

УДК 004.921

Н. Е. Кулишова¹, Е. В. Смиян²¹ ХНУРЕ, м. Харків, Україна, kunonna@mail.ru,² ХНУРЕ, м. Харків, Україна, smkaterinasm@gmail.com;

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОБЪЕМ 3D-МОДЕЛЕЙ

Рассмотрена технология дополненной реальности и перспективы её развития, актуальность вопроса уменьшения объема занимаемых данных 3D-моделями. Проведен анализ 3D-моделей для AR-приложений, выявлены параметры, которые влияют на объем данных. Предложены методы уменьшения объема данных 3D-моделей. Проведена сравнительная характеристика и построены графики зависимости размера готового файла от рассматриваемых параметров. Проведен анализ эффективности применения предложенных методов.

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ, 3D-МОДЕЛЬ, ОБЪЕМ ДАННЫХ, AR-ПРИЛОЖЕНИЕ.

Введение

Одним из перспективных направлений развития современных ИТ-технологий сегодня является технология дополненной реальности (AR – Augmented Reality). AR-приложения позволяют просматривать трехмерные объекты, накладываемые посредством компьютерного устройства на объекты физического мира. 3D-модели играют главную роль в приложениях с дополненной реальностью, поэтому от качества и объема моделей зависит дальнейший успех всего приложения. Размер приложений для Android имеет важное значение, поэтому необходимо провести анализ 3D-моделей и выявить параметры, которые позволят уменьшить объем занимаемых данных, сохранив при этом качество визуализации.

1. Технология дополненной реальности

Дополненная реальность – среда с прямым или косвенным дополнением физического мира цифровыми данными в режиме реального времени при помощи компьютерных устройств (планшетов, смартфонов и других гаджетов), а также программного обеспечения к ним [1]. Основной задачей AR-приложений является расширение информационного взаимодействия пользователя с окружающей средой. Дополненная реальность представляет собой процесс просмотра реального мира и виртуальных объектов одновременно, где виртуальная информация накладывается, выравнивается и интегрируется в физическом мире.

Термин дополненной реальности был предложен исследователем Томом Коделом в 1990 г. Рональд Азума выделил ряд признаков, которыми должна обладать расширенная реальность (рис. 1):

- комбинирование реального и виртуального мира;
- интерактивность взаимодействия;
- трехмерное представление объектов [2].

В основу технологии положены алгоритмы, связанные с распознаванием контрольных изображений (маркеров). Сгенерированные специальные метки заносятся в базу данных компьютера. В дальнейшем при их визуальном нахождении и считывании

устройством, компьютер должен рассчитать положение маркера, и в соответствии с этим корректно подставить виртуальные 3D-объекты.

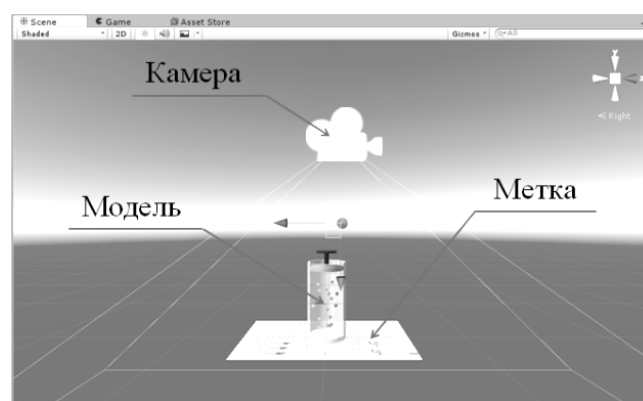


Рис. 1. Принцип построения дополненной реальности

На данный момент технология только начала свое развитие, однако уже имеет достаточно большой спектр областей применения, например, военная подготовка, образование, медицина, бизнес-презентации, рекламные кампании, проектирование и дизайн.

2. Актуальность вопроса уменьшения объема данных приложения

AR-приложения позволяют просматривать 3D-модели со всех сторон в режиме реального времени, что делает их довольно ресурсоемкими.

Основной объем данных, занимаемый приложением, можно разделить на три основные части:

- механизм распознавания меток и генерации модели;
- база данных меток;
- база данных 3D-моделей.

Необходимо учитывать тот факт, что чем больше моделей находятся в базе данных приложения, тем больший объем оно будет занимать на устройстве. Так как внести весомые изменения в механизм работы приложения и перечень меток не предоставляется возможным, уменьшение объема приложения возможно за счет уменьшения объема 3D-моделей.

Таким образом, вопрос оптимизации 3D-моделей, используемых в AR-приложениях, и уменьшении объема занимаемых данных является актуальным на сегодняшний день.

Для нахождения возможных действенных методов уменьшения данных 3D-моделей данный вопрос будет рассмотрен на примере обучающего приложения с дополненной реальностью «Физика. 7 класс». Данное приложение позволяет увидеть 3D-модели, демонстрирующие физические процессы и явления, при наведении устройства на страницу учебника. Использование дополнительной реальности в образовании позволяет существенно повысить качество обучения за счет упрощения восприятия информации обучаемым, делает её более понятной и наглядной. С помощью моделей становится возможным объединить печатное издание с дополнительной цифровой информацией и дать четкое и ясное представление о сложных химических, физических и абстрактных понятиях.

3. Методы уменьшения объема данных 3D-моделей

1. Задание оптимального количества полигонов.

Полигональное моделирование – способ создания 3D-модели объекта из полигонов (плоских многоугольников), один из самых востребованных видов моделирования, применяемый при разработке компьютерных 3D-игр. Основными элементами при таком виде моделирования являются: вершина – точка, имеющая заданные координаты в трехмерной системе X, Y, Z, и грань (или ребро) – отрезок, соединяющий две вершины. В трехмерной графике гранью называют ограничитель полигонов. Абсолютно любая фигура будет состоять из многочисленных простых фигур. Полигон, заданный тремя вершинами, называют триангулированным, с четырьмя – квадриангулированным.

Совокупность полигонов несет информацию о размере и форме 3D-модели, а выбранная текстура позволяет передать информацию о внешнем виде объекта и представляет собой изображение на поверхности фигуры. Чем больше простых фигур в составе сложной, тем более гладкой будет казаться поверхность 3D-модели (так называемое высокополигональное моделирование). С другой стороны, чем больше полигонов используется для построения объекта, тем больший объем данных о вершинах и ребрах необходимо сохранить при экспорте модели. Поэтому в последнее время все большее распространение получают низкополигональное моделирование.

Low-poly (от англ. low – низко и polygon – полигон) – трехмерная модель, состоящая из минимального числа полигонов, достаточного для визуального восприятия трехмерного объекта. [3]. Низкополигональные модели используются, когда не требуется высокая детализация объектов, или они заданы стандартными примитивами. Такие модели широко используются в приложениях на мобильных платформах в игровой индустрии, так как

они позволяют уменьшить занимаемый объем памяти и вычислений. Данный метод часто используется для экономии вычислительных ресурсов в 3D-приложениях, где есть необходимость отображения моделей и анимации в режиме реального времени.

Рассмотрим эффективность применения низкополигональных моделей на примере визуализации давления газа. 3D-модель включает в себя колбу, поршень и молекулы газа (рис. 2). Молекулы схематически изображены в виде шаров. Задавая число полигонов, из которых состоит объект, можно повлиять на размер файла и качество отображения поверхности.

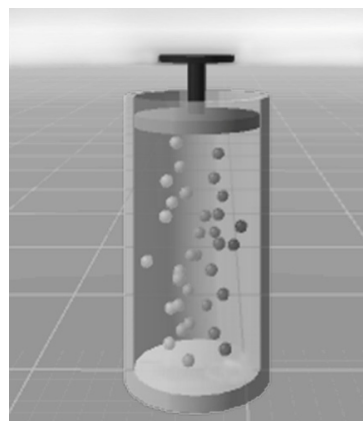


Рис. 2. Принцип построения дополненной реальности

В табл. 1 приведены сравнительные характеристики объектов с различным числом полигонов.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика полигональных объектов

	1	2	3
Количество полигонов (P)	8	16	32
Вид объекта			
Размер файла (V), Кб	108	154	329
Качество визуализации (Q), баллы	1	5	7

Стоит отметить, что при выборе количества сегментов объекта, необходимо учитывать размер файла, с одной стороны и качество визуализации моделируемого объекта, с другой стороны. На рисунке 3 представлены графики зависимости данных величин от количества полигонов.

Проанализировав полученные данные, можно сказать, что данный метод позволяет существенно сократить объемы файлов, используемых в AR-приложениях без существенных изменений качества 3D-модели и с сохранением всех её элементов и свойств.

2. Использование короткой циклической анимации вместо длительной для демонстрации явлений, которые повторяются во времени с определенной частотой.

Например, такие модели могут демонстрировать колебание маятника, волновые явления, работу механизмов (рис 4).

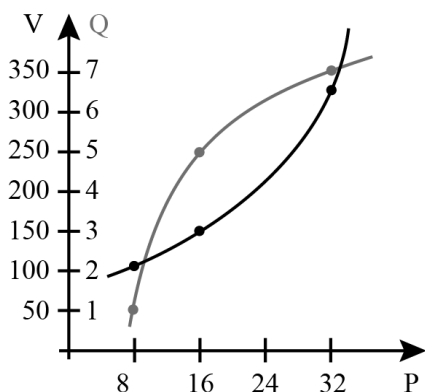


Рис. 3. График зависимости качества визуализации(Q) и размера файла (V) от количества полигонов (P)

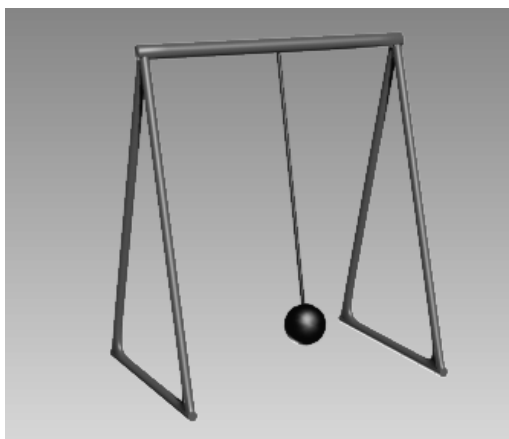


Рис. 4. 3D-модель, демонстрирующая колебание маятника

3D-анимация – это автоматизация перемещения и трансформаций 3D-модели в пространстве с течением времени [4]. Единицей измерения в анимации является кадр. Количество кадров, соответствующее одной секунде анимации зависит от формата, в котором поставляется готовая анимация. Количество кадров анимации в секунду называется скоростью отображения или частотой проецирования и может настраиваться уже непосредственно в среде создания AR-приложения.

Одним из способов анимации модели является анимация по ключевым кадрам. Ключевой кадр – определяется индивидуальным моментом на таймлайне анимации, а также всеми относящимися к этому кадру параметрами и атрибутами (положение в пространстве, форма, цвет, действие модификатора). Анимирование происходит за счет применения интерполяции – вычисления промежуточных кадров посредством усреднения информации, содержащейся в ключевых кадрах [5].

Для демонстрации повторяющихся во времени явлений достаточно задать анимацию движения для одного периода колебаний. Далее в среде разработки AR-приложения можно задать скорость отображения анимации и циклическое воспроизведение движения.

Рассмотрим зависимость объема файла от количества ключевых кадров. В таблице 2 приведены сравнительные характеристики анимированных моделей.

Таблица 2.

Сравнительная характеристика моделей с анимацией

	1	2	3
Число ключевых кадров (t)	15	25	50
Размер файла (V), Кб	2365	5980	11841

Чем больше использовано ключевых кадров, соответственно тем больше промежуточных кадров, что приводит к увеличению длительности анимации в целом – готовая анимированная модель занимает больший объем данных (рис 5).

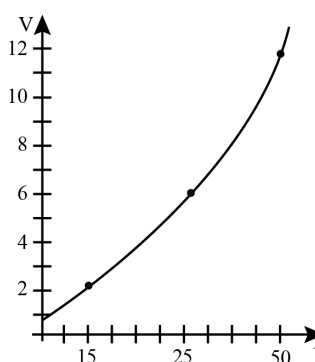


Рис. 5. График зависимости размера файла (V) от количества ключевых кадров (P)

Таким образом, использование циклической анимации модели с меньшим количеством кадров более выгодно, чем задание анимации на протяжении всей длительности процесса с использованием большего числа ключевых кадров.

3. Отказ от анимации в тех случаях, где основным является пояснение структурного состава или внешнего вида изучаемого объекта (рис 6). В основном анимация в таких моделях – это вращение вокруг своей оси, для демонстрации объекта со всех сторон. Механизм приложения позволяет пользователю самостоятельно полностью осмотреть модель, меняя взаимное расположение устройства и метки.

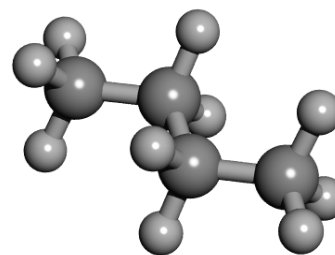


Рис. 6. 3D-модель строения молекулы бутана

4. Использование алгоритмов сжатия изображения для текстур, используемых в модели.

Текстура – растровое изображение, накладываемое на поверхность полигонов, из которых состоит 3D-

модель, для придания ей цвета, окраски или иллюзии рельефа. Так как сама по себе текстура является изображением, разрешение текстуры и ее формат играют большую роль, которая впоследствии сказывается на общем впечатлении от качества графики в 3D-приложении. С другой стороны, неоправданно большие и детализированные текстуры будут затруднять процесс рендеринга и занимать большой объем данных. Использование текстур с максимально возможным коэффициентом сжатия для заданного качества, позволяет уменьшить объем готовой модели и обеспечивает более быструю генерацию модели в режиме реального времени [6].

5. Использование стандартных материалов (Material editor) вместо текстур, в тех случаях, когда материал объекта не влияет на конечный результат в ходе демонстрируемого физического процесса.

В качестве примера рассмотрим 3D-модель, демонстрирующую свойство инерции: телега с грузом врезается с препятствие, вследствие чего кубики по инерции продолжают двигаться дальше и вылетают с неё (рис. 7). Для телеги можно установить текстуру дерева, а для стены – текстуру кирпича. Но в рамках рассматриваемой ситуации материал, из которого изготовлены объекты, не имеет существенного значения. Главным в этой 3D-модели является анимация, демонстрирующая свойство инерции тел. Поэтому в данном случае можно отказаться от использования текстур и создать материалы с необходимыми свойствами во вкладке Material editor.

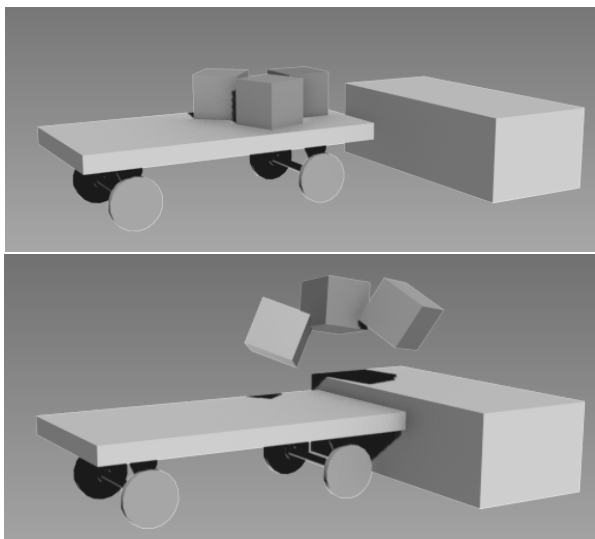


Рис. 7. 3D-модель, демонстрирующая процесс передачи инерции

Выводы

В данной статье рассмотрены принцип работы технологии дополненной реальности и вопрос уменьшения объема данных 3D-моделей, используемых в AR-приложениях. Рассмотренные в статье методы позволяют уменьшить затраты производительности устройства при генерации модели в режиме реального времени и уменьшить объем всего приложения. Для отдельной 3D-модели можно применять не только один метод из предложенных, но и совокупность нескольких, что позволит ещё больше сократить занимаемый приложением объем данных.

Список литературы: 1. A Survey of Augmented Reality. – Режим доступа: <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf> – 20.12.2015. 2. Дополненная реальность (Augmented Reality) в образовании. – Режим доступа: <http://tmo.ito.edu.ru/2013/section/222/95872/> – 09.11.2014. 3. Low-poly. – Режим доступа: <http://www.gamedev.ru/art/terms/lowpoly> – 10.04.2014. 4. 3d анимация: как это делается. – Режим доступа: <http://cpu3d.com/animation/3d-animaciya-kak-eto-delaetsya/> – 28.04.2016. – Загл. с экрана. 5. Керлоу, А.В. Искусство 3D-анимации и спецэффектов / А.В. Керлоу. – М: Вершина, 2004. – 480 с. 6. Шапиро, Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.

Поступила в редколлегию 01.05.2016

УДК 004.921

Доповнена реальність: аналіз параметрів, які впливають на об'єм 3d-моделей / Н. С. Кулішова, Є. В. Смиян // Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал. – 2016. – № 1(86). – С. 81-84.

У статті розглядається питання актуальності додатків з доповненою реальністю. Запропоновані методи зменшення об'єму даних 3D-моделей, проведено аналіз ефективності їх застосування.

Іл. 7. Табл. 2. Бібліогр.: 6 найм.

UDC 004.921

Augmented reality: analysis of parameters affects the 3D-models data amount / N. Kulishova, K. Smiian // Bionics of Intelligense: Sci. Mag. – 2016. – № 1(86). – P. 81-84.

This article discusses the relevance of AR-applications. Reducing methods of the 3D-models data were proposed and the effectiveness of application this methods was analyzed.

Fig. 7. Tbl. 2. Ref.: 6 items.