

ДГТУ В ВИРТУАЛЬНОМ МИРЕ: СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТОВ

Е.А.Башков, А.Я.Аноприенко, В.С.Бабков

Донецкий Государственный Технический Университет

Abstract

Baskov E., Anoprienko A., Babkov V. DSTU in a virtual space: creation of 3D-models of urban landscape. The simulation of virtual urban landscapes as the part of a virtual reality and history of simulation systems is described. The necessity of creation of virtual model of Donetsk State Technical University is reviewed. The creating technology of model is reviewed.

В докладе приведен обзор этапов развития виртуальных моделей городов. Доказывается необходимость создания компьютерной модели Донецкого Государственного Технического Университета как основы для построения модели центральной части города Донецка. Рассматривается технология создания модели.

Моделирование городского ландшафта как составная часть виртуальной реальности

Виртуальная реальность - это искусственно созданный мир, который воспринимается человеком, как и реальный, с помощью органов чувств, но имеет одну особенность: реальный мир существует независимо от желаний и возможностей человека, а виртуальный может быть создан по его желанию в любом виде. При этом создается почти стопроцентный эффект присутствия, то есть человек воспринимает созданный мир, как реальный, независимо от того, есть ли он его отображением или только воплощением фантазий. На современном этапе развития информационных технологий и их глобализации человечество проявляет тенденцию к образованию виртуальной копий многих составных частей реальной жизни. Красноречивым примером этого может служить система Active Worlds, которая представляет собой систему из нескольких десятков городов и известных исторических мест, которые смоделированы в виртуальной среде. Поскольку эта среда во многих случаях является отражением мира, который окружает человека в повседневной жизни, то значительную роль в нем играет моделирование городов, то есть той среды, которая является неотъемлемой частью современной жизни.

Потребность в моделировании городов возникла задолго до появления виртуальных миров в сети Internet. С развитием проектов планирование городских застроек возникла потребность в системе моделирования, которая позволяла бы оценивать качество и эффективность новых проектов до их реального воплощения. Эта потребность стимулировала разработку проектов создания виртуальных копий реальных городов. Подобные модели значительно упрощают процесс анализа новых

проектов и их оценки. Возможность наложения новых моделей на существующий ландшафт позволяет оценить взаимное влияние новых зданий и окружающих объектов еще на этапе проектирования. Интерактивные системы, которые позволяют наблюдать результаты влияния на городской ландшафт тех или иных изменений, являются эффективным средством планирования.

На современном этапе моделирование городов, в особенности в сети Internet, является одним из составных элементов общей информационной интеграции. Пользователь получает возможность почти “реально” путешествовать по городам, которые отдалены от него на тысячи километров. Кроме того, такие системы моделирования можно использовать как в развлекательных, презентационных, так и в научных целях, проводя на них исследования как технического, так и социального характера.

История развития систем моделирование городских ландшафтов

Первые проекты, которые упоминаются в литературных источниках – это модель университета и модель городской реконструкции “Avenches City” в Западной Швейцарии, выполненная в 1989 году [1]. Одним из первых крупномасштабных проектов виртуальных городов была модель “Virtual Los Angeles”, разработанная в 1994-1995 годах группой UST (Urban Simulation Team) Калифорнийского университета [2,3]. Хотя подобные проекты до начала 90-ых реализовывались только в военных и аэрокосмических отраслях, так как создание трехмерных моделей значительных территорий требовало применения баз данных огромных размеров, например, база данных вышеуказанного проекта имела объем порядка 1-2 Тб и при этом описывала площадь в 4000 кв. миль. Обработка такого количества информации и визуализация результатов в реальном времени требовала применения высокопроизводительных графических станций.

Данный проект реализовывался на основе географической информационной системы ArcView. Эта система имела двухмерное представление ландшафта и хорошо организованную базу данных для сохранения значительного количества разнообразной информации о нем. Одной из основных задач разработчиков системы “Virtual Los Angeles” было построение совокупности связей между трехмерной моделью и уже существующей базой данных. Трехмерная модель создавалась с помощью среды MultiGen. Этот программный комплекс использовался в военных проектах и позволял легко создавать такие элементы ландшафта как здания, улицы, деревья, машины и т.д. Разработанная модель требовала значительной вычислительной мощности от аппаратных средств и поэтому была реализована на четырехпроцессорной станции Опук фирмы Silicon Graphics. Пример внешнего вида сцены в данном проекте приведен на рис. 1 [4].

По образцу Лос Анжелеса модели подобного типа в 1996-1997 годах были созданы для Филадельфии, Сан Диего, Лас Вегаса и Санта Барбары. Таким образом, группа UST, основываясь на опыте своей работы с виртуальными моделями городов, сформулировала основные принципы, которым должна удовлетворять любая система моделирования городских ландшафтов [5]:

Интерактивность. Интерфейс системы должен позволять свободное передвижение по модели разными способами. Пользователь должен иметь возможность наблюдать сцену и с уровня земли, и с крыши небоскреба, свободно передвигаться между различными частями модели и т.д.



Рис. 1 - Проект "Virtual Los Angeles"

Интуитивность. Интерфейс системы должен быть как можно более простым и интуитивно понятным, что достигается использованием простой системы навигации.

Гибкость. Модель должна обеспечивать возможность манипулирования объектами сцены: передвижения, выделения, замены новыми объектами.

Реалистичность. База данных системы должна строиться с ориентацией на высокий уровень детализации. То есть реальная местность должна быть легко узнаваемой, так как это облегчает навигацию и избавляет пользователя от ощущения дискомфорта.

Адаптивность. Кроме непосредственно данных о сцене, база должна содержать сопутствующую информацию, представленную в разных форматах и привязанную к объектам сцены. Должен обеспечиваться режим выдачи данной информации по запросу пользователя.

Из вышеперечисленных рекомендаций следует, что эффективность и качество системы моделирования, в первую очередь, определяются способом организации базы данных. Реализация базы зависит от типа средств (программных и аппаратных), на которых будет реализован данный проект.

Перспективным направлением в развитии виртуальных городов является перенос систем моделирования с графических станций типа Опук и Octane фирмы Silicon Graphics на персональные ЭВМ. Кроме того, наибольший интерес представляет реализация подобных проектов с использованием Internet – технологий. В этом случае в особенности остро стоит вопрос о минимизации объема данных, которые принимают участие в обмене между сервером, который хранит базу данных и клиентской приложением.

На протяжении последних десяти лет базовой для реализации подобных проектов является технология VRML. Данная технология обеспечивает удобные и довольно мощные средства визуализации трехмерных моделей в окне браузера, обеспечивая при этом совместимость с множеством платформ.

Это направление в развитии систем моделирования городских ландшафтов начато проектом "Bath City Model" в 1991 году [6], внешний вид которого можно наблюдать

на рис.2 [4]. Этот проект создавался с помощью аэрофотографий и воссоздавал с точностью 0.5 метра исторический центр города площадью 2.5*3.0 км. Модель разрабатывалась в программном комплексе AutoCAD. Базовая модель была с помощью формата DXF (Drawing Exchange Format) перенесена на графические станции, потом обработана редактором Scene Viewer для придания реалистичности (освещение, текстуры и т.д.) и, в результате, сохранена в формате VRML. CASA (Center for Advanced Studies in Architecture) выбрал в качестве базового формата VRML (V1.0), рассчитывая на его дальнейшее развитие в направлении усложнения описания сцен и введения дополнительных возможностей (совместимость с многими платформами, простая связь с Internet, возможность удобного редактирования базы данных, интеграция в состав базы звуковых элементов, анимации, и т.д.).



Рис.2 – Проект “Bath City Model”

Признав направление использования VRML (прежде всего из-за распространения этого формата в сетях), в 1995 году CASA разрабатывает модель части Лондона - “London's West End model” [6]. База данных этой модели описывала территорию площадью 500*1000 метров. Формат VRML заранее предусматривал возможность создания на его основе значительных графических баз данных, поэтому в нем были заложены возможности оптимизации: прежде всего, Instancing-Optimization (многократное использование элементов сцены без их повторного описания) и Level of detail (уровень детализации). Размеры баз данных для описанных VRML-моделей значительно меньше, чем у систем, рассчитанных на графические станции. Подытоживая свой опыт, центр CASA сделал вывод, что VRML-модели имеют широкие перспективы, в особенности, при использовании в сетях и на среднестатистических ЭВМ обычных пользователей, поэтому именно это направление получило продолжение в моделях Токио и Берлина.

VRML остается самым удобным средством для построения моделей незначительных по размерам территорий благодаря заложенным в нем возможностям. Например, современная система Active World – это совокупность моделей в формате VRML, любая из которых описывает территорию площадью приблизительно в несколько квадратных километров. Навигация между отдельными сценами осуществляется с помощью телепортации. В состав сцены в системе Active World

входят также модели людей, которые представляют собой пользователей системы. Взаимодействие с системой обеспечивается специальным браузером, который осуществляет навигацию, наблюдение за сценой из разных позиций и общение между пользователями в виде чата. Следует отметить, что данный проект планировался как динамически развивающаяся система, при этом в процессе развития и совершенствования модели принимают участие сами пользователи. Пользователь может быть просто туристом, путешествующим по виртуальному миру, а может стать его жителем, получив при этом права строить свои сооружения и видоизменять ландшафт.

Однако в последнее время появляются новые технологии, которые по своим возможностям приближаются к VRML, и которые при совместном использовании могут составить ему сильную конкуренцию. Прежде всего, это технология сжатия графической информации *metastream*, которая позволяет значительно уменьшить объем информации, передаваемой каналами связи, используя метод удаления избыточных примитивов из описания сцены, и *Cult3D* – формат, который позволяет строить трехмерные сцены с обеспечением сложного взаимодействия с пользователем при значительном уровне сжатия данных. В частности, системы *metastream* и *Cult3D*, как и VRML, являются независимыми от платформ, так как работают в окнах стандартных браузеров при наличии соответствующих модулей (*plug-in*).

Построение виртуальной модели ДонГТУ

Компьютерные модели городского ландшафта получают в последнее время все более широкое распространение, как отдельные проекты, так и в тесной интеграции с существующими географическими информационными системами (ГИС) и другими подобными информационными структурами. Существует тенденция к слиянию крупных сетевых информационных ресурсов (базы данных, электронные библиотеки и галереи) с элементами виртуальной реальности. Этот процесс приводит к изменению характера взаимодействия между пользователем и информационным наполнением глобальной компьютерной сети. Использование моделей городского ландшафта во многих отраслях приобрело широкие масштабы в большинстве развитых стран.

Еще в Советском Союзе разрабатывались проекты, связанные с построением виртуальных моделей различных пространств. В основном это было связано с созданием тренажеров военного назначения. Подобные проекты были достаточно дорогостоящими и узкоспециализированными. Позже, в связи с отставанием в развитии аппаратной базы для построения подобных моделей, разработка моделей различных объектов, в том числе и городов, не получила соответствующего развития. Соответственно не проводились и исследования в области совершенствования аппаратных и программных средств моделирования виртуальных сред.

В иностранных источниках приводится такая классификация областей применения виртуальных моделей городов [5]:

1. Планирование городских застроек и проектов реконструкций.
2. Разработка и анализ архитектурных проектов.
3. Планирование и проверка расположения коммуникаций.
4. Анализ инвесторами возможных результатов тех или иных проектов.
5. Развлекательная индустрия.

6. Учебное применение при построении моделей исторических мест и моделей объектов, которые могут создать более наглядную картину тех или иных процессов или условий труда.
7. Использование виртуальных моделей городов политическими структурами и отдельными политическими деятелями для обеспечения связи с общественностью и для демонстрации тех или иных проектов.

Если рассматривать конкретную ситуацию, то назревает необходимость рассмотрения вопроса о создании виртуальной модели если не всего Донецка, то хотя бы его центральной части. Если опираться на приведенный выше перечень сфер применения компьютерных моделей, то очевидной, что большинство из этих направлений представляют несомненный интерес и для нашего региона. При этом для многих не является очевидной необходимость создания такой модели, так как широко распространено мнение о том, что виртуальные модели имеют лишь развлекательное назначение. Это неверно, хотя развлекательная индустрия и презентационное использование моделей могут быть источником значительных доходов, все же данное направление не является основным назначением виртуальных моделей.

Разработка и создание проекта «Виртуальный Донецк» – процесс трудоемкий и достаточно сложный, поэтому можно считать целесообразным начинать его разработку на менее масштабной модели. В качестве основы - первого шага к разработке крупного проекта можно считать создание модели Донецкого Государственного Технического Университета – его корпусов, студенческого городка и прилегающей территории.

Создание модели этой части городского ландшафта является оправданным хотя бы по таким причинам:

1. Виртуальная модель университета, как и модель любого городского ландшафта, может быть использована на этапе архитектурного планирования окружающих застроек и при разработке планов реконструкции моделируемой территории. В особенности, если учитывать, что модель не будет замкнутой системой, а в нее будут заложены возможности для расширения и интеграции с другими проектами. Именно поэтому данная модель должна стать первым шагом к разработке крупномасштабных проектов, то есть более емких по информационному наполнению. Такие проекты пока что не реализовывались, поэтому модель университета может стать объектом исследования в плане отработки технологий создания и построения виртуальной модели и выбора ее оптимального варианта.
2. Модель университета может быть использована для разработки и изучения схем расположения коммуникаций на территории учебного учреждения. В особенности это касается сетевых линий связи. Вообще, результат любого планирования, которое вносит изменения в городской ландшафт, наиболее наглядно будет отображено именно на трехмерной модели. При этом особый интерес вызывает применение подобных моделей в геологических отраслях, особенно при интеграции с существующими базами данных и системами двумерной визуализации рельефа. Переход к трехмерному моделированию в подобных системах, повышение уровня интерактивности и переход к реализации проектов как сетевых информационных ресурсов позволит повысить степень наглядности и эффективности при изучении геологических процессов, изменений рельефа и оценке и отладке проектов подземных и наземных сооружений и коммуникаций.

3. С распространением сети Internet в пределах университета желательной является реализация именно сетевого варианта модели. Это обеспечит легкий и удобный доступ к ней как для студентов и преподавателей университета, так и для всех желающих. Сетевая виртуальная модель университета может быть использована в презентационных и учебных целях, так как такая модель будет давать представление об университете с большим эффектом, чем просто сайт с текстом и фотографиями. Кроме того, учебное назначение модели предусматривает ее использование для разных видов технических и социальных исследований.
4. При построении модели возможно привлечение студентов к работе над проектом, в первую очередь это касается специальностей, на которых изучают трехмерное моделирование. Студенты могут принимать участие в создании моделей тех или иных объектов в рамках лабораторных и курсовых работ. Изучение вариантов построения модели может потребовать применения нестандартных аппаратных средств для разработки и визуализации – здесь открывается широкое поле деятельности для разработки и совершенствования аппаратных средств с целью повышения качества и эффективности применения моделирующей системы.

Технология создания модели

Технология создания и принцип организации трехмерной модели зависит от сферы ее применения. Можно выделить два направления в создании моделей:

- 1) демонстрационное назначение: модель используется для демонстрации какой-либо части ландшафта или результата реализации некоторого проекта. Наиболее часто такие модели предназначены для размещения на страницах в Internet. Структуры данных такой модели должны обладать минимальным размером и обеспечивать высокое качество визуализации и высокую степень интерактивности.
- 2) применение в качестве рабочего инструмента для создания и анализа различных проектов. Структуры данных такой модели должны быть оптимизированы для работы с большим объемом информации. В этом случае чаще всего модель реализуется в рамках отдельного приложения и ее главное свойство – модифицируемость. Т.е. возможность коррекции информации о модели в реальном времени с удобным интерфейсом пользователя.

При создании моделей первого типа целесообразно использовать уже существующие широко распространенные форматы, предназначенные для размещения трехмерной графики в Internet: VRML, Cult3D, MetaStream, Adobe Atmosphere и т.д. При этом каждый формат имеет свою сферу применения:

VRML – создание достаточно крупных моделей различных ландшафтов и объектов с обеспечением приемлемой степени интерактивности и интеграцией с различными типами данных (графика, текст, звук и т.д.).

Cult3D – создание моделей с высокой степенью сжатия результирующих структур данных при обеспечении очень высокой степени интерактивности.

MetaStream – создание моделей мелких объектов с высокой степенью сжатия данных и обеспечением интерактивности, направленной, в основном, на демонстрацию внешнего вида объекта.

Следует отметить, что модели данного типа отличаются простотой реализации, низкими финансовыми затратами на их разработку и возможностью обеспечения всеобщего доступа к ним посредством сетевых технологий.

Модели второго типа реализуются в виде специализированных проектов с применением особой структуры хранения данных и их обработки. Данный вариант может обеспечивать максимальную эффективность работы системы, ее высокий уровень реалистичности и большой набор выполняемых функций, но такой проект будет значительно превосходить остальные варианты по затратам времени и финансов, а кроме того, может потребовать разработки и создания специализированных аппаратных и программных средств визуализации. На данный момент лучшим средством моделирования крупных городов и территорий другого типа является программный комплекс, разработанный фирмой Multigen. О масштабах реализуемых с его помощью проектов можно судить по рис. 3, на котором изображена часть ландшафта, созданная с помощью вышеуказанного комплекса. Как можно видеть, модель не только имеет высокий уровень детализации и реалистичности, но также включает моделирование динамических моделей автотранспорта, людей и т.д.



Рис.3 – Пример модели созданной с применением комплекса Multigen

Как говорилось выше, виртуальная модель ДонГТУ позволит отработать на ней методики и технологии построения системы моделирования. Возможны различные варианты реализации проекта:

- с “нуля”, то есть трехмерная сцена (объекты, схема их расположения, связи между объектами) полностью создается в редакторе трехмерных объектов и затем преобразуется в удобный формат, добавляются элементы навигации и т.д.
- на основе существующей двухмерной информационной системы (ГИС – географической информационной системы), при этом просто вводится информация о высоте объектов, добавляются элементы оформления для придания реалистичности и также выполняется приведение сцены к некоторому компактному и удобному формату.

В общем виде процесс построения трехмерной модели городского ландшафта изображен на рис. 4.

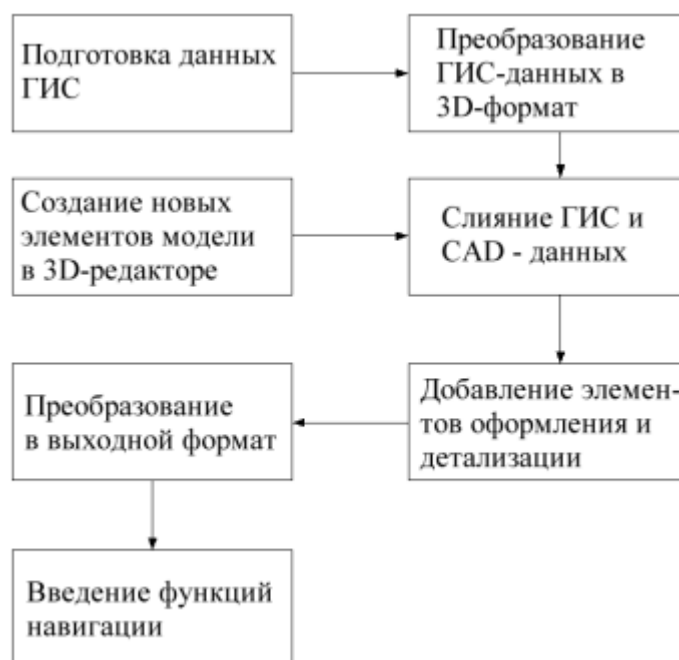


Рис. 4 - Общая схема построения трехмерной модели городского ландшафта

Именно в процессе создания виртуальной модели ДонГТУ имеется возможность проанализировать существующие варианты реализации, и разработать схему создания модели с учетом тех, требований которые к ней предъявляются. При этом возможна разработка и внедрение новых способов структуризации графических баз данных и методов их обработки.

Таким образом, создание виртуальной модели университета - важная и оправданная задача. В качестве примера первой попытки такой реализации можно привести модель, созданную во время изучения трехмерной графики в Java-апплетах. Внешний вид модели, доступ к которой можно получить по адресу (<http://www.uran.donetsk.ua/~masters/fvti/babkov/dis/aplet.htm>), приведен на рис.5.

Данная модель имеет низкий уровень детализации и реалистичности, но это лишь первая попытка дать представление о возможностях таких моделей. Навигационная панель системы позволяет свободно рассматривать территорию ДонГТУ (1, 2, 4, 5, 8, 9 - корпуса) со всех сторон. Следует отметить, что этот вариант модели создан на языке Java и он является скорее демонстрационным, так как не предусматривает удобного расширения и дополнения сцены. Поэтому перспективным является переход к другим более универсальным и современным технологиям. На данном этапе в стадии разработки находится VRML-модель, создаваемая с применением фотографических текстур и имеющая высокий уровень реалистичности и детализации. Пример модели 5-го корпуса ДонГТУ из данного проекта приведен на рис.6.

То есть первоочередной задачей является разработка конкретной технологии создания системы моделирования как путем анализа уже существующих систем, так и

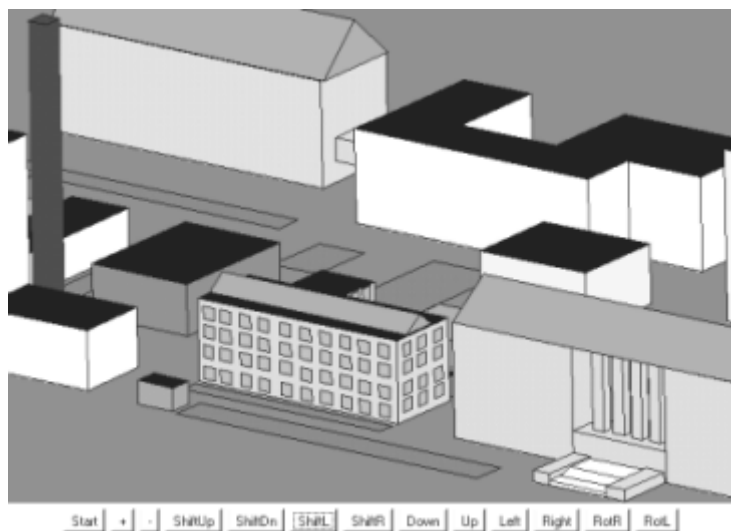


Рис. 5 – Модель ДонГУ в виде Java-апплета



Рис. 6 – VRML-модель 5-го корпуса ДонГУ

путем разработки и создания новых, более эффективных структур хранения информации о трехмерной сцене и новых методов ее обработки. Это позволит использовать проект виртуального ДонГУ как основу для построения виртуальной модели центральной части Донецка, обладающей широкими возможностями и имеющей высокий показатель эффективности при использовании в различных отраслях.

Литература

1. G. Schmitt, F. Wenz, F. Gramazio, Urban space simulation by computer Graphics (http://xar-caad.ethz.ch/trace/TOKYO_TRACE.html).
2. R.Liggett, S. Friedman, W. Jepson, Interactive Design/Decision Making in a Virtual Urban World: Visual Simulation and GIS, 1996 (<http://www.aud.ucla.edu/~robin/ESRI/p308.html>).
3. B.Delaney, Visualisation in Urban Planning: They Didn't Build LA in a Day, IEEE Computer Graphics and Applications, May/June 2000, p10-16.

4. M. Dodge, S. Doyle, A. Smith, S. Fleetwood, Towards the Virtual City: VR & Internet GIS for Urban Planning, Virtual Reality and Geographical Information Systems, Birkbeck College, 22nd May 1998.
 5. R. Chan, W. Jepson, S. Friedman, Urban Simulation: An Innovative Tool for Interactive Planning and Consensus Building, 1998 (<http://www.asu.edu/caed/proceedings98/Chan/chan.html>).
 6. V. Bourdakis, From CAAD to VR; Building a VRML model of London's West End, 1996 (<http://fos.bath.ac.uk/vas/papers/3rd-UKVRSIG/>).
-

Как правильно ссылаться на данный доклад:

Башков Е.А., Аноприенко А.Я., Бабков В.С. ДонГТУ в виртуальном мире: создание трехмерных моделей городских ландшафтов // Доклад на международной научно-практической конференции «Эффективность инженерного образования в XXI веке» 29-31 мая 2001 года. – Донецк, ДонГТУ, 2001.