

## СИНТЕЗ СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЙ НА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

*В работе рассматривается исследование возможности синтеза реалистичных стереоскопических изображений сцен методом трассировки лучей на параллельных архитектурах специализированных графических вычислительных систем. Разработана реализация синтеза с использованием метода обратной трассировки лучей и анаглиф пост-преобразования на графическом процессоре, экспериментально оценены временные характеристики процесса для различных характеристик сцен.*

### **Введение. Постановка и актуальность задачи**

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.

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 [1].

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 [2].

В связи с этим, неким, широко распространенным и доступным на сегодняшний день «компромиссом», в достижении объемности визуализируемых изображений сцен является стерео визуализация. Методы реализации стерео также хорошо известны и проработаны и применяются во многих практических реализациях систем визуализации [3].

Все это порождает новые направления прикладных исследований в области создания эффективных архитектур программно-аппаратных комплексов для решения задач реалистичной объемной визуализации. 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.

### **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 стерео изображений [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], и анаглиф-преобразование. В связи с тем, что алгоритмы трассировки лучей требуют значительных вычислительных затрат для их реализации и, на сегодняшний день, трудно реализуемы в режиме реального времени на традиционных вычислительных системах для сложных динамических сцен, необходимо рассмотреть вопрос о возможности его реализации на архитектурах параллельных вычислительных систем.

В качестве параллельной вычислительной системы предлагается использовать специализированный графический мультипроцессор современных видео карт 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.

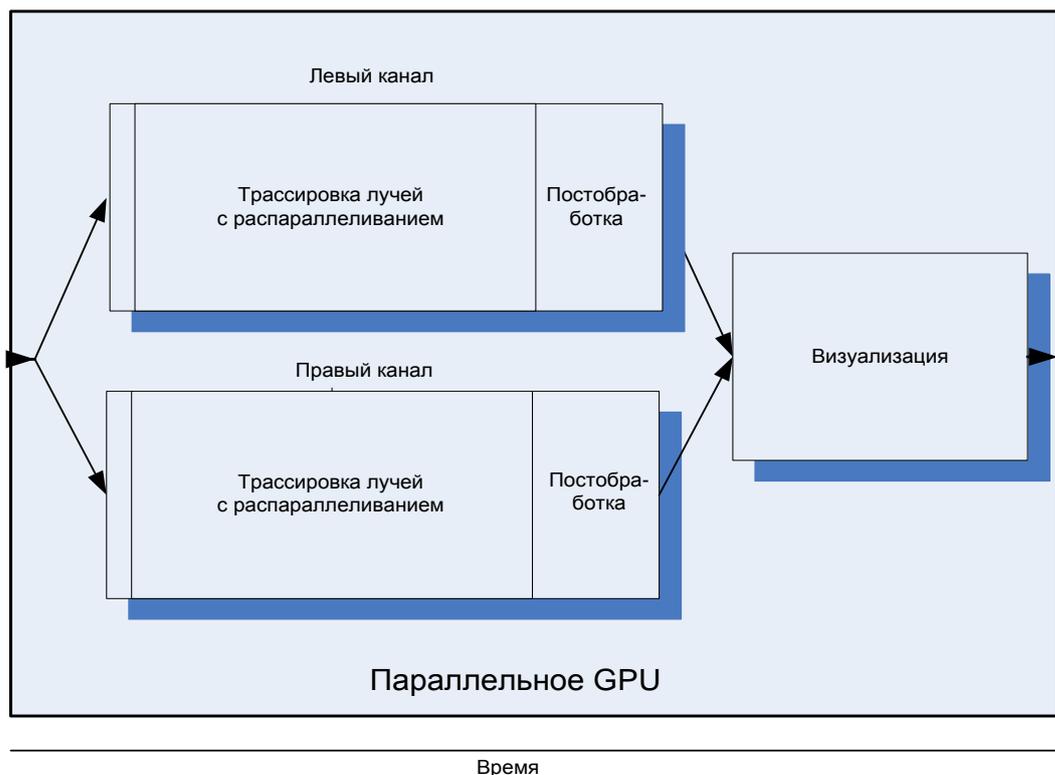


Рисунок 1 – Процесс синтеза с использованием GPU и архитектуры CUDA

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- преобразование) и их 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 (рис. 2):



Рисунок 2 – Затраты времени на синтез сцены

- около 60-ти процентов 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;
- 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 пост преобразования. Разработана реализация предложенного способа стереовизуализации 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.

### Литература

1. Аналіз, дослідження й удосконалення методів реалістичної візуалізації тривимірних моделей об'єктів і сцен з використанням функціонального опису – Електр. текстові данні – Режим доступу: <http://masters.donntu.edu.ua/2010/fknt/ivanova/diss/index.htm> Monday, 20 December 2010 13:21:12.
2. Favalora G.E., Volumetric 3D Displays and Application Infrastructure // “Computer” – 2005 - August – p. 37-44
3. 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 , v.5821, p. 102-116
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 стерео-визуализация трехмерных сцен методом трассировки лучей на специализированных параллельных вычислительных системах // Моделювання та комп'ютерна графіка : Матеріали 4-ї міжнародної науково - технічної конференції , м Донецьк , 5-8 жовтня 2011 р . — Донецьк, ДонНТУ , Міністерство освіти та науки, молоді та спорту України, 2011.– с. 109-113
6. Лисеенко 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. у 2-х томах, т. 1, с. 96-100.