

Разработка трехмерной анатомически точной модели человека Степанов А. Ю.¹, Дягилев Д. В.², Владимиров А. А.³

¹Степанов Антон Юрьевич / Stepanov Anton Yur'evich – ведущий инженер,
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии сибирского отделения Российской академии наук;

²Дягилев Денис Владимирович / Dyagilev Denis Vladimirovich – кандидат химических наук, доцент,
кафедра общей физики,

Кемеровский государственный университет;

³Владимиров Александр Александрович / Vladimirov Alexandr Alexandrovich – инженер,
Научно-инновационное управление, г. Кемерово

Аннотация: в статье рассматривается возможность использования трехмерной графики, для наглядной демонстрации анатомии и физиологии человека в образовательных технологиях. Для моделирования анатомически точной модели человека использовали свободно распространяемые приложения, а также снимки магнитно-резонансной томографии (МРТ) высокого разрешения, фото-референсы и анатомические атласы.

Ключевые слова: трехмерное компьютерное моделирование, человек, анатомия.

В настоящее время всё больше инновационных методов внедряется в медицину и образовательный процесс. 3D моделирование (трехмерное моделирование) – относительно новое направление, которое, однако, быстро развивается и применяется во многих областях. 3D видеоролики позволяют более детально проиллюстрировать тот или иной физиологический или патологический процесс, механизм, технику хирургических манипуляций. Иллюстрационный материал, качественные компьютерные демонстрации, видеофрагменты, поясняющие основные законы и пробуждающие интерес к науке, делают дисциплину более живой, понятной и запоминающейся. Также данные технологии способствуют развитию абстрактного мышления, что так важно для будущего врача [1].

Возможность наглядной демонстрации анатомии и физиологии человека позволяет усовершенствовать информационную базу образовательных технологий в биологии и медицине. Таким образом, необходимость создания качественной базы моделей по анатомии и физиологии человека является актуальной.

Проект направлен на внедрение современных трехмерных графических технологий в образовательные и медицинские сферы. В современном мире медицинские технологии становятся все более сложными в техническом плане, поэтому наглядность, в виде динамических, анатомически точных трехмерных моделей, приобретает все большую популярность.

Существует множество научных работ, в которых авторы сравнивают различные пакеты моделирования, описывая их преимущества и недостатки. В данном проекте основным инструментом для разработки базы 3D моделей человека является свободно распространяемая программа Blender (Официальный сайт разработчиков <http://www.blender.org/>). Blender является свободным кроссплатформенным редактором для трехмерного моделирования, рендеринга, анимации, создания игр с открытым исходным кодом и поддерживается организацией Blender Foundation. Развиваясь, Blender становится все более популярной программой, которая в данный момент конкурирует с такими трехмерными лицензионными пакетами как Autodesk 3Ds Max, Autodesk Maya и т.д. [2].

Особенностью Blender является то, что программа совмещает в себе большое количество инструментов моделирования, инструменты для высокополигонального (далее hi-poly) скульптинга, текстурирования, анимации, визуализации и финального компоузинга, а также встроенный игровой движок Game Engine, возможность программирования на языке Python.

Развитие PBR (Physically Based Rendering) технологий позволяет получать реалистичные изображения без затрат времени на визуализацию. PBR - это технология шейдинга и визуализации, которая наиболее точно, в режиме реального времени, просчитывает влияние света на материалы с учетом настройки освещения [3].

Разработку анатомически точных моделей человека разбили на несколько этапов: создание кожи, скелета и мышц человека. Процесс создания этих элементов также разбивается на этапы: скульптинг, ретопология, uv mapping, запекание основных текстур на основе hi poly модели (ambient occlusion, normal, cavity), текстурирование и сборка финальной модели.

Для создания кожи и основных пропорций человека использовали массив снимков полученных с использованием магнитно-резонансной томографии (МРТ) высокого разрешения, которые затем преобразовывали в трехмерную модель. Алгоритмы просчета не позволяли получить необходимую по качеству модель, поэтому многие несоответствия исправлялись вручную. Для этого трехмерная модель импортировалась в программу Blender и в режиме скульптинга, с использованием инструмента динамической топологии, исправлялись артефакты до анатомически правильных форм.

Так как hi-poly модель имела большое количество полигонов, требования к аппаратным средствам приложения отражающего такую модель значительно возросли, что подталкивало к необходимости в оптимизации модели, сохранив при этом все анатомические детали. Для этого использовали ретопологию (создание низко полигональной сетки (low poly) на основе hi-poly модели). Более мелкие детали (поры, морщины) для low-poly версии присутствующие на hi-poly модели передаются с помощью текстурных карт, в частности normal map, которая отвечает за контроль направления отражения света, а также для создания деталей на поверхности low poly моделей. Данная технология активно используется в играх, мобильных приложениях и других программах. Качество и корректность полученных текстур проверяли в программе Blender. Для этого, создавался шейдер, в который подгружались полученные текстурные карты, затем настраивался свет и получали финальную визуализацию. На рис. 1 представлена полигональная сетка и финальная визуализация.

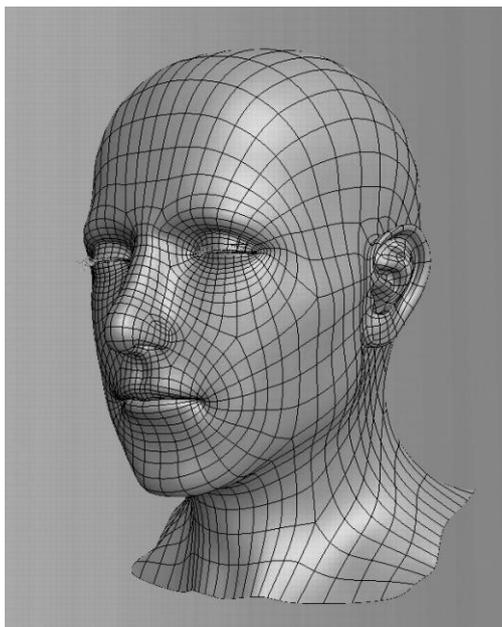


Рис. 1а. Финальная сетка модели

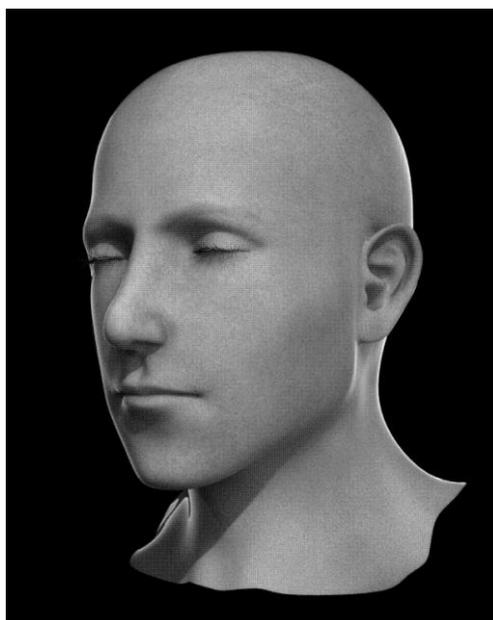


Рис. 1б. Финальный результат

Присутствие в шейдере блока Subsurface Scattering позволяет получать корректные результаты при просчете алгоритмов поглощения и рассеивания света в коже в зависимости от толщины, благодаря чему финальная визуализация выглядит реалистичной. На рис. 2 показан результат работы шейдера.

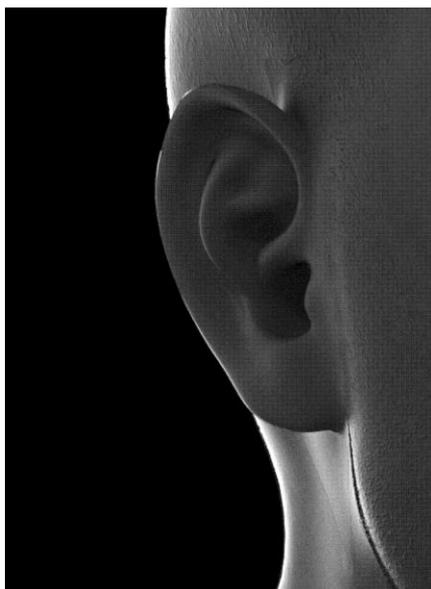


Рис. 2. Пример работы блока Subsurface Scattering для достижения максимально реалистичного результата визуализации

Для создания текстуры цвета (color map) использовались фотографии кожи высокого разрешения, необходимые участки вырезались, изображение обрабатывалось в программе Gimp, убирались блики, а затем текстура проецировалась на трехмерную модель. Видимые «швы» и неравномерности текстуры устранялись с помощью инструментов текстурирования программы Blender.

Следующим этапом работы было создание скелета. Создание скелета начали с моделирования базовых форм с последующим скульптингом деталей. Далее созданную «болванку» скелета подгоняли под ранее созданные формы человека, постоянно контролируя анатомические пропорции и формы. Для этого использовались фото-референсы, анатомические атласы. Для создания текстур и шейдера скелета использовался ранее описанный метод. На рис. 3 представлена модель скелета, а на рис. 4 - совмещения его с кожей.

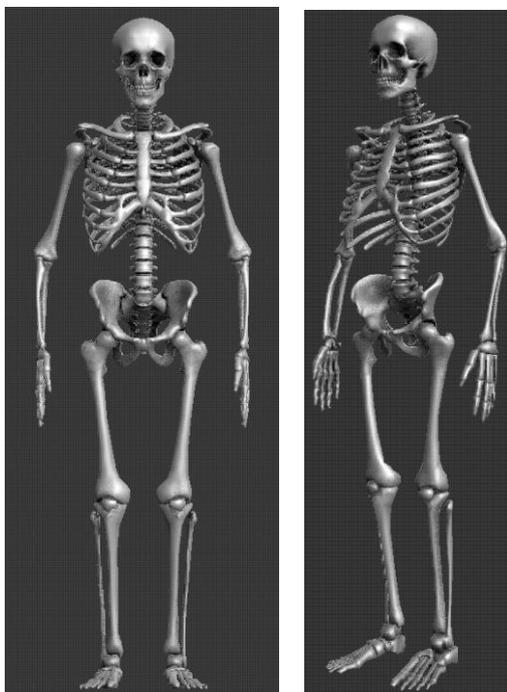


Рис. 3. Финальная модель скелета

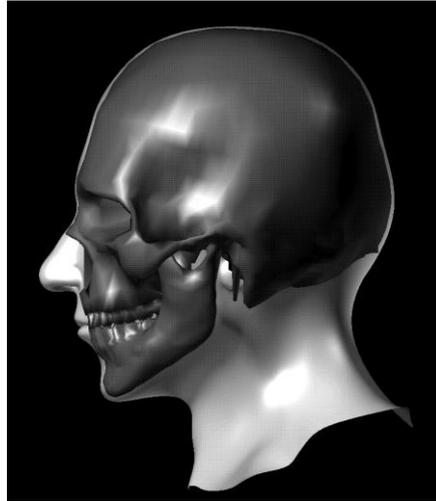


Рис. 4. Результат совмещения скелета с кожей

Следующим этапом работы станет создание кровеносной, нервной, мышечной системы, органов грудной и брюшной полости.

Созданные таким образом трехмерные модели систем человека будут загружены в приложение, позволяющее просматривать модель по частям с различных ракурсов, а также выполнять срезы в произвольных плоскостях. Интуитивный интерфейс программы позволит пользователю быстро освоить процессы манипулирования моделью.

Развитие разрабатываемого приложения может затронуть многие медицинские и общеобразовательные сферы, такие как: визуализация медицинских операций, физиологических процессов, бодибилдинг, фитнес и т.д.

Разработка базы данных 3D модели человека и программного обеспечения для визуализации анатомии и физиологических процессов позволит получить конкурентноспособный продукт с использованием свободно распространяемого программного обеспечения.

Проект реализуется при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «УМНИК» по договору № 7991 ГУ2/2015.

Литература

1. Винник С. С. Возможности применения 3d моделирования при изучении темы местная анестезия / Винник С. С., Дунаевская С. С., Ратова М. Р. // Современные проблемы науки и образования. Выпуск № 1, 2014.
2. James Chronister. Blender Basics: A Classroom Tutorial Book Blender Basics 4-rd edition Online, PDF, 178 p., 2011. / Central Dauphin School District [Electronic resource] / 2012. URL: http://www.cdschools.org/cms/lib04/pa09000075/centricity/domain/81/blenderbasics_4thedition2011.pdf/ (date of access: 20.10.2016).
3. МуМОДО: новости. [Электронный ресурс]. PBR и с чем его едят! Обзор от Hunter Wolfa!.. 2015. Режим доступа: <http://mymodo.ru/news?page=1> (дата обращения: 20.10.2016).