

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу ФЕДЮКОВА Максима Александровича «Алгоритмы построения модели головы человека по изображениям для систем виртуальной реальности», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Актуальность темы диссертации. Исследования в области виртуального окружения продолжаются более 25 лет. Современные системы виртуального окружения – это многоканальные стереоскопические проекционные системы с высокой степенью погружения, поддерживающие интерактивное взаимодействие с большой аудиторией. Востребованной задачей является моделирование человека, построение трёхмерного аватара пользователя. Автором диссертационной работы верно отмечено и подкреплено ссылками, что человек уделяет лицам больше внимания, чем любым другим объектам на изображении, откуда вытекает важность моделирования именно головы человека. Также автором верно отмечено, что востребованными применениями моделей, похожих на управляющих ими пользователей, являются участие в виртуальных мероприятиях: собраниях, лекциях, семинарах, конференциях. В рамках диссертационной работы автором разработаны алгоритмы и проведена их интеграция с популярными приложениями виртуального окружения – OpenSim и Second Life. Стоит отметить, что помимо упомянутых автором применений в том же приложении Second Life востребованы и иные сценарии поведения: освобождение заложников, моделирование военных операций, симуляция реальной жизни. Кроме того, тема построения модели головы человека также востребована в задачах поиска и идентификации в толпе, построения фотороботов (субъективных портретов) не в виде плоских изображений, не дающих полного представления о лице, а в виде объёмных моделей, позволяющих рассматривать восстанавливаемое лицо с любого ракурса. Поэтому актуальность темы диссертации Федюкова М.А., посвящённой разработке новых алгоритмов моделирования головы человека, и её практическая значимость не вызывает сомнения.

Структура и содержание работы. Работа состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы.

Во введении дается общая характеристика работы, оформленная автором и содержащая все структурные элементы в соответствии с разделом 9.2.1 ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации».

Первая глава описывает алгоритмы обнаружения антропометрических точек лица на паре фотографий анфас и в профиль. В ней даётся обзор существующих алгоритмов, приведено описание существующих моделей лица и существующих баз данных лиц. Описана проведённая работа и предложенный оригинальный алгоритм, обеспечивающий высокую точность положения найденных точек, а также согласованность положения одних и тех же точек лица, присутствующих как на фотографиях анфас, так и в профиль.

Во второй главе представлены алгоритмы построения параметрической модели головы человека, приводится обзор существующих алгоритмов и предлагается новый иерархический алгоритм оценки параметров модели.

Третья глава посвящена описанию комплекса алгоритмов текстурирования модели головы, включающий новые алгоритмы синтеза текстуры по фотографиям анфас и в профиль, в

том числе в невидимых на этих фотографиях областях, таких как затылок, область за ухом, темя, полные текстуры глаз и рта (полости рта, зубов и языка).

В четвертой главе автор приводит описание разработанной программной системы, представляет результаты сравнения с существующими аналогами, приводит примеры практического применения разработанной системы.

В заключении перечислены основные результаты, полученные в ходе работы, а также сформулирована ценность работы и личный вклад автора. Кроме того достоверность положений диссертации подтверждается публикациями в реферируемых российских и иностранных журналах.

Научная новизна. Разработанные в диссертации Федюкова М.А. методы и алгоритмы являются новыми.

1. Предложен новый алгоритм обнаружения антропометрических точек лица на парах фотографий анфас и в профиль. Алгоритм осуществляет поиск точек на двух фотографиях одновременно с помощью единого функционала, что обеспечивает согласованность положения одних и тех же точек лица, присутствующих на обеих фотографиях, а также высокую точность положения найденных точек.
2. Предложен новый иерархический алгоритм оценки параметров трёхмерной модели головы с использованием генетического алгоритма и симплекс-метода для безусловной оптимизации функции от нескольких переменных. Разбиение на этапы и выборка параметров, оптимизируемых на каждом этапе, приведены на основе результатов исследований в области восприятия человеком изображений лиц, с учетом процесса распознавания человеком композиции и форм черт лица. Предложенный алгоритм позволяет добиться высокой точности по сравнению с существующими аналогами, что подтверждено приведенными результатами экспериментов.
3. Предложен комплекс алгоритмов генерации текстуры головы человека по двум фотографиям анфас и в профиль, включающий в себя новые методы фотореалистичного синтеза невидимых на этих фотографиях областей.

Практическая значимость исследования. В диссертационной работе описаны разработанная система построения трёхмерной модели головы и всего телосложения человека, совместимая с приложениями виртуального окружения OpenSim и Second Life, а также несколько дополнительных систем, использующих то же программное ядро (плагин для работы из графического пакета 3ds Max, модуль анимации лица и другие). Представленное сравнение демонстрирует значительное преимущество разработанной системы над существующими коммерческими продуктами, что доказывает эффективность разработанных в диссертационной работе методов.

Общая оценка и замечания по диссертационной работе. Характеризуя диссертационную работу в целом, следует отметить полноту и законченность выполненной работы. Автора характеризует серьёзная проработка решаемых задач, оригинальность решений и общая практическая направленность работ, что позволяет сделать вывод, что диссертанту удалось решить поставленную задачу, используя лучшие мировые достижения в этой области.

Приведённый в диссертации обзор научных публикаций по разным аспектам диссертационного исследования показал высокую эрудицию диссертанта и умение работать с научной литературой.

В целом диссертация Федюкова М.А. написана понятным языком, обладает большим числом высококачественных иллюстраций, электронная версия также содержит видео и интерактивные трёхмерные модели, содержит всеобъемлющий обзор существующих решений, значительный объём экспериментальных данных и сравнений, и производит положительное впечатление.

Основными научными результатами диссертации следует считать: (1) разработан новый алгоритм обнаружения антропометрических точек лица; (2) разработан новый подход к оценке параметров трёхмерной модели головы человека; (3) разработаны новые алгоритмы генерации текстуры; (4) реализован оригинальный программный комплекс, позволяющий создавать высокореалистичные модели аватаров.

Полученные результаты основаны на приведённых математических выкладках и доказательствах, что позволяет считать их вполне обоснованными. Достоверность результатов и осязаемая практическая польза подтверждается действующими программами и успешной экспериментальной проверкой созданного программного комплекса, публикациями в серьёзных журналах из перечня ВАК и индексируемых РИНЦ и Scopus, где проводится тщательное рецензирование.

По содержанию оппонируемой диссертационной работы следует сделать следующие замечания:

- 1. В работе используется термин «виртуальная реальность» – он широко распространён в популярной литературе, однако представляется неудачным для использования в качестве научного термина. Научное сообщество отдаёт предпочтение термину «виртуальное окружение», который в специальной литературе употребляется как более точный синоним «виртуальной реальности». Поскольку виртуальное окружение – это, прежде всего, технология взаимодействия человека и компьютерной системы, было бы правильно придерживаться более релевантного определения этого термина.*
- 2. Часть рисунков избыточна, например, рис. 1, 6, 7 во введении – в описании актуальности темы исследования, не несут дополнительного смысла, актуальность диссертационной работы понятна без них.*
- 3. В параграфе 1 главы 3, на стр. 64, указано, что «текстурная составляющая даёт существенный вклад в узнаваемость человека, наравне с геометрической составляющей [104]». Единственная приведенная ссылка на главу “Face cloning and face motion capture” книги “Handbook of Virtual Humans” даёт исчерпывающее описание получения текстурной составляющей, но не даёт достаточного объяснения существенности вклада текстурной составляющей в узнаваемость лица, что приводит к вопросу об актуальности всей главы 3 в рамках поставленной автором задачи. Требуется пояснения, не достаточно ли построения точной модели формы головы пользователя и наложения на неё некоторой типовой (например, усредненной) текстуры лица? Хотелось бы видеть более подробное описание вклада текстурной составляющей в узнаваемость лица и сравнение с вкладом в узнаваемость геометрической составляющей, подкрепленное ссылками на соответствующие исследования.*

Однако приведённые недостатки не снижают в целом хорошего представления о данной диссертации, не опровергают её основных положений и выводов. Диссертация написана понятным языком и прекрасно проиллюстрирована. Диссертация Федюкова М.А. представляет собой законченное решение актуальной научно-технической задачи в области

математического и программного обеспечения вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей и их приложений. Предложенные автором подходы и разработанные алгоритмы и программы вносят значительный вклад в науку и технологию в области приложений виртуального окружения для задач ситуационного моделирования с участием аватаров, для развития методов машинного обучения, для совершенствования обработки изображений и распознавания образов в широком спектре систем обеспечения безопасности. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации. Результаты диссертации отражены в 11 публикациях, созданные алгоритмы и программы защищены свидетельством Роспатента.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что рассмотренная диссертация «Алгоритмы построения модели головы человека по изображениям для систем виртуальной реальности», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, соответствует п. 9 положения ВАК о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09. 2013 № 842 (ред. от 30.07.2014), а её автор ФЕДЮКОВ Максим Александрович, несомненно, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук.

*Официальный оппонент, доктор физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики», профессор, профессор кафедры физико-технической информатики ФГАОУ ВПО «Московский физико-технический институт (государственный университет)», 141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д.9.
E-mail: Stanislav.Klimenko@gmail.com*



Клименко Станислав Владимирович

01.02.2016

Подпись Клименко С.В. «ЗАВЕРЯЮ»
Учёный секретарь МФТИ (ГУ)



Скалько Ю.И.