

Киреев Р.А. Создание трехмерной модели сердца для динамической визуализации средствами компьютерной графики. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XVII Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2017. – С. 181-185.

УДК 004

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ СЕРДЦА ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Р.А. Киреев

CREATION OF THREE-DIMENSIONAL HEART MODEL FOR DYNAMICAL VISUALIZATION BY COMPUTER GRAPHICS

R.A. Kireev

Аннотация. Сердце – самый важный орган в организме человека, и возможность качественно и наглядно визуализировать его работу очень важна. В данной статье описан процесс создания трехмерной динамической модели сердца, которая может быть использована как приложение к системам автоматизированного обучения. Данные системы применимы как в медицинских учреждениях, так и в учебных медицинских заведениях.

Ключевые слова: сердце, трехмерная модель, анимация, визуализация.

Abstract. The heart is the most important organ in the human body, and the ability to visualize its work is very important. This article describes the process of creating a three-dimensional dynamic model of the heart, which can be used as an application to computer-aided learning systems. These systems are applicable both in medical institutions and in medical schools.

Keywords: heart, three-dimensional model, animation, visualization.

Проанализировав присутствующие на рынке продукты и системы автоматизированного обучения, можно сделать вывод о том, что компьютерные модели различных органов и процессов, представленные в этих системах, не позволяют до конца раскрыть и визуализировать их деятельность. При этом существует необходимость визуализации модели сердца для целей диагностики [1]. Основными интерфейсными решениями представленной динамической модели являются возможность в виде анимации показать сокращения сердца и всех его отделов и простота и лаконичность панели управления моделью.

В разработанной модели пользователь имеет возможность наблюдать за сокращениями отделов сердца по отдельности в том порядке, в котором они работают при кровообращении. Это позволяет пользователям наблюдать, как выглядит сердце непосредственно в процессе «выполнения своих обязанностей». До этого системы визуализации и автоматизированного обучения подобную функцию предоставить не могли. Для этой цели могут использоваться различные методы визуализации, в том числе объемной [2], но сложность моделирования и визуализации работы сердца и требования к анимации позволяют использовать поверхностную трехмерную модель сердца [3].

Для определения областей анимации модели сердца, с использованием среды трехмерного моделирования Blender, были выделены области сердца, соответствующие предсердиям и желудочкам.

Сердце находится в центре грудной клетки и смещено нижним левым краем в левую сторону, в так называемой окологердечной сумке – перикарде, который отделяет сердце от других органов.

По отношению к средней линии тела сердце располагается несимметрично – около 2/3 слева от неё и около 1/3 – справа. В зависимости от направления проекции продольной оси (от середины его основания до верхушки) на переднюю грудную стенку различают поперечное, косое и вертикальное положение сердца. Вертикальное положение чаще встречается у людей с узкой и длинной грудной клеткой, поперечное – у лиц с широкой и короткой грудной клеткой. Исходные данные о расположении сердца могут быть получены, например, с использованием флюорографии [4].

Сердце состоит из четырёх отдельных полостей, называемых камерами: левое предсердие, правое предсердие, левый желудочек, правый желудочек. Они разделены перегородками. В правое предсердие входят полые, в левое предсердие – лёгочные вены. Из правого желудочка и левого желудочка выходят, соответственно, лёгочная артерия (лёгочный ствол) и восходящая аорта. Правый желудочек и левое предсердие замыкают малый круг кровообращения, левый желудочек и правое предсердие – большой круг. Сердце расположено в нижней части переднего средостения, большая часть его передней поверхности прикрыта лёгкими с вдающимися участками полых и лёгочных вен, а также выходящими аортой и лёгочным стволом. При этом для наглядности необходимо предусмотреть возможность выделения отдельных областей сердца, например, с помощью цвета [5].

Функцией сердца является перекачивание крови через кровеносные сосуды. Сердечно-сосудистую систему у человека образуют два круга кровообращения. При каждом сердечном сокращении происходит движение крови сразу по обоим кругам. Малый круг кровообращения: обескислороженная кровь из верхней и нижней полых вен поступает в правое предсердие и далее в правый желудочек. Из правого желудочка кровь проталкивается в лёгочный ствол. Лёгочные артерии проводят кровь непосредственно в лёгкие (до лёгочных капилляров), где она получает кислород и отдаёт углекислый газ. Получив достаточно кислорода, кровь возвращается в левое предсердие сердца путем лёгочных вен. Большой круг кровообращения: из левого предсердия кровь продвигается в левый желудочек, откуда она в дальнейшем откачивается через аорту в большой круг кровообращения. Пройдя непростой путь, кровь через полые вены опять прибывает в правое предсердие сердца. В норме количество крови выталкиваемое из желудочков сердца при каждом сокращении одинаково. Так в большой и малый круги кровообращения одновременно поступает равный объём крови.

Динамика сердечных сокращений представляет собой последовательное сокращение предсердий и желудочков сердца. На рисунке 1 различные области анимации выделены разными цветами.

Поскольку трехмерная модель представлена полигональной сеткой поверхности сердца [3], то для анимации достаточно изменения соответствующих вершин, отвечающих за предсердия и желудочки сердца.

Для определения вершин областей анимации использовалась среда трехмерного моделирования Blender. На исходной модели были выделены области на сердце, отвечающие за предсердия и желудочки (рисунок 2).

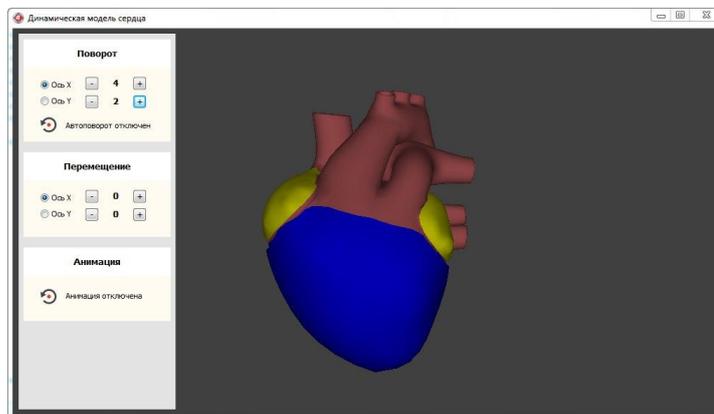


Рис. 1. Области анимации

После определения областей анимации из среды трехмерного моделирования Blender был произведен экспорт полученных моделей в формат .obj.

С использованием блока синтаксического анализа программы полученные файлы были записаны в соответствующие массивы данных.

Путем сравнения полученных массивов с координатами вершин выделенных объектов (предсердий и желудочков) с исходным массивом данных, содержащим базовую модель, было произведено выделение областей анимации уже на базовой модели сердца.

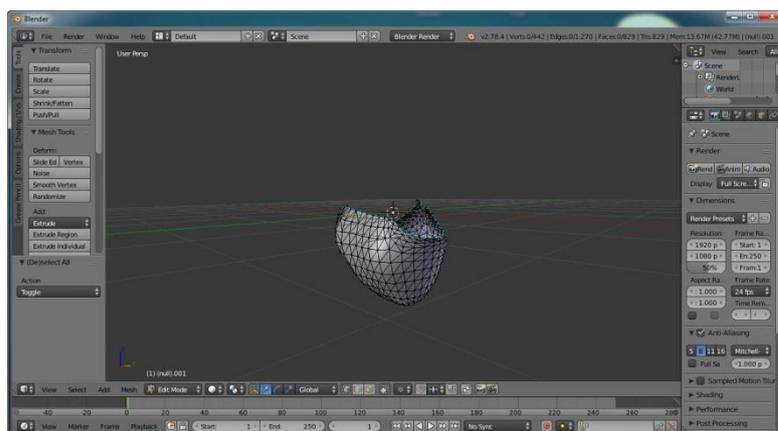


Рис. 2. Правый и левый желудочек

Для полученных вершин был рассчитан коэффициент масштабирования для имитации работы сердечных сокращений. Путём умножения каждой вершины на заданный коэффициент масштабирования происходит увеличение/уменьшение координаты вершины и вывод ее на экран. После завершения итерации цикла действие повторяется снова с измененными коэффициентами масштабирования до тех пор, пока программа не будет остановлена пользователем.

Библиографический список

1. Патент РФ № 2257838. Способ диагностики состояния сердечно-сосудистой системы / Бодин О.Н., Агапов Е.Г. Адамов А.В. Бурукина И.П., Кузьмин А.В. // Бюллетень № 22 от 10.08.2005.
2. Кузьмин А.В., Бодин О.Н. Представление и визуализация объемных объектов // Полет. 2008. № 3. С. 49-55.
3. Бодин О.Н., Кузьмин А.В. Синтез реалистичной поверхности модели сердца // Медицинская техника. 2006. №6. С. 15-18.

4. Бодин О.Н., Тычков А.Ю., Чураков П.П., Кузьмин А.В., Давыдова А.А. Информационно-измерительная система для предварительной обработки флюорографических снимков // Измерительная техника. – 2011. - № 4. С. 41-44.

5. Бодин О.Н., Кузьмин А.В., Митрошин А.Н. Разработка визуальной модели сердца для обучения студентов-медиков // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2007. №2. С. 3-10.

Киреев Роман Александрович
Пензенский государственный
университет, г. Пенза, Россия
E-mail: ironpnz@mail.ru

Kireev R.A.
Penza State University,
Penza, Russia