

ОТЗЫВ

научного руководителя Владимира Лазаревича Авербуха на диссертацию И.С. Стародубцева «**Методы, алгоритмы и программный комплекс для построения естественного человеко-компьютерного взаимодействия на основе жестов**», представляемой к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности **05.13.18** – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Первоначальная постановка задачи исследования связана с проблематикой естественных человеко-компьютерных интерфейсов (Natural User Interfaces – NUI). Под естественными интерфейсами понимаются интерфейсы, построенные на фиксации и распознавании какой-либо комбинации движений человека. Рассматривалась задача разработки жестовых трехмерных интерфейсов для использования в целом ряде приложений. Среди них можно указать, в частности, на управление роботами, манипуляции виртуальными объектами, управление медицинскими приборами, в тех случаях, когда традиционных методики взаимодействия с компьютером резко усложняет работу медиков (например, в условиях стерильных зон или действия излучений различных типов).

В результате исследований и разработок были предложены и обоснованы математические модели и методы, обеспечивающие захват движений человека, и реализован программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий создание человеко-компьютерных интерфейсов, основанных на жестах.

Рассматривается математическая модель силуэта антропоморфного гибкого объекта, используемого в распознавании. Реализованы метод динамического распознавания позы человека, численный метод оценки количества движения в сцене на основе накопительных разностных буферов и метод захвата движения точечного объекта на основе карт глубин сцены. Таким образом, в качестве аппаратных средств могут использоваться различные устройства, включая Microsoft Kinect, массивы стереокамер,

лазерные дальномеры и целый ряд других устройств, обеспечивающих вывод данные о глубине сцены.

Захват движения основывается на методах, используемых в теории обработки изображений. Предложены два метода захвата движения, первый из которых опирается на идею о слежении за объектом, как за точкой интереса. В этом случае нет необходимости в использовании контекстной информации о строении объекта интереса, что дает возможность проводить слежение за любыми подвижными объектами, независимо от их конфигурации. Особенностью данного подхода являются низкие требования к вычислительным мощностям. Вторым методом, опирается на использование контекстной информации о строении тела человека для восстановления полной позы в пространстве. В этом случае можно проводить слежение не только за руками пользователя, как за точками интереса, но и за другими конечностями, торсом и, даже, головой. Алгоритмы метода основаны на представлении силуэта множества точек, соответствующих пользователю, в скелетно-циркулярном виде и подгонки гибкого эталонного объекта для максимального соответствия с текущим силуэтом. Отметим, что предложенный метод позволяет проводить инициализацию пользователя по единственной позе и учитывает и естественным образом обрабатывает случаи частичного самоперекрывтия видимого силуэта. «Скелетизация» рассмотрена как задача построения множества срединных осей для замкнутого ограниченного множества точек, соответствующих наблюдаемому силуэту. Для этого используется аппроксимация множества с помощью многоугольной фигуры. Строится система понятий и определений, позволяющая, свести случаи поверхности, допускающей самоперекрывтие или самопересечение, к случаю плоского множества. После чего дается формулировка задачи слежения. Требуется оценить положение и позу оператора в пространстве по наблюдаемому силуэту с заданной точностью. Для решения

предлагается представление силуэта пользователя в иерархическом виде. Для первоначальной оценки параметров сегментов вводится понятие расширенного циркулярного дерева, которое является обобщением понятия циркулярного дерева (рассмотренного в работах Л.М. Местецкого) на случай силуэтов с самоперекрытиями/самопересечениями. Использование иерархического скелета дает возможность описать позу в виде совокупности положений соответствующих шарниров.

Реализованный в ходе работы над диссертацией программно-аппаратный комплекс позволяет иметь дело с облаком точек, соответствующих объектам видимой сцены. Такое облако точек можно получить, используя различные программно-аппаратные решения. Изначально проект был ориентирован на использование с массивом (стерео-) камер. Удешевление технологий и появление на рынке бытовых датчиков глубины позволило обобщить результат, полученный ранее для отдельных видов датчиков, и работать непосредственно с облаком точек, соответствующих карте глубин сцены, независимо от метода, которым оно было получено. Такой подход позволил расширить список поддерживаемых устройств, а также, возможность подключения новых разрабатываемых устройств. Аналогичные решения обеспечили модульность архитектура проекта, что позволяет заменять части комплекса их аналогами, наиболее подходящими для решения конкретной задачи.

В настоящее время разработанные интерфейсы используются в проектах по созданию средств взаимодействия с виртуальными средами для специализированных систем научной визуализации, реализуемых в ИММ УрО РАН. Проводятся опытные разработки и эксперименты по использованию естественных интерфейсов для систем на базе расширенной реальности, а также управления роботами. Рассматриваются и другие перспективные возможности использования разработок И.С. Стародубцева.

Считаю, что диссертационная работа И.С. Стародубцева выполнена на высоком научном уровне, соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. И.С. Стародубцев заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

доцент кафедры
информатики и процессов управления УрФУ,
заведующий сектором компьютерной визуализации
ОСО ИММ УрО РАН, к.т.н.

/В.Л. Авербух/

18.05.2015₂

Подпись В.Л. Авербуха заверяю:
Ученый секретарь ИММ УрО РАН,
кандидат физико-математических наук

/О.Н. Ульянов/



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт математики и механики им. Н.Н.Красовского

Уральского отделения Российской академии наук (ИММ УрО РАН)

620990, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, д. 16;

телефон: +7 (343) 374-83-32

тел./факс: +7 (343) 374-25-81

e-mail: dir-info@imm.uran.ru

Web: <http://www.imm.uran.ru>