

К. Д. Яшин¹, канд. техн. наук, доц., зав. каф.,
Г. В. Лосик², д-р психол. наук, ст. науч. сотр.,
В. В. Ткаченко², канд. техн. наук, зав. лаб.,
В. С. Осипович¹, канд. техн. наук, доц.,
e-mail: seth22@mail.ru,
О. А. Скаскевич¹, студент

¹ Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

² Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси

Метод противопоставления систем искусственного интеллекта и виртуальной реальности в преподавании когнитивной графики в университете

Описывается применение трехмерной визуализации информации в рамках изучения спецкурса "Когнитивная графика". Рассмотрены дидактические возможности, строение и принцип действия некоторых современных разработок, которые используются в процессе преподавания студентам высших учебных заведений одного из разделов информатики — компьютерной графики и визуализации.

Ключевые слова: трехмерная визуализация, стереомонитор, шлем виртуальной реальности, трекер глаз, стереоскопический видеозэкран, кластерный суперкомпьютер

Введение

Новизна в исследованиях зачастую формируется на стыке нескольких научных направлений, поэтому их преподавание в университете требует междисциплинарного подхода, новых дидактических приемов. В настоящее время все шире входят в практику компьютерные системы трехмерной, стереоскопической визуализации образной информации. Для восприятия человеком текста, страницы сайта отсутствие глубины пространства в плоскостном дисплее или на экране мобильного телефона не принципиально. Однако оно принципиально для тренажеров, где важен эффект "присутствия" человека в виртуальном пространстве. Стереоскопическая компьютерная визуализация, обеспечивающая человеку эффект присутствия, дала толчок второй технической идее — передать управление перерисовкой воспринимаемой человеком образной стереосцены трекеру. Система компьютерной визуализации, получая информацию о направлении взора человека, управляет перерисовкой видеосцены. В итоге сегодня системы виртуальной реальности — это не только системы стереоскопической трехмерной визуализации, но и системы-тренажеры, интерактивные диагностические системы, технические параметры которых в разработке подчиняются психологическому параметру: увеличение эффекта присутствия и взаимодействия. Для студентов на практических занятиях и лекциях полезна демонстрация этих систем.

Процесс технической эволюции систем виртуальной реальности идет неоднозначным и сложным путем. Поэтому преподавание в университете требует научного анализа этой эволюции, вскрытия закономерностей, предсказания хода ее дальнейшего развития. Следовательно, та концепция, которая выбирается для преподавания систем виртуальной реальности, является проекцией в будущее развития информационных технологий (ИТ).

Состоялись первые выпуски инженеров по специальности "Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий (ИПОИТ)" и квалификацией инженер-системотехник в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники (БГУИР, Минск). Подготовка таких специалистов начата в рамках новых для Беларуси направления образования "Эргономика" и группы специальностей "Эргономика информационных систем". Такой инженер обеспечивает проектирование и эксплуатацию различных информационно-технических систем, созданных с использованием современных когнитивно-информационных технологий. Он является специалистом по анализу человеко-машинных информационных систем и их разработке на основе психологически обоснованных требований и параметров [1—4]. У авторов статьи, таким образом, есть опыт многолетних экспериментов по преподаванию студентам спецкурса "Когнитивная графика" и особенно такого крупного его раздела, как изучение систем виртуальной реальности и тренажеров. В основу нашей разработки данного спецкурса был положен опыт преподавания информатики на кафедре системного программирования Санкт-Петербургского государственного университета. В статье рассмотрены вопросы преподавания студентам одного из разделов информатики, а именно — компьютерной графики и визуализации, т. е. раздела GV [5].

Организация и методическое обеспечение преподавания курса "Когнитивная графика"

Подготовку инженеров-системотехников специальности ИПОИТ в БГУИР выполняет кафедра инженерной психологии и эргономики. Имеется филиал кафедры в Объединенном институте про-

блем информатики (ОИПИ) Национальной академии наук Беларуси, где реализуются практические занятия для студентов. Назовем технические средства, с которыми знакомятся будущие инженеры-системотехники в Академии наук при изучении систем трехмерной визуализации информации:

- стереомонитор StereoPixel;
- шлем виртуальной реальности i-glasses-Pro;
- стереомонитор Philips;
- трекер движения головы и трекер глаз;
- стереоскопический видеоэкран;
- кластерный суперкомпьютер СКИФ-Триада.

Стереомонитор StereoPixel имеет размер экрана по диагонали 17 дюймов (43 см). Принцип действия стереомонитора основан на совмещении двух ортогонально поляризованных изображений, полученных от пары жидкокристаллических дисплеев (рис. 1). Последующая сепарация левой/правой половины стереопары в нем осуществляется через пассивные поляризационные очки. Глубина воображаемого объемного изображения достигает 3...5 м, поэтому можно видеть комнату в объемном изображении, где совсем рядом с человеком-зрителем расположен журнальный столик с книгой, а около дальней стены комнаты — телевизор. Для проведения практических занятий со студентами используется стереодисплей модели IcReflex. Такие стереодисплеи предназначены для медицины, а также для систем автоматизированного проектирования трехмерных объектов. Полноэкранный стереорежим поддерживается видеокартой персонального компьютера на основе чипсетов nVidia. В этом режиме

на компьютере могут работать 3D-программы на основе стандартов видеокарт DirectX и OpenGL с визуализацией образной информации через StereoPixel.

Студенты усваивают как аппаратно-программные знания о системе, так и психолого-когнитивные знания о современных системах трехмерной визуализации информации.

Студенты изучают также *шлем виртуальной реальности i-glasses Pro*. Он закрепляется на голове пользователя, как очки, и поддерживает стереоэффект восприятия (рис. 2). Такой переносной видеошлем предоставляет (одновременно) для левого и правого глаза различную картинку, и за счет горизонтального смещения кадров для левого и правого глаза относительно друг друга формируется стереоэффект. Шлем состоит из двух миниатюрных экранов (дисплеев) для глаз и наушников. В каждом из окуляров шлема i-glassesPro человек видит перед собой виртуальный экран диагональю примерно 180 см. Он видит изображение на экране в объеме; глубина изображения достигает 3...5 м. Такие шлемы применяют как тренажеры в центрах подготовки спецперсонала, кто сталкивается с быстро меняющейся ситуацией и должен уметь мгновенно действовать в зависимости от возникающей проблемы. Указанный шлем подключается к VGA выходу видеокарты или видеовыходу DVD плеера.

Студенты изучают *трекер отслеживания поворотов головы*. Он представляет собой устройство, встраиваемое в шлем виртуальной реальности. Трекер предназначен для перерисовки объемной картинки в шлеме. Он дает возможность, например,

увидеть салон автомобиля либо со стороны водителя, либо со стороны пассажира. Перемещение объемной картинки осуществляется трекером за счет движения головы человека, на которую надет шлем виртуальной реальности.

Студенты знакомятся со *стереомонитором трехмерного изображения Philips*. Его экран имеет размер 48 × 65 см и крепится на стене. Глубина воображаемой объемной картинки достигает 1...2 м. По всей площади монитора вертикально расположены 500...600 оптических полуцилиндров. На жидкокристаллический монитор подаются два изображения — для левого и правого глаза. Полуцилиндры с частотой 60 Гц подают изображение влево-вправо, и пространство между зрителем и экраном пронизано многими лучами. В итоге образуется 6...8 мест перед экраном

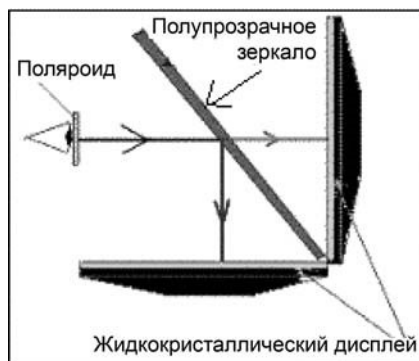


Рис. 1. Стереомонитор StereoPixel



Рис. 2. Шлем виртуальной реальности



монитора, где человек может наблюдать объемное изображение, если находит для себя удобное место перед экраном. Важно, что просмотр трехмерного изображения в этом случае не требует применения специальных очков.

Система управления компьютером движением глаз перемещает курсор по экрану монитора. Глазное яблоко — электрический диполь и при движении глаз в районе глазниц регистрируются изменения потенциалов. Знак потенциала зависит от направления поворота глаз, а амплитуда — от угла поворота глаз. Разработчики системы используют четыре электрода, закрепляя их около глаз человека. Нижние электроды служат для оценки вертикальной составляющей смещений взгляда человека (взора). Боковые электроды служат для оценки горизонтальной составляющей взора. По картинке потенциалов можно описать траекторию взгляда человека (взора) и использовать глаза в режиме реального времени для управления компьютером, например, для перемещения экранного курсора. Разработка относится к так называемым мозг-компьютерным интерфейсам.

В распоряжении преподавателя имеется *стереоскопический экран*, который предназначен для создания комнат виртуальной реальности, где стенами являются 3...4 таких стереоэкрана (рис. 3, см. третью сторону обложки). Размер экрана 2×3 м. Ткань экрана способна отражать свет двух поляризаций. На экран проецируется изображение одновременно с двух видеопроекторов. Поляризационные линзы к проекторам позволяют получать изображения — с одного из них с горизонтальной поляризацией света, а с другого — с вертикальной поляризацией. Человек снабжается специальными очками и они восстанавливают объемную картину. При этом мозг человека воспринимает ощущение глубины пространства 2...3 м. Поляризационные линзы к видеопроекторам разработаны в ОИПИ НАН Беларуси.

Приборная панель автомобиля создана на основе дисплея с объемным изображением картинок участков автомобильных дорог. Два налагаемых друг на друга изображения воспроизводят 3D-эффект на дисплее. После поворота ключа зажигания на дисплее автомобиля появляется объемная модель города (рис. 4, см. третью сторону обложки). Встроенная навигационная система направляет автомобилиста к месту назначения. Две камеры расположены прямо перед водителем и направлены на него. В режиме реального времени камера фиксирует положение глаз водителя

и расстояние между водителем и камерами. В результате в каждый момент времени изображения на 3D-дисплее приспособляются к зрительному аппарату водителя. Это гарантирует эффект объемного видения даже при быстром (беглом) взгляде водителя на панель и при любом положении водителя в кресле. Главное, для просмотра 3D-изображения не требуются специальных очков.

Студенты знакомятся с *суперкомпьютером серии СКИФ* разработки ОИПИ НАН Беларуси. Первая его версия — это большой суперкомпьютер с 60-ядерным процессором. Вторая версия — серия персональных кластеров СКИФ-Триада (рис. 5). Третья версия — серия "малых" компьютеров для персонального применения (еще меньших, чем персональные кластеры СКИФ-Триада). Четвертый этап: идет разработка еще большего, чем первый СКИФ, суперкомпьютера, полностью отвечающего современным международным стандартам.

Компьютеры СКИФ-Триада разработаны в рамках программы Союзного государства России и Беларуси. Они заполняют нишу, разделяющую обычные ПК и суперкомпьютеры, обеспечивая возможность использования суперкомпьютерных технологий в отдельно взятой организации. Компьютеры позволяют пользователям адаптироваться к переходу на вычислительную технику с параллельной архитектурой, которая существенно изменяет привычный стиль взаимодействия с компьютером. В семействе персональных кластеров СКИФ-Триада реализована возможность работы под управлением как операционной системы Linux, так и операционной системы Windows ComputeClusterServer 2003. Опытный образец кластера СКИФ-Триада применяется в качестве высокопроизводительного вычислительного устройства в аппаратно-программном комплексе слежения в реальном масштабе времени на



Рис. 5. Компьютер СКИФ-Триада

движущимися объектами. Второй образец используется в противотуберкулезном диспансере Минска в качестве высокопроизводительного вычислительного устройства в распределенной телемедицинской системе реального времени по цифровой флюорографии. К кластеру подключены городские поликлиники, объединенные в единую телекоммуникационную сеть. Третий образец используется в ОИПИ для проведения научных и инженерных расчетов и моделирования. Четвертый образец персонального кластера используется в ОИПИ в составе gLite сайта "BY-UHP" грид-сегмента Baltic-grid общеевропейской грид-сети.

Противопоставление концепций искусственного интеллекта и систем виртуальной реальности

Можно констатировать, что курсы лекций: системы искусственного интеллекта и системы виртуальной реальности близки по тематике к частным научным вопросам, которые входят в их состав. Оба курса непосредственно касаются вопросов переработки информации мозгом и компьютером, вопросов обучаемости нейронных структур, алгоритмов обучения с преподавателем и самообучения, константности распознавания образов. В то же время указанные два научных направления различаются концепциями, по которым исследователи используют научные сведения о работе компьютера и мозга человека. Поэтому в педагогических целях преподаватель может противопоставлять эти концепции. При создании систем искусственного интеллекта ставится цель заменить ею мозг человека, в то время как при создании систем виртуальной реальности ставится цель состыковать с мозгом современный компьютер, придав ему функции своеобразного нового "полушария" мозга. Появление систем виртуальной реальности стало возможным только недавно и объясняется не теоретическими, а технологическими успехами науки и техники. Значительно возросла быстрота работы процессора, возросли разрешающая способность и цветность дисплеев, появились трекеры, мгновенно отслеживающие движения разных органов человека. Вместе с тем, системы виртуальной реальности рассчитаны на интерактивное взаимодействие компьютера с мозгом человека сугубо в сфере образной, а не вербальной переработки информации. В итоге в ходе обучения студентов по курсу "Когнитивная графика" мы отмечаем превосходство систем искусственного интеллекта над системами виртуальной реальности и тренажерами в области обработки вербальной, знаковой информации, анализа текстовой информации. Нами подчеркивается в дидактических целях перспективность систем виртуальной реальности как концепции сохранить за мозгом в тандеме "мозг—компьютер" функцию совершать мыслительный акт, генерировать новую информацию. Эта концепция отрицает возможность нейросетевой

модели искусственного интеллекта генерировать новые знания в области образной информации.

В системе виртуальной реальности как подсистема обязательно присутствуют мозг человека, зрение, рефлекторные навыки. Поэтому мы отводим большое внимание в учебном процессе рассмотрению эффекта присутствия и эффекта взаимодействия. Эти два известных феномена мозга невозможно смоделировать в системах искусственного интеллекта.

В то же время в дидактическом плане в курсе "Когнитивная графика" рассматривается сходство архитектуры обучающих систем в области искусственного интеллекта и виртуальной реальности. Они условно противопоставляются и называются в первом случае — системами обучения текстовым знаниям, во втором случае — системами обучения образным знаниям. Обучающая система и в том и в другом случае предъявляет студенту порцию новой информации, регистрирует его реакцию как ответ на восприятие, измеряет ошибку и по запрограммированному сценарию корректирует ошибку неким сообщением в адрес студента. Аналогично архитектуре систем искусственного интеллекта (обучающим студента текстовым знаниям) мы в курсе "Когнитивная графика" рассматриваем архитектуру системы обучения образным знаниям (архитектуру тренажера). Она состоит из пяти модулей: модуль системы отображения информации для предъявления студенту стереоизображения, модуль регистрации реакции, модуль измерения ошибки, интеллектуальный модуль алгоритма обучения и модуль истории тренинга. Если в системе отсутствуют два последних модуля, она превращается в диагностическую, если три последних — в автоматизированное рабочее место.

Перспективы развития научно-технического и образовательного направления

Изучение современных систем трехмерной визуализации информации предполагает широкую самостоятельную работу студентов при выполнении курсовых и дипломных проектов. В курсе "Когнитивная графика" формулируются актуальные для медицины, промышленности и образования прикладные темы:

1. Разработка алгоритмов для тренажеров виртуальной реальности по формированию у человека сенсомоторных, инструментальных и навигационных навыков.
2. Разработка методов и средств сканирования, визуализации и интерактивного управления трехмерной машинной графикой.
3. Разработка тренажера для развития внимания.
4. Разработка тренажера на базе шлема виртуальной реальности для обучения зрительному таможенному осмотру.
5. Разработка тренажера для обучения хирургов.

6. Разработка систем диагностики когнитивных функций человека по трекингу его зора.

7. Разработка тренажера для пожарных.

8. Разработка тренажера для авиадиспетчеров.

9. Разработка тренажера для обучения работе на станках с числовым программным управлением.

Разработка тренажеров с 3D-изображением для подготовки медицинских специалистов обеспечивает: привыкание обучающихся к медицинским и хирургическим сценам; приобретение навыков идентификации и анатомического осмотра внутренних органов человека; приобретение навыков диагностики заболеваний по визуальным картинкам органов человека и др.

Разработка компьютерного тренажера с 3D-изображением для подготовки специалистов в области авиационной техники обеспечивает: приобретение навыков распознавания и идентификации узлов и агрегатов самолетов и вертолетов; приобретение навыков осмотра и оценки работоспособности узлов и агрегатов самолетов и вертолетов по визуальным картинкам этой аппаратуры и др.

Разработка компьютерного тренажера с 3D-изображением для подготовки специалистов по управлению беспилотными летательными аппаратами обеспечивает приобретение навыков восприятия операторами речевых сообщений, посылаемых аппаратурой летательного аппарата и др. Разработка манипулятора для передачи в руку пользователя персонального компьютера ощущения упругости и гибкости виртуального предмета, наблюдаемого на мониторе компьютера, в целях передачи пользователю не только визуального восприятия, но и тактильного восприятия этого предмета, может быть использована: в тренажере для хирургов; при разработке Интернет-магазина; при разработке информационной компьютерной системы для слепых людей и реализации возможности осязывать с помощью компьютера трудно доступные для них предметы и др.

Выводы

Разработана концепция преподавания в университете вопросов дальнейшего развития (техногенеза)

информационных технологий, в основе которого положен принцип дидактического противопоставления развития систем искусственного интеллекта и развития систем виртуальной реальности. Лекционные курсы "Системы искусственного интеллекта" читаются в БГУИР более 15 лет. Сюда входят спецкурсы "Нейросетевые модели", "Автоматическое распознавание образов", "Экспертные системы". Студентам хорошо известно это самостоятельное направление в информационных технологиях. Новое направление в информационных технологиях — системы виртуальной реальности — нельзя рассматривать как звено направления искусственного интеллекта. Поэтому с дидактической целью в нашем преподавании эти два направления сравниваются, анализируются и противопоставляются.

При подготовке статьи были использованы информационные ресурсы: www.stereo-pixel.ru, www.politex.by, www.really.ru, www.3dhd.ru, www.ohgizmo.com, www.irinagruzdeva.blogspot.com, www.nvworld.ru, www.reghardware.com, www.niiev.m.by, www.by.all.biz/g9945/, www.armsexpo.ru.

Список литературы

1. **Общеобразовательный** стандарт Республики Беларусь ОС РБ II-58 01 01—2007 "Высшее образование, первая ступень, специальность I-58-01 01 Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий, квалификация инженер-системотехник". Разработан Белорусским государственным университетом информатики и радиоэлектроники (Шупейко И. Г., Яшин К. Д.), утвержден и введен в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 2.05.2008, № 4, Минск.

2. **Борисенко В. Е., Олекс О. А., Прокопчик Т. К., Яшин К. Д.** Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий // Высшая школа. 2005. № 4. С. 18—20.

3. **Борисенко В. Е., Осипов А. Н., Яшин К. Д.** Инженерная психология информационных технологий. Парк высоких технологий — путь в интеллектуальное мировое сообщество // Докл. IV Междунар. конгресса "Развитие информатизации и системы научно-технической информации в Республике Беларусь" (Минск, 2004 г.). С. 262—267.

4. **Шупейко И. Г.** Эргономика в Беларуси // Высшая школа. 2007. № 5. С. 54—57.

5. **Рекомендации** по преподаванию информатики в университете: Пер. с англ. СПб.: Санкт-Петербургский университет, 2002. 372 с.