

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Федюкова Максима Александровича

«Алгоритмы построения модели головы человека по изображениям
для систем виртуальной реальности»

на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности

05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин,
комплексов и компьютерных сетей

Оценка актуальности темы диссертационной работы

В диссертационной работе рассматривается задача построения модели головы человека по набору изображений для использования в системах виртуальной реальности. Тематика работы соответствует области исследований «Человеко-машинные интерфейсы; модели, методы, алгоритмы и программные средства машинной графики, визуализации, обработки изображений, систем виртуальной реальности, мультимедийного общения» специальности 05.13.11.

Многопользовательские системы виртуальной реальности, моделирующие трехмерную среду, интенсивно используются для совместной работы, обучения и развлечений. С ростом интереса к подобным системам все более актуальным становится создание реалистичной и узнаваемой трехмерной модели человека. При этом для массового пользователя предпочтительной будет технология построения, которая не требует использования дорогостоящих сканирующих устройств и владения специальными навыками редактирования пространственных моделей, позволяя удобным и понятным способом корректировать работу автоматических процедур. Соответственно, перспективным направлением исследований является восстановление трехмерной модели объекта по набору изображений, полученных с помощью цифровых фотокамер, в том числе встроенных в различные портативные устройства.

В рамках диссертационной работы автором разработан комплекс алгоритмов, позволяющих построить узнаваемую модель головы на основе всего двух фотографий лица пользователя: фронтальной и профильной. При этом предложенные автором алгоритмы позволяют получать такие трехмерные модели либо автоматически, либо с минимальным участием пользователя.

Таким образом, тему представленной диссертационной работы, безусловно, следует признать актуальной.

Основные результаты и их новизна

1. В диссертации предложен новый алгоритм совместного обнаружения антропометрических точек лица на фронтальном и профильном изображении. Алгоритм

является развитием метода так называемых несвободных локальных моделей (constrained local models) и позволяет получить согласованные положения одних и тех же антропометрических точек на фотографиях в профиль и анфас. Найденные положения характерных точек используются на последующих этапах моделирования: при оценке параметров модели и синтезе текстур.

2. Автором предложен новый иерархический алгоритм оценки параметров трехмерной модели головы. Алгоритм учитывает последовательность восприятия и узнавания черт лица зрительной системой и находит требуемые значения параметров, сопоставляя контуры характерных деталей лица на трехмерной модели и фотографиях.
3. В работе предложен комплекс новых алгоритмов построения текстур для модели головы человека, включающий методы синтеза как видимых на исходных изображениях областей, так и невидимых (затылочная и теменная части головы, закрытые ушами участки, фрагменты радужной оболочки глаза).

Обоснованность и достоверность полученных научных результатов

Достоверность полученных в диссертации результатов гарантируется корректным применением математических методов и конструкций, программной реализацией разработанных методов, а также результатами проведенных вычислительных экспериментов. В частности, важными аргументами в пользу работоспособности предложенных автором методов являются улучшение воспринимаемого качества моделей и существенное сокращение времени их построения, показанные в рамках экспериментального сравнения с существующими коммерческими системами моделирования.

Практическая ценность

Предложенный автором комплекс алгоритмов построения модели головы человека по изображениям может быть использован в существующих системах виртуальной реальности, в частности, при проведении конференций, презентаций и рабочих совещаний. Автором произведена интеграция с широко используемыми приложениями виртуальной реальности Second Life и OpenSimulator. Помимо самостоятельного программного обеспечения автором разработан подключаемый модуль для популярной системы работы с трехмерной графикой Autodesk 3ds Max, что может быть удобно для широкого круга пользователей. Показателем практической значимости работы также является получение грантов по программе «Старт» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и успешное внедрение результатов исследования в ряде крупных компаний и организаций.

Замечания

В параграфе 3 главы 1 в описании требований к входным данным алгоритма обнаружения антропометрических точек сказано, что «для получения точных результатов в автоматическом режиме работы алгоритма фотографии должны быть строго анфас и в профиль (аналогично требованиям к фотографиям на паспорт [71]). Однако, учитывая, что предложенный в настоящей диссертации комплекс алгоритмов разбит на отдельные шаги, позволяющие неподготовленному пользователю легко вносить промежуточные корректировки, допустимы и существенные отклонения лица на фотографиях от положений анфас и в профиль [40]. В таком случае пользователю необходимо скорректировать положение неверно найденных антропометрических точек вручную, используя реализованный в программной системе инструментарий взвешенно-групповых преобразований [13]». При этом в работе не указано, насколько стабильно работает алгоритм при отклонении лица на входных фотографиях от положений строго анфас и строго в профиль. Остается неясным, будет ли корректно работать автоматический алгоритм при отклонении от положения строго в профиль, например, на 5° , 10° , 15° , и допустимы ли отклонения по вертикальной, поперечной, продольной осям.

В описании алгоритма также указано, что возможна работа с одним фронтальным и двумя профильными изображениями лица, но исследование качества обнаружения характерных точек и точности построения модели при работе с тремя фотографиями в диссертацию не включено. Следует отметить, что такая оценка улучшения качества поиска точек и подгонки параметров модели, безусловно, представляется интересной, поскольку лицо человека может обладать достаточно выраженной асимметричностью.

В работе не приводится описание антропометрических параметров используемого в реализации алгоритмов формата описания модели головы LAD. Также не указываются значения полученных параметров для приведенных в диссертации примеров построенных по фотографиям моделей.

Для оценки качества работы предлагаемого комплекса алгоритмов автор использует субъективное тестирование. Разрабатывая методику сравнительного эксперимента, автор опирался на описания двух аналогичных исследований по оценке качества моделей головы. Описание и сравнение этих экспериментов с авторским в диссертации не приводится. При этом упомянутые эксперименты решают разные задачи (оценка качества моделирования головы в одном случае и оценка качества симуляции выражений лица в другом); существенно отличаются и условия их проведения, в частности, количество оцениваемых моделей и число участников.

Также автору можно порекомендовать рассмотреть известные методики субъективной

оценки качества, используемые при решении аналогичных задач обработки изображений и компьютерной графики. В частности, представляют интерес процедуры субъективной оценки качества для алгоритмов сжатия видеоизображений и методов упрощения трехмерных моделей объектов.

Перечисленные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключительная оценка

Работа выполнена на хорошем научном уровне, содержит решение актуальной научной задачи, имеющей теоретическую и практическую ценность. Основные результаты, представленные в работе, обоснованы теоретически и экспериментально. Содержание исследования в достаточной мере опубликовано в научной печати. Результаты представлены автором на российских и международных конференциях и семинарах по компьютерной графике, машинному зрению и распознаванию образов, внедрены в крупных компаниях и организациях. Автореферат диссертации в полной мере соответствует ее содержанию.

Тематика и содержание диссертационного исследования соответствуют специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей. Работа удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Соискатель Федюков Максим Александрович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент,
канд. техн. наук по специальности 05.13.11,
научный сотрудник отдела интеллектуальных систем
Вычислительного центра им. А.А. Дородницына
ФИЦ ИУ РАН
(119333, Москва, ул. Вавилова, 40, тел. 8-499-135-41-63,
reyer@forecsys.ru)
24 февраля 2016 г.

И.А. Рейер

Подпись И.А. Рейера заверяю
Ученый секретарь ФИЦ ИУ РАН,
доктор технических наук
24 февраля 2016 г.



В.Н. Захаров