

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приборы шахтные газоаналитические. Общие требования, методы испытания: ДСТУ ГОСТ 24032:2009. – [Действующий от 2009-02-01]. – Киев: Держспоживстандарт, 2009. – 24 с.
2. *Вовна А.В.* Методы и средства аналитического измерения концентрации газовых компонент и пыли в рудничной атмосфере угольных шахт / А.В. Вовна, А.А. Зори, В.Д. Коренев, М.Г. Хламов. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2012. – 260 с.
3. Ioffe Physico-Technical Institute [Электронный ресурс] / Mid-IR Diode Optopair Group (MIRDOG). – Электронные данные. – Режим доступа: <http://mirdog.spb.ru>. – Дата доступа: январь 2012. – Загл. с экрана.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., проф. А.Е. Панич.

Вовна Александр Владимирович – Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет»; e-mail: Vovna_Alex@ukr.net; 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58, Украина; тел.: +380623045571; +380623010918; кафедра электронной техники; к.т.н., доцент.

Зори Анатолий Анатолиевич – кафедра электронной техники; зав. кафедрой; д.т.н.; профессор.

Косарев Николай Павлович – кафедра электронной техники; к.т.н.; доцент.

Vovna Aleksander Vladimirovich – State Higher Education Establishment “Donetsk National Technical University”; e-mail: Vovna_Alex@ukr.net; 58, Artyom street, Donetsk, 83001, Ukraine; phones: +380623045571; +380623010918; the department of electronic technics; cand. of eng. sc.; associate professor.

Zori Anatolii Anatolievich – the department of electronic technics; d.r of eng. sc.; head the department; professor.

Kosarev Nikolay Pavlovich – the department of electronic technics; associate professor.

УДК 004.93

Е.А. Башков, С.А. Зори

РЕАЛИСТИЧНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ И СЦЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЪЕМНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ

Рассматривается исследование возможности синтеза реалистичных стереоскопических изображений сцен методом трассировки лучей, а также возможности их поддержки на параллельных архитектурах специализированных вычислительных систем. Разработана реализация предложенного способа стереосинтеза изображений сцен с использованием метода обратной трассировки лучей и анаглиф-постпреобразования на графических процессорах (платформа CUDA), экспериментально оценены временные характеристики процесса для различных характеристик сцен (количества объектов, источников освещения, аппроксимирующих граней, динамики, размера вычислительной сети и других). Экспериментальная проверка показала, что разработанный прототип системы решает задачу формирования изображений сцен малой и средней сложности в реальном времени.

Реалистичная визуализация; объемное отображение; стереоизображения; графический мультипроцессор.

E.A. Bashkov, S.A. Zori

REALISTIC 3D-IMAGE SYNTHESIS WITH USE OF TECHNOLOGIES OF VOLUMETRIC VISUALIZATION

In article is considered research of an opportunity of realistic stereoscopic image synthesis by a ray-tracing method, and also opportunities of their support on parallel architecture of specialized computing systems. Realization of the offered stereoscopic image synthesis with use of ray-casting and anaglyph post processing on NVIDIA-graphic processors (CUDA-platform) is developed, and time characteristics of synthesis for various characteristics of 3D-scenes complexity (amount of objects, light-sources, approximating polygons, dynamics, the size of the computer network and others) are experimentally estimated. Experimental check has shown, that the developed prototype of this system solves a problem of image synthesis of 3D-scenes with small and medium complexity in real time.

Realistic image synthesis; volumetric visualization; stereoscopic images; the graphic multi-processor.

Введение. Задачи реалистичной визуализации и генерации статических и динамических изображений объектов и сцен в реальном времени сегодня по-прежнему не теряют своей актуальности. При этом в системах, требующих решения этих задач, возникает необходимость эффективного, по временным параметрам, применения и совмещения как методов реалистичной трехмерной графики, использующих традиционный механизм визуализации, так и методов пока еще нетрадиционной объемной (3D-) визуализации, а также широко распространенного и доступного на сегодняшний день «компромисса», которым является стереовизуализация. Это порождает новые направления прикладных исследований в области создания эффективных архитектур программно-аппаратных комплексов для решения задач реалистичной объемной визуализации.

Объемные технологии 3D-визуализации, как отмечает многие исследователи, принципиально не имеют ограничений на положение и погрешность позиционирования наблюдателя, не оказывают отрицательного влияния на зрительный аппарат человека. Но распространение такого рода устройств сдерживается их весьма высокой стоимостью, что существенно суживает круг пользователей. Кроме того, одной из важных причин малой распространенности устройств на базе объемных технологий является отсутствие стандартизации представления 3D-информации для них, а также то, что, в отличие от 2D-визуализации, в этой области даже не выработаны определения типовых 3D-графических примитивов и алгоритмов их генерации [1].

Методы трассировки лучей на сегодняшний день считаются наиболее мощными и универсальными методами создания реалистичных изображений, приближенных по качеству к фотографическим. Фотореализм достигается путем математического моделирования оптических свойств света и его взаимодействия с объектами. Но для получения качественных реалистичных изображений требуются значительные временные и вычислительные ресурсы. Методы реализации стерео также хорошо известны и проработаны и применяются во многих практических реализациях графических систем [2].

В работе рассматривается исследование возможности синтеза реалистичных стереоскопических изображений сцен методом трассировки лучей, а также возможности их поддержки на параллельных архитектурах специализированных вычислительных систем – графических мультипроцессорах.

Создание объёмного изображения из стереопар и использование параллельных архитектур вычислительных систем для синтеза стереоизображений. Одним из основных на сегодня (в силу своей простоты) методов построения объемных изображений является стереоскопия.

На сегодняшний день существует множество хорошо известных методов создания стереоизображений [2, 3], сравнительная характеристика которых приведена в [4]. Из них наиболее универсальным на сегодня методом построения стереоизображений является бинокулярная стереоскопия, суть которой состоит в расчете изображений для левого и правого глаза наблюдателя сцены, а затем их пространственного совмещения некоторым из известных способом, самым распространенным и простым из которых является анаглиф-преобразование [2–4].

Таким образом, для решения задачи создания объёмного изображения из стереопар необходимо провести базовую процедуру подготовки (расчета) стереопары (левое изображение – для левого глаза наблюдателя, правое – для правого) и процедуру их пространственного совмещения [3, 4].

Для создания реалистичных стереоизображений предлагается использовать алгоритм трассировки лучей как одного из лучших методов достижения фото реалистичного качества изображений [5], а для пространственного их совмещения – анаглиф-преобразование. В связи с тем, что алгоритмы трассировки лучей требуют значительных вычислительных затрат для их реализации и, на сегодняшний день практически не реализуемы в режиме реального времени на традиционных вычислительных системах для сложных динамических сцен, необходимо рассмотреть вопрос о возможности его параллельной реализации на архитектурах параллельных вычислительных систем.

В качестве параллельной вычислительной системы предлагается использовать специализированный графический мультипроцессор современных видеокарт NVidia (архитектура CUDA) в связи с его широкой доступностью и высоким вычислительным потенциалом. Схема реализации создания объёмного изображения из стереопар с помощью GPU приведена на рис. 1.

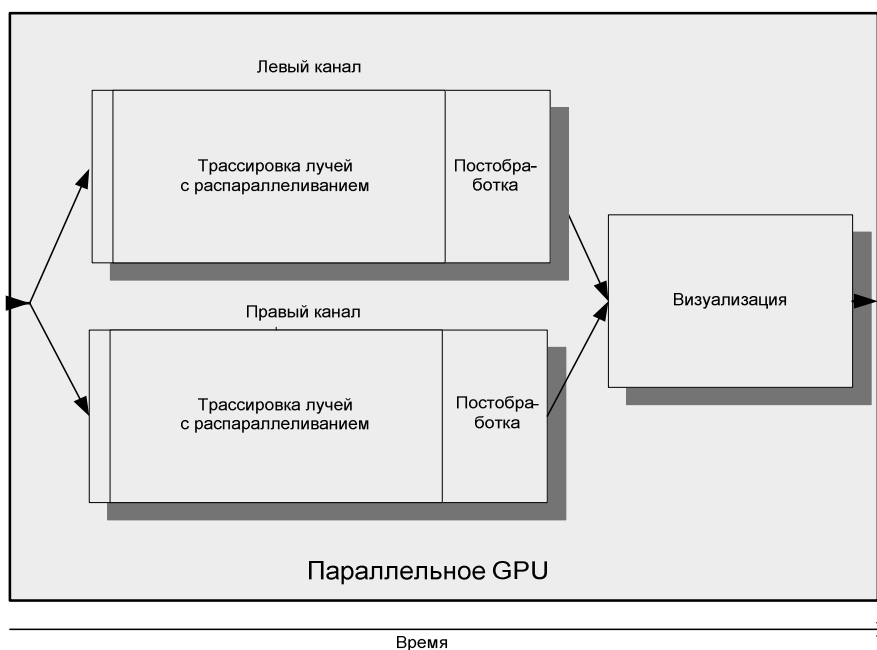


Рис. 1. Процесс синтеза с использованием GPU и архитектуры CUDA

В силу того, что расчет изображений может осуществляться независимо для левого и правого изображения и анаглиф-преобразование может быть проведено для обрабатываемых пикселей изображений независимо, процесс может быть распараллелен во времени и хорошо отображен на архитектуру CUDA:

- ◆ уровень 1 – параллельная независимая реализация синтеза «левый канал» - «правый канал» на мультипроцессоре;
- ◆ уровень 2 – параллельная «внутриканальная» реализация рендеринга методом трассировки лучей на ядрах мультипроцессора, выделенных под каждый канал.

После расчета изображений, с помощью GPU также может быть проведен процесс постобработки кадров стереопары (включая анаглиф) и совмещение в буфере кадра – визуализация.

Проведение экспериментов по визуализации. Проведенные эксперименты показали, что разработанный прототип системы решает задачу формирования стереоизображений трехмерных сцен малой и средней методом трассировки лучей за несколько миллисекунд. При этом:

- ◆ около 60 % времени тратится на решение вычислительной задачи;
- ◆ значительная часть времени при решении задачи (до 40%) тратится на пересылку данных между центральным процессором и графической видеокартой сначала для вычислений, а затем для процесса визуализации (рис. 2);

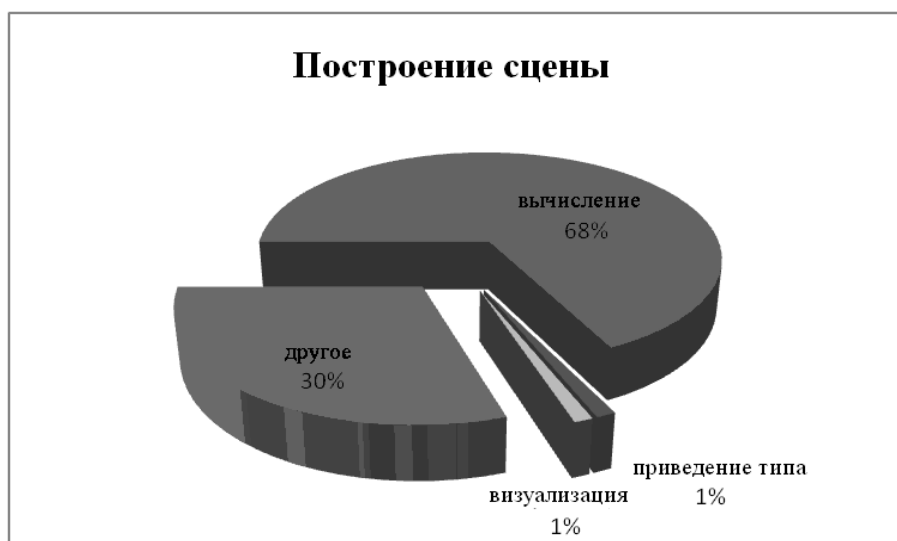


Рис. 2. Затраты времени на синтез сцены

- ◆ визуализация сцены проводится с помощью библиотеки DirectX и позволяет аппаратно ускорить выполнение этапа визуализации;
- ◆ при увеличении вычислительной сложности сцены время для ее обработки тоже увеличивается, зависимость имеет почти линейный характер (так при увеличении количества объектов в сцене коэффициент составляет примерно 0,3, а при увеличении количества источников освещения – 0,014);
- ◆ решение тестовой задачи на вычислительной CUDA-сети размера (4:1) сокращает время вычислений на 20–25 % по отношению к (2:1);
- ◆ исследование влияния увеличения размера вычислительной сети на скорость вычислений показали важность правильного задания структуры формирования вычислительной сети.

Выводы. Для решения задачи реалистичной визуализации предложен способ синтеза стереопары изображений с использованием метода обратной трассировки лучей и анаглиф-постпреобразования. Разработана реализация предложенного способа стереовизуализации сцен методом трассировки лучей с использованием параллельных вычислений на графических процессорах (платформа CUDA), экспериментально оценены временные характеристики процесса для различных характеристик сцен (количества объектов, источников освещения, аппроксимирующих граней, динамики, размера вычислительной сети и других). Показано, что разработанный прототип системы решает задачу формирования изображений сцен малой сложности в реальном времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Duncan L. MacFarlane.* Three – Dimensional Monitor. US Patent 580166, 1998.
2. *Ezhov V.A.* Volume (or stereoscopic) images on the screens of standard computer and television displays / *Ezhov V.A., Studentsov S.A.* – Proc. SPIE, 2005. – Vol. 5821. – P. 102-116.
3. Аналіз, дослідження й удосконалення методів реалістичної візуалізації тривимірних моделей об'єктів і сцен з використанням функціонального опису. – Електр. текстові данні (28304 bytes). – Режим доступу: <http://masters.donntu.edu.ua/2010/fknt/ivanova/diss/index.htm> Monday, 20 December 2010 13:21:12.
4. Алгоритм быстрой трассировки лучей на графических процессорах для динамической сетки с применением геометрии изображения. – Электрон. текстовые данные. – Режим доступа: <http://graphics.cs.uiuc.edu/geomrt/> Monday, 20 December 2009 11:21:12.
5. *Гуров А.В., Зори С.А.* Реалистичная стереовизуализация трехмерных сцен методом трассировки лучей на специализированных параллельных вычислительных системах // Моделирование та комп'ютерна графіка: Матеріали 4-ї Міжнародної науково-технічної конференції, Донецьк, 5-8 жовтня 2011 р. – Донецьк, ДонНТУ, Міністерство освіти та науки, молоді та спорту України, 2011. – С. 109-113.
6. *Лисенко В.В., Гуров А.В., Зори С.А.* Синтез реалистичных изображений рельефов и ландшафтов для параллельных вычислительных систем трехмерной компьютерной графики // Информатика та комп'ютерні технології. Збірка праць VII міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців – 22-23 листопада 2011 р., Донецьк, ДонНТУ. – 2011. В 2-х т. Т. 1. – С. 96-100.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.В. Боженюк.

Башков Евгений Александрович – Донецкий национальный технический университет; e-mail: bashkov@pmi.dgtu.donetsk.ua; 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58, Украина; тел.: +380623045571; +380623010918; проректор по научной работе; кафедра прикладной математики и информатики заведующий; д.т.н.; проф.

Зори Сергей Анатольевич – e-mail: zori@pmi.dgtu.donetsk.ua; к.т.н.; доцент.

Bashkov Evgen Alexandrovich – Donetsk National Technical University; e-mail: bashkov@pmi.dgtu.donetsk.ua; 58, Artyom street, Donetsk, 83001, Ukraine; phones: +380623045571; +380623010918; the department of applied mathematics and informatics; head the department; professor.

Zori Sergey Anatol'evich – e-mail: zori@pmi.dgtu.donetsk.ua; cand. of eng. sc.; associate professor.