

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВИРТУАЛЬНЫХ СРЕД НА ОБЛАЧНОЙ ПЛАТФОРМЕ*

© 2017 г. В. В. Грибова, Л. А. Федорищев

Владивосток, ИАПУ ДВО РАН

gribova@iacp.dvo.ru, leo1987@mail.ru

Поступила в редакцию 13.05.15 г. После доработки 11.07.17 г.

Описана концепция разработки и управления профессиональными виртуальными средами с помощью инструментального комплекса. Представлено управление логической моделью виртуальной среды при помощи новой расширенной онтологии. Показана технология управления 3D-сценами на основе презентационного представления модели виртуальной среды. Приведен механизм создания и управления специфическими функциями обработки виртуальных сред, а также интерпретации и запуска виртуальной среды с учетом проверки ее целостности.

DOI: ...

Введение. В настоящее время в мире активно используются интеллектуальные системы для решения различных профессиональных задач. Особое место среди них занимают интеллектуальные системы со средствами виртуальной реальности (виртуальные среды), предназначенные, прежде всего, для создания симуляторов, компьютерных обучающих тренажеров, которые позволяют в виртуальной реальности проводить отработку моторных навыков, знаний, ставить безопасные виртуальные эксперименты и т.п. Однако разработка виртуальных сред в системах такого класса связана с различными трудностями [1]. Учитывая, что существенную часть системы составляют знания экспертов, они в соответствии с технологией создания интеллектуальных систем выделяются в отдельную компоненту, разрабатываются и сопровождаются экспертами предметной области. При создании систем с виртуальной реальностью с использованием существующих на рынке средств реализации виртуальной реальности включение экспертов в процесс разработки и сопровождения как полноправных участников разработки ограничен (они выступают только в качестве консультантов). Основные причины: средства разработки ориентированы на программистов, знания описываются на некотором языке программирования (описание зависит от средства разработки) и встраиваются в программный код системы. Также необходимо отметить, что коллектив, участвующий в разработке систем такого класса, включает специалистов разного профиля, часто удаленных географически, что также накладывает ограничения и сложности на процесс разработки. Учитывая все возрастающую потребность в системах с виртуальными средами, предназначенными для решения профессиональных задач в некоторой предметной области и обучения специалистов, авторами предложен инструментальный комплекс ИРВИС (интернет-разработки виртуальных интерактивных сред) [2], разработанный для создания интеллектуальных систем с виртуальной реальностью. Основными характеристиками комплекса являются: 1) выделение экспертных знаний в отдельную компоненту, которую разрабатывают и сопровождают эксперты предметной области с помощью структурного редактора, управляемого онтологией виртуальной среды; 2) поддержка коллективной разработки за счет того, что инструментальный комплекс реализован как набор облачных сервисов; 3) декларативное описание всех компонентов программного средства с последующей интерпретацией декларативной модели; 4) возможность подключения к интерпретатору дополнительных агентов, расширяющих его функциональность; 5) реализация непосредственно интеллектуальной системы с виртуальной реальностью также в виде облачного сервиса.

Целью данной работы является анализ предложенных решений при реализации программного комплекса, его сравнение с аналогами, а также описание приложений, реализованных с использованием комплекса.

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-07-00340; 15-07-03193).

1. Существующие решения. В настоящее время предлагается множество алгоритмов, моделей разработки и сопровождения виртуальных сред [3, 4]; существуют различные специализированные и универсальные инструментальные средства, пакеты прикладных программ, библиотеки для создания виртуальных сред общего назначения: Дельфин, ToolBook, Lectora, CAVE, WorldToolKit, Avango, Lightning, Juggler, Unity3D, Virtools, Alternativa3D, Flare3D и мн. др. На рынке представлены и специализированные игровые проекты, например Minecraft, BlockByBlock, Sims и другие, которые нельзя рассматривать как инструменты разработки профессиональных виртуальных сред, поскольку они ограничены только игровым пространством и специализированными игровыми объектами, но они позволяют пользователям строить свою собственную виртуальную реальность, находясь непосредственно в ней самой.

Имеется множество факторов, влияющих на ценность и применимость инструментального средства, и технологий для разработки виртуальных сред. Практически все рассмотренные инструментальные средства разработки показали высокие результаты в таких категориях, как компьютерная графика, использование аппаратных устройств, интерфейсы. Однако кроме упомянутых факторов специфика профессиональных виртуальных сред (ПВС) накладывает на инструменты разработки следующие принципиальные критерии: ориентированность на экспертов предметной области, упрощение разработки, сопровождения, развертывания, а также облачность (для расширения возможности применения ПВС, отсутствия специализированных требований к характеристикам компьютеров, операционным системам, установке). В свою очередь ориентированность на экспертов означает поддержку технологии, при которой экспертные знания выделяются в отдельный компонент, экспертам предоставляется удобная и понятная им “среда разработки”. Под “средой разработки” следует понимать терминологическую и инструментальную поддержку создания, модифицирования и расширения экспертных знаний.

Включение в разработку экспертов предметной области. Представленные на рынке средства разработки не ориентированы на предметных специалистов (экспертов). Так, VRSpace, Vrui VR Toolkit, ViSTA, dVISE, Alternativa3D предназначены исключительно для программистов, поскольку содержат редакторы скриптов (консольные редакторы), что ограничивает включение в процесс разработки не только экспертов, но и дизайнеров, которые могут выступать как консультанты программиста. В других средствах с мощными интегрированными редакторами, таких, как Vizard Virtual Reality Toolkit, Unity3D, Flare3D, можно провести разделение на виды работ: дизайнеры могут отдельно редактировать представление сцены, модели объектов и т.д. Однако в данных средствах модели (графические образы объектов на сцене), скрипты, управляющие ими, логика сценария (выполненная программистом), которой должно подчиняться все происходящее на сцене, — все очень сильно связано друг с другом и часто не может быть отделено друг от друга. В языковых средствах нет никаких особых стандартов, поэтому в инструментариях используются самые различные языки для написания скриптов логики программы. В Vizard Virtual Reality Toolkit скрипты пишутся на Python, в VRSpace — Java, JavaScript; в Vrui VR Toolkit, ViSTA — C++, в Unity3D — C#, JavaScript, в Alternativa3D и Flare3D — AS3. Другими словами, все они ориентированы на программистов: пользователи, не имеющие IT-подготовки, разрабатывать самостоятельно логику не смогут.

Графика и Интернет. Работа с трехмерной графикой — важная часть любой виртуальной среды. Новым важным требованием при этом становится возможность работать через Интернет, позволяя виртуальным средам действовать как облачные сервисы. Однако хорошая компьютерная графика основывается на мощных аппаратных возможностях компьютера, которые доступны только на “локальном уровне”, т.е. непосредственно на компьютере пользователя. Отображение уровня графики, которая бы с таким же успехом воспроизводилась в Интернете, в существующих инструментальных средствах найти не удалось, так как все они в своей основе спроектированы как “десктопные” инструментальные средства. Поэтому инструментальных средств для разработки виртуальных сред, дающих возможность работать “в облаках”, в настоящее время не обнаружено. На момент анализа существовали только отдельные технологии (Flare3D, Unity3D и др.), позволяющие реализовать необходимые возможности трехмерной графики в Интернете, однако не как цельные инструментальные средства для создания виртуальных сред.

Таким образом, проанализировав существующие на данный момент инструментальные средства, можно сделать вывод о том, что в настоящее время не существует полноценных инструментальных средств разработки виртуальных сред, удовлетворяющих новым поставленным требованиям.

2. Методы и технологии реализации. В качестве решения первой поставленной проблемы (экспертно-ориентированной разработки) авторами данной статьи был предложен декларативный подход на основе онтологий. Согласно данному подходу, виртуальные среды вначале описываются экспертами предметной области как декларативные модели по предложенному авторами формализму — универсальной онтологии виртуальных сред [5] (рис. 1). Таким образом, разработка делится между различными



Рис. 1. Онтология виртуальных сред

специалистами: экспертами, дизайнерами и программистами. При этом основное описание логики работы виртуальных сред выполняют эксперты предметной области, а не программисты, что является более естественным в силу того, что именно эксперты обладают полноценными знаниями о задачах, которые предполагается решать, используя средства виртуальной реальности.

В качестве решения второй задачи (обеспечения облачности как инструментария, так и непосредственно ПВС) авторами данной статьи предложен и реализован программный комплекс, базирующийся на облачной платформе IASaaS [6].

Для обеспечения ПВС качественной трехмерной графикой на облачной платформе были рассмотрены различные существующие технологии: DirectX, OpenGL, Unity3D, Flash, Silverlight и др.

Технологии на основе DirectX, OpenGL имеют хорошую производительность и качество графики, хорошую поддержку и документацию. Однако, несмотря на то, что существуют механизмы использования данных технологий в браузере (в частности, через NaCl – Native Client), они главным образом предназначены для разработки “стандартных” десктопных клиентов на C++, C#, Java (т.е. не для работы с веб-клиентом). Кроме того, они требуют достаточно сложного кодирования на этих языках.

Unity3D также имеет хорошую производительность и качество графики и, кроме того, изначально рассчитан на разработку интернет-приложений (т.е. может быть веб-клиентом). Однако Unity3D предполагает модульное программирование, ориентированное на компьютерные игры.

Существует стандарт WebGL (на основе того же OpenGL) – программная библиотека для языка JavaScript, позволяющая создавать интерактивную 3D-графику. За счет использования низкоуровневых средств поддержки OpenGL часть кода на WebGL может выполняться непосредственно на видеокартах, что дает хорошую производительность. Однако данный стандарт в настоящее время еще развивается и на момент разработки системы ИРВИС находился в зачаточном состоянии, не предоставляя многих возможностей, как программных, так и интерфейсных. В настоящее время ситуация с данным стандартом значительно улучшилась. Поэтому, возможно, в будущем будет сделан переход именно на данную технологию.

Flash – мультимедийная платформа компании Adobe для создания веб-приложений. Для своей работы Flash требует Flash Player – виртуальную машину, на которой выполняется загруженный из Интернета код Flash-программы.

Преимущества технологии Flash.

Плагин Flash установлен у большинства пользователей Интернета (более 90%). Это означает доступность и хорошую распространяемость Flash-приложений.

Совмещение технологий растровой и векторной графики, что позволяет существенно сокращать объемы памяти, расходуемой графическими приложениями на Flash.

Наличие мощной платформы, языка программирования и богатой функциональности для разработки интернет-приложений на Flash.

Полноценная поддержка аппаратно-ускоренной трехмерной компьютерной графики.

Присутствие большого количества различных бесплатных средств разработки, включая библиотеки, редакторы, фреймворки.

Таким образом, на основе проведенного анализа был сделан выбор в пользу технологии Flash для реализации веб-клиента системы. Тем не менее, выбранная реализация на Flash является независимой от основной системы виртуальных сред и может быть заменена другой технологией в будущем.

3. Реализация программного комплекса. Реализация программного комплекса выполнена на основе клиент-серверной архитектуры. Клиентом может выступать компьютер, находящийся в любом месте планеты, с установленным на него интернет-браузер с подключенным плагином Flash. Сервер реализован на основе мультиагентной технологии и располагается на облачной платформе IACPaasS.

Распределение нагрузки между клиентом и сервером определяется в соответствии с возложенными на них задачами. Сложные аппаратные вычисления, необходимые для отображения качественной трехмерной компьютерной графики, реализуются на клиенте. На сервере выполняется логика: определяются сценарии поведения пользователя в виртуальной среде в соответствии с интерактивной информацией, полученной от клиента, меняется и текущая декларативная информация о виртуальной сцене.

Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется путем постоянного обмена асинхронными сообщениями (рис. 2)

Основные интерактивные возможности по взаимодействию с виртуальной средой доступны пользователю на клиенте, так как именно на нем происходит рендеринг сцены и прослушка событий манипуляторов (мышь, клавиатура). Это позволяет осуществлять буквально синхронное взаимодействие пользователя со средой в режиме реального времени. После любого действия пользователя информация об этом поступает на сервер асинхронно и не замораживает других действий пользователя. Ответ от сервера в большинстве случаев не требует синхронности.

Оптимизация загрузки данных. Одна из задач, которая возникает при создании виртуальной среды на клиенте на основе информации, полученной от сервера, – это загрузка массы графической информации, которая хранится на сервере платформы. Для оптимизации данной задачи было принято решение при первичной обработке информации о сцене накапливать информацию о требуемых объектах

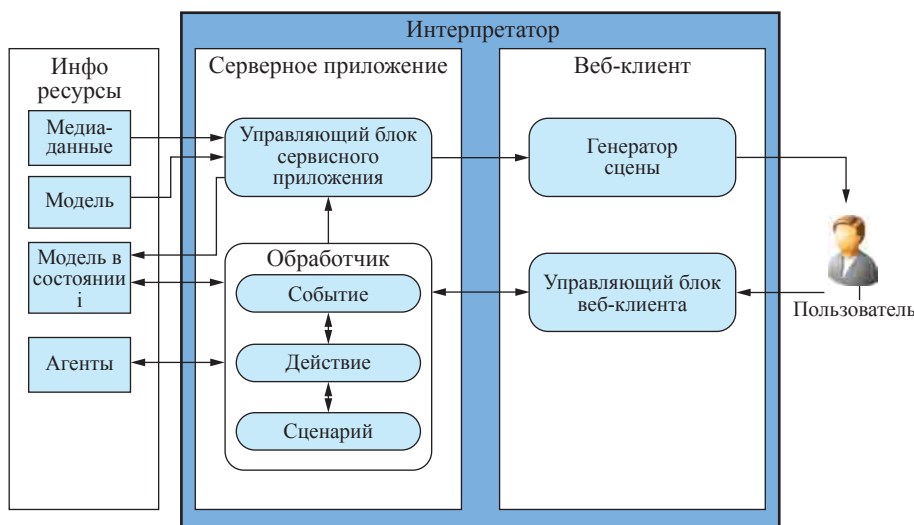


Рис. 2. Модель клиент-серверного взаимодействия в виртуальной среде

в специальном массиве. Затем на основе данной скомпонованной информации на сервере формируется единый ответный массив всех указанных графических данных в виде бинарных файлов, который затем архивируется и отправляется клиенту в виде единственного ответа.

Безопасность. Программный комплекс ИРВИС располагается на облачной платформе и, следовательно, обладает всеми преимуществами безопасности, авторизации (идентификации), надежности, которые предоставляем ему данная платформа. Платформа IASaaS спроектирована таким образом, что все пользователи и разработчики имеют различные права в зависимости от полученных ими полномочий в соответствующей предметной области. В вопросе серверного программирования платформа также берет задачу безопасности на себя: 1) предоставляет специализированный API, который инкапсулирует небезопасные функции, 2) производит фильтрацию подключенных внешних библиотечных скриптов. Надежность комплекса ИРВИС также обеспечивается за счет надежности самой облачной платформы, на которой, как минимум, регулярно выполняется резервное копирование данных.

4. Сравнение с аналогами. Сравнение разработанного программного комплекса с аналогичными решениями проводилось по следующим критериям (таблица):

Таблица. Сравнение подходов к разработке профессиональных виртуальных сред

| Критерий | Программный комплекс ИРВИС | Другие средства разработки виртуальных сред общего назначения |
|---|---|--|
| Настройка и развертывание | Виртуальные среды работают как сервисы платформы IASaaS. Нет необходимости что-то настраивать и устанавливать | Виртуальные среды представлены отдельными системами или exe-файлами, требующими настройки и отдельного развертывания у пользователей |
| Сопровождение и управление | Облачность платформы и интерпретация виртуальных сред обеспечивают простое сопровождение и управление | Любое изменение виртуальных сред требует перекомпиляции и переустановки системы у пользователей |
| Включение экспертов в процесс разработки | Эксперты предметной области принимают непосредственное участие в разработке, создавая декларативную модель на основе экспертных знаний без непосредственной помощи программиста | Эксперты предметной области могут выступать только консультантами для программистов |
| Разделение работ между специалистами | Разделение разработки между экспертами и дизайнерами обеспечивается соответствующим разделением онтологии на два уровня. Экспертам для работы предлагается структурный редактор, дизайнерам – графический редактор | Эксперты могут работать только вместе с другими специалистами. Дизайнеры не могут сформировать графическое представление сцены без участия программиста, который строит сцену программным способом из разработанных дизайнером моделей |
| Доступность через Интернет | Облачность платформы обеспечивает доступ к профессиональным виртуальным средам через Интернет как веб-сервисам | Реализация доступа через Интернет требует дополнительной работы с интернет-серверами, соответствующими скриптами, сессиями и т.п. |
| Использование технологий современной компьютерной графики | Технология Flash, положенная в основу клиентского модуля графического редактора и интерпретатора, выводит трехмерную графику через видеокарту и аппаратное ускорение, что обеспечивает современный уровень компьютерной графики | Использование современных графических библиотек на базе DirectX, OpenGL обеспечивает высокое качество компьютерной графики |

Настройка и развертывание. Программный комплекс разработан в рамках облачной платформы IASaaS и доступен пользователем через Интернет. Это означает отсутствие необходимости сложной настройки и развертывания системы в отличие от большинства средств разработки виртуальных сред.

Сопровождение и управление. Благодаря облачной платформе и работе инструментальных средств как веб-сервисов, программисты, дизайнеры и эксперты могут сопровождать виртуальные среды удаленно, где бы они ни находились. Использование декларативного подхода дает возможность вести разработку, постоянно изменяя и отлаживая модель виртуальной среды, без необходимости ее перекомпиляции и загрузки на сервер. Другие системы имеют высокую трудоемкость сопровождения как из-за традиционного программного обеспечения (не веб-сервисов), так и из-за необходимости перекомпиляции и сложности обновления программного обеспечения у пользователей.

Включение экспертов предметной области в процесс разработки. Созданный программный комплекс ориентирован на привлечение к работе над виртуальными средами экспертов предметной области, которые способны без помощи инженеров по знаниям и программистов определить все логическое наполнение программы в отличие от большинства других систем, в которых эксперты выступают только консультантами.

Разделение работ между специалистами. Программный комплекс рассчитан на разделение разработчиков и главным образом ориентирован на экспертов предметной области и дизайнеров. В большинстве же других систем предполагается ориентированность на высококвалифицированных программистов.

Доступность через Интернет. Программный комплекс доступен всем (как разработчикам, так и пользователям) через облачную платформу IASaaS в Интернете. Большинство других систем реализованы как традиционные настольные программные системы, что означает сложность доступа к программам.

Использование технологий современной компьютерной графики. Программный комплекс обладает высоким уровнем трехмерной компьютерной графики (доступной через браузер), не уступающим по качеству сложным настольным программным системам, которые используют технологии DirectX и OpenGL.

5. Технические характеристики разработанного программного комплекса. Было проведено тестирование на компьютере с видеокартой NVIDIA GeForce 210 и получены следующие результаты. Скорость визуализации графических данных в облачной среде не уступает традиционной визуализации за счет прямого использования видеокарты компьютера через технологию Flash. Показана возможность отображать до 106 полигонов со скоростью не менее 30 FPS. На практике в интерактивной сцене, меняющейся каждые 30 мс, с освещением, тенями, физикой, программной логикой и объектами, содержащими около 50 000 полигонов в кадре (во всей сцене полигонов значительно больше), графический движок также смог показать результат 30–60 FPS. Объем оперативной памяти, требуемый на такую сцену, менялся в диапазоне 250–300 Мб. На рис. 3 приведены соответствующие измерения для данного примера сложной интерактивной сцены.

На данном рисунке использованы следующие сокращения: FPS – скорость в кадрах в секунду; MEM – оперативная память; TRI – количество отрисованных в кадре в данный момент времени полигонов (треугольников).

Скорость загрузки графических данных и применения их для визуализации виртуальной сцены удалось поднять таким образом, что интернет-соединение перестало быть серьезным ограничением по этому параметру. Этого удалось достичь за счет оптимизации веб-запросов, массовой загрузки ресурсов через минимум потоков. Тестирование показало, что большие объемы данных загружаются через сеть в разы быстрее, если их отправлять одним большим потоком вместо серии маленьких. Кроме того большой объем данных лучше сжимается. Поэтому архивирование тоже получается более эффективным, а, следовательно, те же данные будут занимать меньший объем при передаче по сети. Тем не менее, отправлять в виртуальную среду все возможные ресурсы сразу тоже неразумно, так как многие из них либо не являются необходимыми сразу, либо могут не понадобиться вообще, т.е. востребованность ресурсов зависит от интерактивного взаимодействия со средой пользователя. Поэтому при инициализации графической системы программа определяет требуемые ресурсы по декларативному описанию на момент старта и отправляет для них единый запрос на сервер. Последующие требуемые ресурсы поступают асинхронно уже маленькими запросами.

Виртуальные среды, построенные в комплексе ИРВИС, дают возможность загружать и визуализировать современные трехмерные модели, построенные в профессиональных графических редакторах



Рис. 3. Измерение скорости

(таких, как 3dsmax, Maya, Blender и др.). Сервис графического редактора, входящий в состав комплекса ИРВИС, позволяет компоновать достаточно сложные динамические сцены, применяя загруженные профессиональные 3D-модели, использовать и настраивать в них анимацию по ключевым кадрам для соответствующих логических состояний объектов сцены. Сервисы ИРВИСа (редактор, интерпретатор декларативной модели) способны обеспечить визуализацию множества сложных объектов, состоящих из большого количества полигонов. Это позволяет использовать их для построения сцен самого различного уровня и размера: от небольших виртуальных комнат до огромных открытых городских пространств. Загружаемые трехмерные модели могут быть практически произвольными по сложности и иметь структуру от 1 до 106 полигонов. Геометрические размеры моделей ограничиваются только диапазоном вещественных чисел компьютера.

6. Программный комплекс. Программный комплекс ИРВИС был использован для разработки следующих виртуальных сред: компьютерного обучающего тренажера для офтальмологии, виртуальной химической лаборатории, моделирования транспортных потоков в развивающейся городской инфраструктуре.

Компьютерный обучающий тренажер [7] включает обучающие задания по классическим методам исследования в офтальмологии: определение остроты зрения по таблицам, остроты зрения по оптотипам Б.Л. Поляка, клинической рефракции объективным методом (скиаскопия); исследование поля зрения методом кампиметрии (рис. 4). В каждом обучающем задании студенту необходимо продемонстрировать знание технологии проведения некоторого исследования и по поведению виртуального пациента выяснить значение признака, определяемого обучающим заданием.

Виртуальная химическая лаборатория предназначена для безопасного проведения химических опытов и экспериментов из школьной практики. В данном учебном сервисе представлено некоторое множество стандартных химических реакций как для правильных, так и для неправильных действий ученика по смешиванию и нагреванию химических элементов. Смешивая химические элементы в виртуальном пространстве, ученик видит их результат в форме соответствующей визуализации. Если ученик ошибается, то наблюдает, например, взрыв, который в случае реальной ошибки мог бы повлечь за собой какие-то травмы, а виртуальная среда позволяет сделать это безопасно.

Основное назначение системы интерактивного моделирования транспортных потоков – оперативная оценка загрузки элементов улично-дорожной сети при различных ее модификациях и изменениях в расположении и назначении градостроительных объектов. Прогнозирование транспортных потоков осуществляется на базе математической модели, построенной в результате синтеза гравитационной модели описания матрицы корреспонденций и модели равновесного распределения транспортных потоков. Виртуальная среда предназначена для интерактивного моделирования различных характеристик улично-дорожной сети и городской инфраструктуры: изменения пропускной способности и направлений движения существующих автодорог, создание перехватывающих парковок, запрет на въезд на определенную территорию, размещение инфраструктурных объектов (строительство/ликвидация жилых массивов, объектов торгово-промышленной, финансово-деловой, культурно-развлекательной, социальной и тому подобных сфер деятельности (рис. 5)). К настоящему времени разработан прототип системы, продолжается ее дальнейшая реализация.



Рис. 4. Проект виртуального тренажера по таблице Сивцева

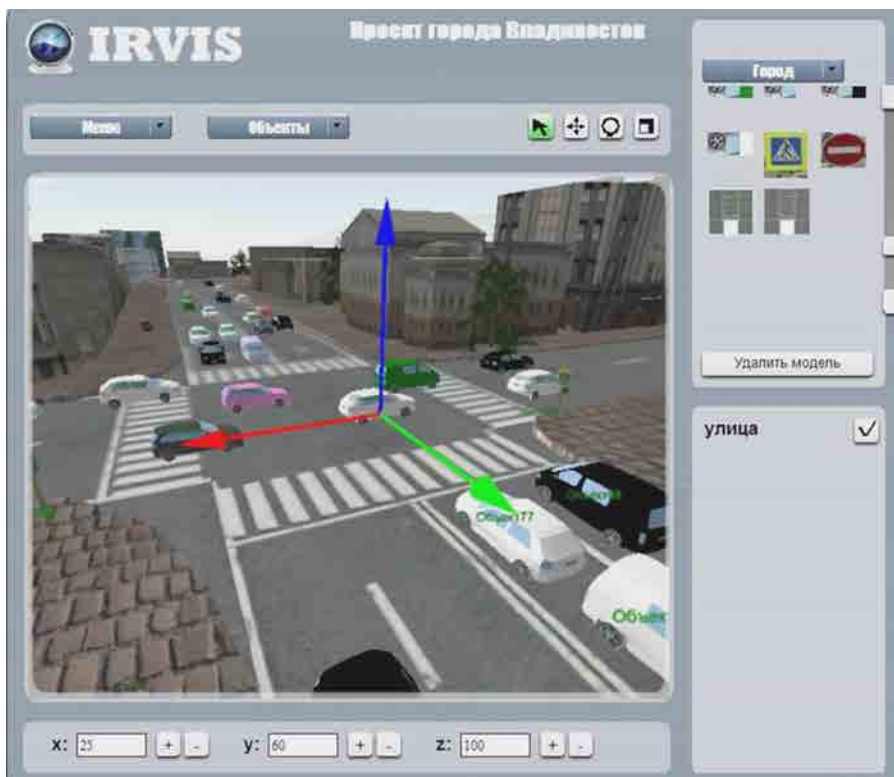


Рис. 5. Проект транспортной модели района города

Заключение. В статье описан принципиально новый подход к созданию виртуальных сред, работающих в глобальной сети Интернет. Особое место в таком программном обеспечении отведено экспертам предметной области, которые являются полноправными разработчиками данных систем. Компьютерная графика обеспечивает визуализацию виртуального пространства в Интернете. Предложенный в статье подход позволяет решить обе ключевые проблемы визуализации облачных виртуальных сред: устранить чрезмерную трудоемкость разработки и обеспечить поддержку в веб-среде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Трухин А.В.* Анализ существующих в РФ тренажерно-обучающих систем // Открытое и дистанционное образование. 2008. № 1. С. 32–39.
2. *Грибова В.В., Федорищев Л.А.* Программный комплекс для разработки облачных виртуальных сред // Программные продукты и системы. 2015. № 2. С. 60–64.
3. *Зубов М.Е.* Математическое и программное обеспечение новых технологий проектирования виртуальных тренажеров: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.11. М., 2003. 17 с.
4. *Ильин, А.М.* Технология построения математического и программного обеспечения генерации окружающей обстановки для тренажерных комплексов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.11. Тула, 2008. 20 с.
5. *Грибова В.В., Федорищев Л.А.* Онтологии для разработки и генерации профессиональных виртуальных сред // Матер. Всероссийск. конф. с международным участием “Знания – Онтологии – Теории” (ЗОНТ-2015). Новосибирск, 2015. Т. 1. С. 68–76.
6. *Грибова В.В., Клещев А.С., Крылов Д.А., Москаленко Ф.М., Смагин С.В., Тимченко В.А., Тютюнник М.Б., Шалфеева Е.А.* Проект IASaaS. Комплекс для интеллектуальных систем на основе облачных вычислений // Искусственный интеллект и принятие решений. 2011. № 1. С. 27–35.
7. *Gribova V.V., Petryaeva M.V., Fedorischev L.A.* Using Artificial Intelligence Methods and 3D Graphics for Implementation a Computer Simulator for Ophthalmology // Proc. Intern. Conf. on Advanced Educational Technology and Information Engineering (AETIE-2015). Beijing: Destech Publicat Inc., 2015. P. 567–573.