

¹Одесский национальный медицинский университет, Одесса, Украина
²Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев, Украина

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ ВРАЧА-ТРАВМАТОЛОГА

В статье рассказывается о медицинском применении системы дополненной реальности как обучающей интерактивной системы (3D атлас анатомии). В ходе выполнения работы была построена система дополненной реальности, позволяющая проецировать 3D модели костей и органов человека на соответствующие области на видеокадре. Предложенный подход позволяет максимально наглядно изучать органы и системы человека, тем самым увеличивая процент усвоенной информации студентами медицинских учебных учреждений.

Ключевые слова: медицинская дополненная реальность, 3D атлас анатомии.

Введение

Передовые технические медицинские средства необходимы для высококачественного лечения больных с травмами и переломами. Одним из важнейших средств врача травматолога являются различные информационные системы сбора и визуализации информации о скелете пациента. Зачастую конечным результатом работы таких систем являются полученные с их помощью черно-белые и цветные изображения. Однако наибольшую информацию врач может получить, анализируя 3D изображения костей пациента, полученных с помощью КТ.

Методы обучения, которые применяются сейчас в медицинских учебных заведениях, не всегда являются эффективными. Так как человек лучше всего усваивает визуальную информацию, то и обучение целесообразно проводить с использованием самых современных интерактивных средств.

Цель работы: улучшить усвоение учебной информации студентами и врачами-интернами путем разработки обучающей системы визуализации 3D органов и систем человека на основе дополненной реальности.

Материалы и методы

Мы предлагаем подход, основанный на применении системы дополненной реальности (ДР), которая позволяет улучшить восприятие учебной информации студентом, путем наложения 3D модели изучаемого органа на реальное изображение, полученное с видеокамеры. При этом ориентация 3D модели синхронизирована с перемещением

реального объекта. Такой метод позволяет изучить не только особенности строения скелета, но и наблюдать особенности взаимного расположения костей. Это значит, что каждый студент может виртуально проводить операции на муляжах, на которые будут проецироваться 3D модели костей, расположенных согласно анатомическим особенностям человеческого тела.

В основном всю интерактивную информацию можно разделить на две категории: виртуальная реальность [1] и дополненная реальность. Всю медицинскую 3D визуализацию, которая проводилась до настоящего момента, можно смело отнести к виртуальной реальности. В ней вся 3D сцена виртуальна и не имеет явной привязки к реальному миру. Дополненная реальность имеет прямую связь между 3D моделью и окружающим миром. Дополненная реальность (augmented reality) — это технологии, позволяющие дополнять изображение реальных объектов различными объектами компьютерной графики, а также совмещать изображения, полученные от разных источников: видеокамер, тепловизоров, спектрометров и т.д. В отличие от «виртуальной реальности», которая предполагает полностью искусственный синтезированный мир (видеоряд), дополненная реальность предполагает внедрение синтезированных объектов в естественные видеосцены. [2]

Последнее время ученые все больше стали интересоваться темой дополненной реальности. Так в Европе уже ведутся разработки систем, которые способны показывать внутренние органы и скелет человека, дорисовывая их поверх картинки с камеры [3,4]. Подобные системы несомненно будут улучшать качество подготовки студентов ввиду высокой наглядности материала.

Основы построения системы дополненной реальности.

Для работы системы дополненной реальности необходимо устройство видео захвата и специальный рисунок — маркер. Важнейшими техническими характеристиками устройства захвата

являются разрешение и частота кадров. От этих параметров зависит плавность визуализируемой 3D модели. Также ведутся разработки по использованию в роли устройства захвата модуля Kinect, который сочетает в себе видеокамеру и лазерный датчик глубины [5]. В роли маркера могут выступать разнообразные контрастные изображения, зачастую квадратной формы, с идентификационной меткой в середине. Они необходимы для вычисления параметров 3D сцены и ее привязки к реальным объектам. Для определения положения маркера необходимо проделать ряд операций обработки изображения. Стандартная последовательность обработки изображения с маркером приведена на рис.1.



Рис. 1. Алгоритм преобразования изображения с маркером

Для начала изображение переводят изображение в черно-белое. К полученному изображению применяют алгоритмы поиска замкнутых контуров, например, детектор границ Кенни и преобразование Хаффа [6]. Исходя из расстояний между четырьмя вершинами, которые были получены с кадра, и информации о том, что маркер на самом деле квадратный, можно определить положение “камеры” относительно наблюдаемого объекта. Необходимые данные получают исходя из того, что при перемещении наблюдаемого



Рис. 2. Основные компоненты медицинской обучающей системы дополненной реальности

объекта или изменении положения камеры относительно него изменяются и расстояния между вершинами маркера.

На сегодняшний день существуют специальные библиотеки ARToolkit, позволяющие подключить систему ДР к программам, которые были написаны на языке C++ [7].

Результаты и их обсуждения

В результате проведенной работы была реализована медицинская обучающая система на основе дополненной реальности, которая состоит из основных частей, представленных на рис. 2.

- 1) Макет пациента или исследуемой части тела. Для проведения лекций по физиологии необходим макет всего тела человека для более наглядного изучения строения организма. Для подготовки врачей-травматологов можно использовать макет только той части тела, которая непосредственно будет подвергаться оперативному вмешательству. Преимущество системы ДР в том, что на одном и том же физическом макете можно при необходимости моделировать разные операционные ситуации, повышая тем самым квалификацию будущих врачей.
- 2) Набор маркеров. Количество маркеров должно равняться количеству независимых моделей в сцене ДР, например, модели плечевого сустава и плечевой кости.
- 3) Устройство захвата видео. В нашей работе мы использовали веб-камеру Logitech HD Webcam C270 с разрешением 1280*720 точек и частотой 30 кадров/сек. Для корректной работы программы распознавания маркера необходимо хорошее освещение. Для решения данной проблемы можно воспользоваться другими типами захвата видео, например лазерной системой сканирования.
- 4) ПК с программой обработки видеоданных и визуализации 3D сцены. Программа, написанная на языке C++ с использованием библиотек ARToolkit, визуализирует 3D модель на изображении, полученном с камеры, и выводит дополнительную информацию, которая может быть полезна студентам-медикам. Кадр работы программы представлен на рис. 3.

Выводы

В ходе выполнения данной работы была предложена методика обучения студентов-медиков с помощью системы ДР. Написанная программа позволяет проецировать 3D модель на исследуемую область макета для улучшения восприятия материала студентами медицинских учебных за-

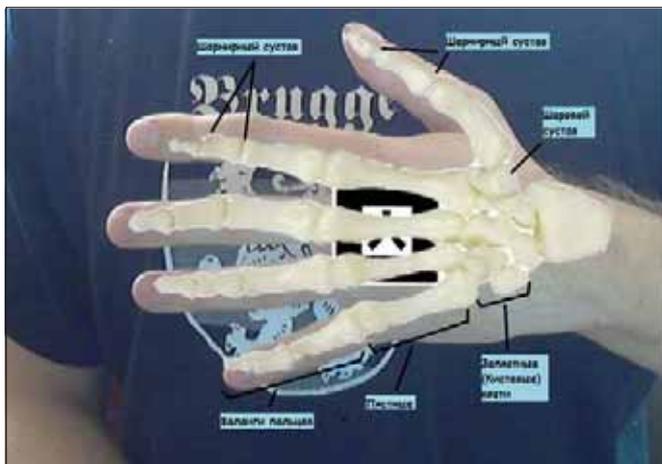


Рис. 3. Результат роботи медичної навчаючої системи ДР

ведений. Данна методика була апробована в медичних навчальних закладах і отримала позитивні відгуки лікарів і студентів-медиків.

В подальшій роботі планується реалізувати можливість задавати еталонні послідовності процедур при проведенні операцій. Це дозволить фіксувати помилки і неточності виконання навчальних операцій студентів, що в свою чергу дозволить вести об'єктивну оцінку кваліфікації студента і його готовності до реальних операцій.

Всі автори дають згоду на єдиномірну публікацію цієї статті.

Література

1. Greenleaf W. Medical Applications of Virtual Reality / W. Greenleaf // Overview. – 2004. – №2. – P. 31-52.
2. Бойченко І.В. Додаткова реальність: стан, проблеми і шляхи вирішення / І.В. Бойченко, А.В. Лежанкін. // Доклади ТУСУРа. – 2010, №21. – С. 161- 165.
3. Matthias M. Multimodal Augmented Reality in Medicine / M. Harders, G. Bianchi, B. Knoerlein // Universal Access in HCI. – 2007. – Vol. 2, LNCS 4555. – P. 652–658.

4. How Augmented Reality Helps Doctors Save Lives. Режим доступу до ресурсу: http://readwrite.com/2010/06/02/how_augmented_reality_helps_doctors_save_lives
5. Augmented Reality Magic Mirror using the Kinect. Режим доступу до ресурсу: <http://campar.in.tum.de/Chair/ProjectKinectMagicMirror>
6. OpenCV шаг за шагом. Преобразование Хафа. Режим доступу до ресурсу: <http://robocraft.ru/blog/computervision/502.html>
7. Kato H. ARToolKit / H. Kato, M. Billinghamst, I. Poupirev. – Яп. :ATR MIC Labs, 2000. – 44 p.

Сухін Ю. В.,¹ Данілов П. В.,² Сушко Е. О.²

¹Одеський національний медичний університет, Одеса, Україна

²Національний технічний університет України «КПІ», Київ, Україна

Візуалізація моделей опорно-рухового апарату людини на основі системи доповненої реальності у навчанні лікаря-травматолога

У статті розповідається про медичне застосування системи доповненої реальності як навчальної інтерактивної системи (3D атлас анатомії). В ході виконання роботи була побудована система доповненої реальності, що дозволяє проектувати 3D моделі кісток і органів людини на відповідні області на відеокадрах. Запропонований підхід дозволяє максимально наочно вивчати органи і системи людини, тим самим збільшуючи відсоток засвоєної інформації студентами медичних навчальних закладів.

¹Y. Suhin, ²P. Danilov, ²E. Sushko

¹National Medical University of Odessa, Odessa, Ukraine

²National Technical University of Ukraine "KPI", Kiev, Ukraine

Visualisation of Models of the Musculoskeletal System which is Based on the Augmented Reality for Trauma Surgeon

This article describes the medical use of the augmented reality as an interactive learning system (3D anatomy atlas). Augmented reality was built during the implementation of the system, you can project a 3D model of the bones and organs on the appropriate area of the video frame. The proposed approach allows to study human organ systems much better. Thus increasing the quality of students education in medical schools.