

УДК 519.95

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАЛИСТИЧНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ СЦЕН В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

© В.В. Хлебников, А.А. Юров

Ключевые слова: моделирование; компьютерная графика; виртуальная реальность.

В данной статье описаны различные модели получения реалистичных изображений объектов трехмерной сцены в реальном времени, используя различные алгоритмы расчета освещенности.

На сегодняшний день компьютерная графика превратилась из узкоспециальной области интересов ученых в дело, которому стремится посвятить себя множество людей. Условно компьютерную графику можно разделить на две категории. Первая – это имитация естественных способов рисования. Вторая категория – это программы моделирования, в которых художник уже не контролирует каждый элемент изображения, лишь определяет композицию и общие законы построения рисунка.

Интерес к синтезу изображений объясняется высокой информативностью последних. Информация, содержащаяся в изображении, представлена в наиболее концентрированной форме, и эта информация, как правило, более доступна для анализа: для ее восприятия получателю достаточно иметь относительно небольшой объем специальных знаний.

В современных графических приложениях используются два подхода к отображению трехмерных сцен: методы глобального освещения и локальные модели освещения. У первого подхода имеются следующие достоинства перед вторым: высокая реалистичность получаемого изображения, при данном подходе не требуется дополнительных алгоритмов для построения теней от объектов. В отличие от первого метода, алгоритмы расчета локального освещения дают менее реалистичное изображение, но намного производительнее, что позволяет их с успехом применять в приложениях, где требуется интерактивность взаимодействия с трехмерной сценой.

Таким образом, цель данной работы заключалась в получении как можно более реалистичного изображения объектов трехмерной сцены в реальном времени, используя различные алгоритмы расчета освещенности.

В данной работе использовались следующие модели освещения: модель Фонга, модель Блинна – Фонга, модель Кука – Торренса, модель Варда, модель Орена – Найара.

Все описанные выше модели освещения были реализованы на языке GLSL в среде ATI RenderMonkey.

Далее с помощью утилиты Nvidia ShaderPerf была получена оценка производительности программ, реализующих исходные модели.

Самыми быстрыми и не требовательными оказались модели Фонга и Блинна – Фонга, а самой медленной в плане производительности оказалась модель Кука – Торренса.

Наиболее тяжелыми в плане вычислений в данной модели являются две функции – функция распределения Беккмана $D(\alpha) = \frac{1}{m^2 \cos^4 \alpha} e^{-[\tan \alpha / m]^2}$ и функция расчета коэффициента Френеля

$$F = \frac{1}{2} \frac{(g - c)^2}{(g + c)^2} \left\{ 1 + \frac{[c(g + c) - 1]^2}{[c(g - c) + 1]^2} \right\}.$$

Эти две функции в модели регулируют величину зеркально отраженного света.

Функция $D(\alpha)$ является периодической с периодом π . Для функции $D(\alpha)$ была применена интерполяция параболой 3-й степени на интервале ее периодичности, что дало прирост производительности.

В результате проведенного эксперимента выяснилось, что замена вычисления функции Френеля константными значениями, приблизительно равными значению функции на интервале от 0,4 до 1, практически не влияет на визуальную составляющую моделируемого материала, но сокращает количество вычислений до 60 инструкций.

В результате скорость расчета модели освещения Кука – Торренса возросла на 77 %, при практически идентичном внешнем соответствии объектов, моделируемых с помощью модифицированной и не модифицированной модели.

На данном этапе развития компьютерной графики не существует обобщенной локальной модели освещения, которая позволила бы моделировать материалы различных свойств. Рассмотренные в данной работе модели локального освещения позволяют с приемлемой производительностью моделировать объекты трехмерной сцены из различных материалов. Они могут найти применение в таких областях как дизайн, проектирование, разработка компьютерных игр, систем виртуальной реальности и т. п.

Поступила в редакцию 12 ноября 2009 г.

Hlebnikov V.V., Yurov A.A. Modeling of realistic three-dimensional scenes in real time.

In the given article various models of reception of realistic images of objects of a three-dimensional scene in real time using various algorithms of light exposure calculation are described.

Key words: modeling; computer graphics; virtual reality.