обеспечением и позволяет создавать телемедицинские сети, интегрированные с базами данных и экспертными системами. Просмотр и различные манипуляции с уже

созданными моделями могут быть осуществлены без потери качества изображения практически на любом современном компьютере с операционной системой не хуже Windows 9x. Это открывает широкие возможности использования таких моделей для обучения врачей различных специальностей в системе постдипломного образования.

РЕНТГЕНКОНТРАСТНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ МАРКЕР

**А.А. Воробьев, Ф.А. Андрищенко,
С.В. Поройский**

Волгоградский научный центр РАМН и АВО

Развитие хирургии и травматологии требует точных знаний объективных параметров различных структур человеческого тела. Одним из традиционных методов исследования, применяемых, в хирургии, травматологии и научных изысканиях является рентгенография, либо в последнее время рентгеновская компьютерная томография. Большинство известных способов проведения этих исследований не предусматривает точной пространственной привязки анатомических структур к поверхности человеческого тела, а самого тела в пространстве. Вследствие этого применяются различные методики, основанные на топографо-анатомических ориентирах. Также отсутствует возможность контроля артефактов измерения, вносимых диагностическим оборудованием, и прямое применение рентгенологических методов исследования для высокоточной стереотопометрии, что затрудняет разработку стереотаксических систем, интеллектуального инструмента и роботизированных хирургических систем; а также научные изыскания в области анатомии, связанные с краниометрическими исследованиями.

Цель, достигаемая применением данного устройства, – точная пространственная привязка анатомических структур к поверхности человеческого тела на рентгенограмме, возможность контроля артефактов измерения и прямого применения рентгенологических методов исследования для высокоточной стереотопометрии, совмещение трехмерных моделей, полученных методами компьютерной томографии и стереофотограмметрии, совместимость с оптическими датчиками позиционирования тела пациента интеллектуальных хирургических систем.

Указанная цель достигается тем, что перед проведением рентгенологического исследования на теле пациента закрепляется необходимое количество рентгенконтрастных оптических маркеров (не менее 6 штук) таким образом, чтобы они находились в зоне проводимой рентгенографии или рентгеновской компьютерной томографии и через точки крепления маркеров можно было провести плоскости параллельные плоскостям рентгенограмм.

Рентгенконтрастный оптический маркер выполнен в виде трехслойного диска диаметром, завися-

щим от области тела. Внешние слои выполнены из полимерной пленки для обеспечения биологической инертности. Внутренний слой может быть выполнен из достаточно термостойкого, гибкого, малорастяжимого, пористого материала (бумаги), на который с одной стороны методом струйной печати наносится состав, состоящий из водорастворимого рентгенологического контраста, пигмента и люминофора в виде рисунка из центральной точки концентрической окружности диаметром 0,5 диаметра диска и сетки со стороной ячейки 2–5 мм. После высыхания рисунка слои свариваются между собой. На теле пациента маркер крепится коллодием, после высыхания которого дополнительно фиксируется прозрачной полимерной клейкой лентой.

Устройство работает следующим образом. После фиксации на теле пациента проводится рентгенография либо рентгеновская компьютерная томография. Контроль артефактов измерения осуществляется после измерения расстояния между маркерами по стандартным методикам морфометрии, ориентируясь на центры дисков. Затем измеряются расстояния между тенями от маркеров на рентгенограммах и диаметры теней (дополнительно можно исследовать и проекции рисунка на маркере). После этого возможно вычислить необходимые коэффициенты пропорциональности. Для высокоточной стереотопометрии маркерные точки описываются в системе прямоугольных координат, после чего выбирается удобная точка отсчета. Позиционирование тела пациента интеллектуальными хирургическими системами возможно при использовании оптических датчиков. Точность позиционирования возможно увеличить при условии подсветки люминофора и фильтрации излучения, для чего на маркер нанесен соответствующий рисунок. Рисунок прост для автоматического распознавания, что облегчает создание стереотаксических систем, интеллектуального инструмента и роботизированных хирургических систем, основанных на методе трехмерного моделирования хирургической анатомии.

Предлагаемое устройство является простым для изготовления, материалы позволяют производить стерилизацию, относительная дешевизна изготовления предполагает одноразовое использование.