Бурденко Александр Иванович, Мыльников Владимир Владимирович

**ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ3D ТРЕНАЖЕРА АВТОКРАНА**

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2010/6/8.html

**Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.**

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2010. № 6 (37). С. 23-27. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2010/6/

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

## МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, СТРОИТЕЛЬСТВО, АРХИТЕКТУРА, ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 62

*Александр Иванович Бурденко, Владимир Владимирович Мыльников*
*Адыгейский государственный университет*

# ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ *3D* ТРЕНАЖЕРА АВТОКРАНА©

Все мы привычно относимся к тренажерам и симуляторам различного типа самолетов, и др. летательных аппаратов. В настоящее время существует значительное количество тренажеров и симуляторов в авиации и космонавтике.

Симулятор высадки на луну обошелся НАСА в $7500000.

По нашему мнению такие разработки должны существовать и для стройки, строительных машин и механизмов.

**Теоретико-методологические основы** статьи - основные понятия теоретических основ автоматизированного управления, проектирования программного обеспечения, проектирования АСОИУ, системного анализа, моделирования систем, создание систем обучения с использованием 3D графики.

**Целью данной работы** является создание 3D тренажера автокрана, предназначенного для обучения крановщиков и контроля их знаний.

**Практическая значимость**. Быстрое и эффективное получение практических навыков по управлению автокраном без значительных денежных затрат. Снижение затрат на обучение на начальном этапе, за счет использования тренажера вместо работы обучаемых сразу на реальном автокране.

**Новшества и отличия и от статьи в Альманахе СНиО № 11 (30) 2009**

Данная статья частично основывается на работе представленной в прошлом году. Основная задумка работы и предназначение, остались первоначальными – обучение основам работы на автокране.

Мы оставили модель автокрана, выполнив некоторые изменения, также из прошлой работы были взяты несколько моделей окружения, и текстуры к ним.

Проанализировав выбор программных средств разработки, применявшихся в статье прошлого года, мы пришли к выводу нерационального их применения. Движок 3d тренажера основывался на библиотеке XNA, которая является слишком громоздкой, работает в операционной среде Windows и не существует для платформ GNU/Linux и Mac OS X, требует дополнительных библиотек DotNet и последней версии библиотеки DirectX. В конечном итоге, менее функциональная прошлогодняя работа, занимает своим установочным файлом порядка 500 Mb дискового пространства. Если сравнить с ПО в данной статьей, то это в 100 раз больше. Сейчас установочный файл приложения, со всеми необходимыми библиотеками, занимает чуть более 5 Mb.

Написав собственный 3d движок, с минимально необходимым функционалом, нам удалось увеличить быстродействие работы приложения в несколько раз, в отличие от XNA где избыточное количество кода давали падение производительности. Стоит так же сказать, что прежний движок требовал довольно мощный графический адаптер, теперь он работает даже на встроенных видео картах, позволяя существенно сэкономить на покупке 3d ускорителей.

Для разработки была применена иная среда программирования – Delphi 2009, которая позволяет разрабатывать приложения в более короткие сроки, благодаря этому, нам удалось реализовать все поставленные перед нами цели и сдать работу в срок.

Взяв за основу графическую библиотеку OpenGL, в отличие от DirectX в прошлогодней работе, сделан задел для нашего приложения на работу в операционных системах отличных от Windows, применяя только кроссплатформенные библиотеки.

Перечислим новый функционал тренажера, в сравнении с предыдущей работой:

- Удалось реализовать систему физической симуляции, у автокрана появилась возможность передвижения по строительной площадке.
- Выдвижение стрелы, поворот башни, опускание крюка, реализованы не только как графическая анимация, но и как физическое взаимодействие.
- У автокрана появилась правдивая физическая подвеска колес.
- Были добавлены функциональные опоры.
- Появились редактор объектов и карт.
- Разработано главное меню.
- Составлены практические задания для выполнения тестовых заданий крановщикам.

© Бурденко А. И., Мыльников В. В., 2010

Для создания тренажера работающего в режиме реального времени необходимо решить задачи, обусловленные целью создания, в частности:

1. изучить методы и средства создания компьютерной 3D графики;
2. провести анализ основных подходов компьютерной 3D графики, используемых в играх;
3. создать реальную 3D модель автокрана в программе моделирования Autodesk 3D Max 2009 и модели окружения;
4. определить структуру программного обеспечения тренажера автокрана;
5. разработать 3D движок позволяющий отделить стандартные функции (система рендеринга, управление сценой, проверка столкновений, стандартное освещение и другие) от логики самого тренажера автокрана;

• С использованием движка создать программу-тренажер с использованием современных алгоритмов и подходов компьютерной графики (к ним относятся поддержка шейдеров);

При визуализации технологий и производственных процессов возможности 3D графики на порядок превосходят обычные, двухмерные изображения. Черно-белые схемы и чертежи практически никогда не дадут такой наглядности, как реалистичная и многокрасочная 3D графика. Современные программы и системы 3D моделирования при необходимости могут создавать объекты и описания процессов со степенью реалистичности, близкой к фотографической. Правда последнее бывает нужно достаточно редко, так как при визуализации технологий и производственных процессов задача дизайна сугубо практична: не удивить зрителя красотой картинки, а облегчить понимание.

Визуализация технологий и производственных процессов сегодня обычно использует 3D анимацию и 3D модели. Они необходимы, чтобы объяснить (пусть, чаще всего, упрощенно) смысл происходящих явлений. 3D визуализация стала наиболее эффектным и, в конечном итоге, экономичным способом наглядного иллюстрирования машин, механизмов и всего процесса в целом. Оно позволяет избежать чрезмерных финансовых затрат, сэкономить массу человеко-часов и других ресурсов при реализации технологического процесса на практике.

3D моделирование позволяет охватить вещь целиком, общим взглядом, и увидеть недостатки, которые не видны на двухмерных чертежах в силу их сложности. При этом внести изменения и дополнения в 3D модели проще. Для сравнения: если вносить изменения в конструкцию одной детали при помощи обычного рисования, это легко может привести к исправлению и перечерчиванию огромного числа схем, на которых изображена эта самая деталь.

Данная статья ставит своей целью создание тренажера автокрана. Для достижения этой цели была выбрана среда разработки Delphi 2009 и графическая библиотеки OpenGL.

Для создания нашего прототипа тренажера нам понадобятся основные детали и агрегаты крана и окружения. Все эти 3D модели мы создадим в Autodesk 3D Max 2009 в фомате .max. При необходимости или невозможности использования 3D Max можно использовать Blender или любую другую программу 3d моделирования. Необходимо заметить, что программа должна поддерживать экспорт в формат OBJ, либо давать средства написания плагинов для экспорта. Это связано с тем, что разработанный графический 3d движок понимает только этот формат моделей.

Выбранный нами набор инструментов программного обеспечения позволяет выполнить эту работу в краткие сроки.

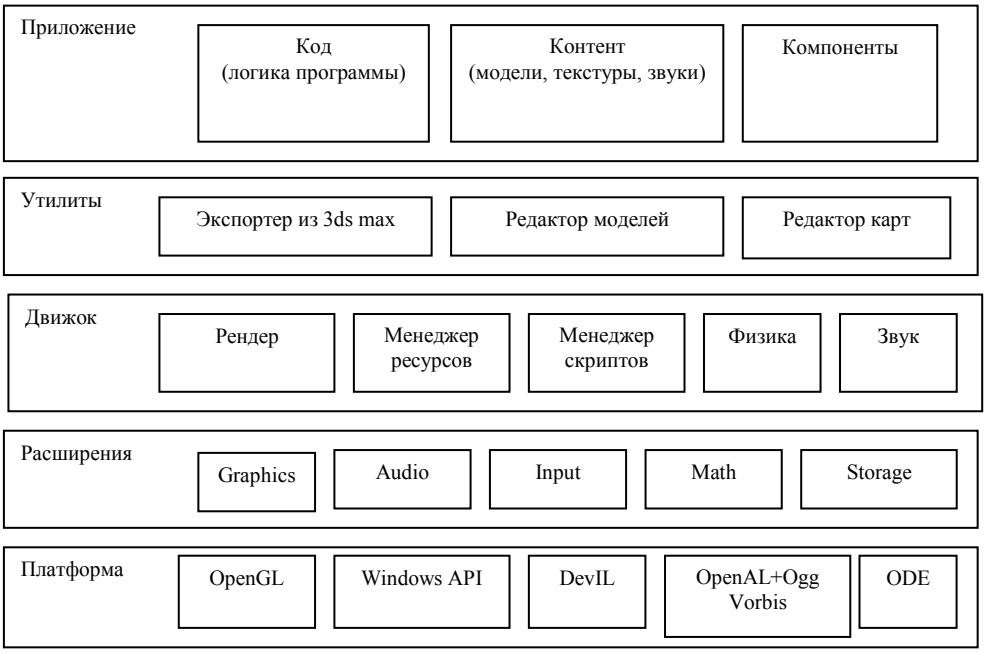


**Рис. 1.** *Уровни программных средств тренажера автокрана*

3D программы на сегодняшний день включают в себя большое количество контента (текстуры, модель крана, дорога и т.д.). Добавление контента в игры не является простым занятием. Можно столкнуться с большим количеством проблем, например, при поиске экспортера или нужных инструментов для поддержки этого экспортера. Далее нужно найти инструменты для обработки контента и использовать их для создания данных для программы. Также нужно позаботиться о загрузке контента и о его правильном отображении в программе. На самом деле, у больших студий есть команды людей, которые работают только над этой задачей.

Специально для облегчения добавления моделей в движок, были разработаны редактор объектов и редактор карт.

В редакторе объектов осуществляется настройка параметров составляющих виртуальный 3d мир объектов, объектам задается их физическая масса, плотность, масштаб, прозрачность, степень физического моделирования. Полученные объекты сохраняются в файл в двоичном формате, что позволяет значительно сэкономить дисковое пространство. Не будь редактора объектов, нам бы пришлось вручную редактировать двоичные файлы, что не только доставляет большое неудобство, но и грозит ошибками ввода данных.

Редактор карт представляет собой 3d редактор, основная цель которого, расставить все объекты на свои места в нашем виртуальном мире, как и с редактором объектов, делать это вручную непростое занятие.

Для создания моделей используются стандартные приемы, которых множество в различных книгах или ресурсах Интернета. Детально их описывать нет необходимости. Модели можно создавать в любой программе моделирования. Однако, нужно заметить, что программа моделирования должна иметь возможность экспорта моделей в формат OBJ. В предыдущем движке XNA мы могли использовать формат X. Можно использовать и другие форматы, но тогда придется писать свой импортер для движка. Программами, которые имеют все необходимые функции являются Blender, Autodesk Maya, Autodesk 3D Max.

Следует также отметить некоторые рекомендации, к которым следует прислушаться при создании моделей для тренажера автокрана:

- Модель крана состоит из отдельных сеток.
- Для каждой сетки существует материал, который может содержать стандартные данные 3D Max, а также карты (bump, diffuse, specular).

Процесс создания модели автокрана довольно сложный и трудоемкий.

Сначала мы создаем все объекты крана по отдельности, затем создаем для каждой части материал.

**Рис. 2.** *Шасси автокрана*

Кроме стандартных параметров материал может содержать карты. Для реализации приемов изложенных выше необходимы будут следующие карты: DiffuseMap, SpecularMap, BumpMap. Позже, возможно, понадобятся и другие. Их можно и не назначать, тогда 3D Max сгенерирует их сам. Используя инструмент Render To Texture создаем необходимые карты для всех частей модели.

Далее все части модели крана необходимо переместить в места, где они должны находиться. В результате получаем модель крана полностью готовую для использования в тренажере. Результат этого этапа виден на следующем рисунке:

**Рис. 3.** *Модель 3D автокрана*

На конечном этапе необходимо экспортировать модель в формат OBJ и скопировать готовые карты.

**Программирование программы-тренажера автокрана**

Исходный код приложения приводить нет смысла, так как он слишком большой даже не смотря на то, что наш 3d движок позволяет значительно упростить программирование. Приближенные результаты можно увидеть на рисунках ниже.

**Рис. 4.** *Демонстрация крана в 3D движке*

Для работы на нашем тренажере разработаны четыре задания для тестируемых. На Рис. 4 показано первое: необходимо за определенное время подъехать на кране к площадкам (зеленая, красная), выставить опоры, переставить груз с одной площади на другую.

**Рис. 6.** *Поднятие и поворот стрелы одновременно*

Основные действия, которые пользователь может производить с краном:

- Поднятие и опускание стрелы. Функциональные клавиши E и D.
- Поворот платформы. Функциональные клавиши Q и A.
- Движение стрелы вперед и назад. Функциональные клавиши W и S.
- Поднятие и опускание крюка. Функциональные клавиши R и F.
- Выдвижение и возврат опорных ног. Функциональные клавиши - и +
- Отцепка груза. Клавиша Enter.

Также существует возможность перемещаться на кране по площадке с помощью клавиш вперед, назад, вправо, влево и мыши для ориентации в пространстве.

Клавиши F1, F2 служат для переноса камеры вида на место водителя крана и место оператора стрелы, клавиша F3 устанавливает камеру в свободное положение.

*Список литературы*


1. **Баяковский Ю. М., Игнатенко А. В., Фролов А. И.** Графическая библиотека OpenGL: учебно-методическое пособие. 2003.
2. **Ву М., Девис Т., Нейдер Дж., Шрайнер Д.** OpenGL: руководство по программированию. 4-е издание. СПб.: Питер, 2006.
3. **ГОСТ 2.2.2.542-96. Требования к видео терминалам, ПЭВМ и процесса по санитарным и гигиеническим нормам для организации работы**. М., 1996.
4. **ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Заземление**.
5. **ГОСТ 12.1.005-88. Воздушная среда рабочей зоны. Общее описание требований по санитарно-гигиеническому состоянию рабочих мест**. М.: Изд-во стандартов, 1990.
6. **Долин П. А.** Справочник по технике безопасности. М.: Энергоиздат, 1994.
7. **Краснов М.** OpenGL. Графика в проектах Delphi. 2005.
8. **Культин Н. Б.** Delphi 6. Программирование на Object Pascal. 2006.
9. **Модин Е. Г., Яковленко Е. П.** Справочник разработчика АСУ. М.: Экономика, 1978.
10. **Начинаев В. Н.** Охрана труда в отделах информационных технологий. М.: Машиностроение, 1985.
11. **Пореев В. Н.** Компьютерная графика. СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
12. **Рэнди Дж. Рост.** OpenGL. Трехмерная графика и язык программирования шейдеров для профессионалов. СПб.: Питер, 2005.
13. **Санитарные нормы и правила для Центров вычислительной техники.** 1992.
14. **Херн Д., Бейкер М. Паулин.** Компьютерная графика и стандарт OpenGL. 2005.
15. **Хилл Ф.** OpenGL. Программирование компьютерной графики для профессионалов. СПб.: Питер, 2002.
16. **Чумаченко И. Н.** 3ds max 6. М.: ДМК Пресс, 2004.
17. **Шишкин Е. В., Боресков А. В.** Компьютерная графика: полигональные модели. М.: Диалог-МИФИ, 2001.
18. **Эйнджел Э.** Интерактивная компьютерная графика: вводный курс на базе OpenGL. М.: Издальский дом –Вильямс”, 2001.
19. **Eberly David H.** 3D game engine architecture. Engineering real-time application with wild magic. 2005.
20. **http://ru.wikipedia.org**
21. **http://gamedev.ru**
22. **http://gamedev.net**
23. **http://steps3d.narod.ru**
24. **http://dtf.ru**