

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу СТАРОДУБЦЕВА Ильи Сергеевича «Модели, алгоритмы и программный комплекс для построения естественного человеко-компьютерного взаимодействия на основе жестов», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Текущий момент характеризуется катастрофическим ростом информации, которое необходимо обрабатывать для поддержания прогресса в развитии современной цивилизации. Важнейшим фактором на пути преодоления «кризиса данных» стало понимание важности интерактивной визуализации больших массивов данных. В результате было сформировано новое научное направление «Научная визуализация», развивающее методы и средства понимания решаемых проблем за счёт привлечения к анализу данных способности человека видеть и понимать изображения. В процессе развития визуализации как научной дисциплины было осознано, что человек лучше всего понимает и проникает в суть исследуемого явления, когда он может «погрузиться в мир исследуемого явления», то есть в пространство модели, и когда его «погружение» усиливается возможностью непосредственно манипулировать данными в пространстве модели. Так сформировалась технология виртуального окружения (виртуальной реальности), определяемая как «интерактивная графика . . . с трёхмерными моделями, когда комбинируется специализированная технология отображения . . . с прямым манипулированием объектами в пространстве модели». Виртуальная реальность, зародившись как фантастическая идея, в начале своей научной жизни представляла чисто академический интерес, а в настоящее время является новым мощным инструментом для создания систем с активным использованием человеко-машинного взаимодействия. Одной из ключевых задач человеко-машинного взаимодействия является создание среды общения, основанной на языке жестов. Поэтому актуальность темы диссертации Стародубцева И.С., посвящённой разработке новых алгоритмов, методов и средств естественного интерфейса на основе жестов, и её практическая значимость не вызывает сомнения.

Диссертационная работа состоит из списка основных обозначений, введения, трёх глав, заключения, списка литературы, содержит 24 рисунка и 3 алгоритмические вставки на псевдокоде, хотя в автореферате по небрежности указано, что «Диссертация состоит из . . . пяти глав . . . », конечно, это правильно, если введение и заключение назвать главами.

Во введении, содержащем все формально необходимые положения, определяется актуальность проблемы, формулируется цель, устанавливаются основные задачи исследований в области распознавания жестов и жестовых интерфейсов, показываются научная новизна и практическая значимость, даются сведения об апробации и публикациях. Судя по названию работы и по автореферату, **целью диссертационной работы** является разработка моделей объектов, необходимых для захвата движения человека и реализация методов захвата движения для построения естественного человеко-компьютерного взаимодействия на основе жестов. В диссертации же представлено несколько шире: «Целью данной работы является разработка программно-аппаратного комплекса, являющегося базой для построения естественного человеко-компьютерного взаимодействия, а так же разработка его математического обеспечения в виде математических моделей и алгоритмов».

В первой главе описывается модель и алгоритмы, обеспечивающие различные методики захвата движения, используемые для организации жестового взаимодействия. При описании «точечной» модели взаимодействия вводится понятия точки интереса и проекционных кадров, описаны методы анализа количества движения в кадре при помощи накопительных разностных буферов. Описаны процедуры и алгоритмы инициализации точки интереса и

поиска нового положения точки интереса. Также рассматривается подход, реализующий модель взаимодействия на базе учета положения всего тела человека. Описывается решение задач сегментации и скелетизации, формулируется задача слежения. Подробно описан алгоритм оценки параметров объекта слежения и набор алгоритмов и методов выделения частей скелета.

Вторая и третья главы посвящены описанию принципов реализации программно-аппаратного комплекса жестового взаимодействия. Представлена модульная архитектура комплекса и описаны подходы к реализации отдельных модулей, для обеспечения поддержки аппаратной независимости системы взаимодействия.

Основными научными результатами диссертации следует считать: разработку моделей и алгоритмов захвата движения и движения за объектами в пространстве, основанных на обработке карт глубин и использующих инициализацию точки интереса с помощью ключевых жестов и полное или частичное распознавание позы человека; описание новых подходов к созданию жестовых языков; реализацию программно-аппаратного комплекса, который является основой для человеко-компьютерных интерфейсов различного назначения, в частности, для использования в средах на базе виртуальной и расширенной реальности, для управления медицинским оборудованием и роботами.

Характеризуя диссертационную работу в целом, следует отметить **полноту и законченность** выполненной работы. Автора характеризует серьезная проработка решаемых задач, оригинальность решений и общая практическая направленность работ. Полученные результаты, в основном, решают поставленную задачу разработки программно-аппаратного комплекса, позволяющего построить человеко-компьютерный интерфейс на основе жестов. Разработанные автором методы динамического распознавания позы человека, оценки количества движения в сцене, захвата движения точечного объекта на основе карт глубин сцены являются оригинальными. Основным преимуществом оригинальных алгоритмов автора является то, что, в основном, они качественно и быстро осуществляют обработку информации, хотя автор и не приводит корректного сравнения с релевантными алгоритмами.

Полученные результаты основаны на приведённых математических выкладках и доказательствах, что позволяет считать их вполне обоснованными. **Достоверность результатов** и осязаемая **практическая польза** подтверждается действующими системами, успешной экспериментальной проверкой на реальном программно-аппаратном комплексе, апробацией на профессиональных конференциях и семинарах («Супервычисления и математическое моделирование, Саратов», «Российско-Корейском семинаре, Екатеринбург» и др.), публикациями в серьёзных журналах, где проводится тщательное рецензирование.

По содержанию оппонируемой диссертационной работы следует сделать следующие замечания:

1. *В работе неудачно выбраны названия глав. Во введении, кроме описания проблемы, содержится достаточно обширный обзор состояния дел в области жестовых интерфейсов, который можно было бы выделить в отдельный раздел. Первая глава перенасыщена материалом. Вторая глава, названная «Программно-аппаратная реализация» содержит функциональное описание комплекса. Однако в ней приводятся достаточно формализованные определения ряда понятий. Эти структурные недоработки приводят к сложности восприятия некоторых важных элементов описания результатов при рассмотрении алгоритмов и методов распознавания. Например,*

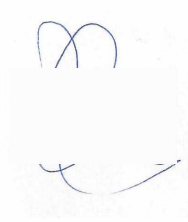
- (а) при описании одного из методов захвата движения при помощи распознавания скелета нет общей схемы действий,*
- (б) описание алгоритма распознавания кистевых поз дано без достаточной формализации.*

2. В тексте работы не достаточно примеров и сравнения с релевантными работами.
3. Встречаются досадные опечатки, например, стр.6, 2-й абзац снизу «заточкой интереса», вместо «за точкой интереса»; стр.33, 2-й абзац сверху «Л.М. Мистецкого», вместо «Л.М. Местецкого».

Однако приведённые недостатки не снижают в целом хорошего представления о данной диссертации, не опровергают её основных положений и выводов. Диссертация написана понятным языком и не плохо проиллюстрирована. Диссертация Стародубцева И.С. представляет собой законченное решение актуальной научно-технической задачи в области математического моделирования, численных методов, прикладного программирования и их приложений для науки, образования и промышленности. Предложенные автором подходы и разработанные алгоритмы и программы вносят значительный вклад в науку и технологию в области приложений машинной графики и научной визуализации к задачам создания высокоуровневых методов взаимодействия. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что рассмотренная диссертация «Модели, алгоритмы и программный комплекс для построения естественного человеко-компьютерного взаимодействия на основе жестов» соответствует уровню и полностью удовлетворяет всем требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК, предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а её автор СТАРОДУБЦЕВ Илья Сергеевич 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.



Клименко Станислав Владимирович

25 августа 2015 г.

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



Скалько Ю.И.