

УДК 681.3

РЕАЛИСТИЧНАЯ СТЕРЕО-ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТРЕХМЕРНЫХ
СЦЕН МЕТОДОМ ТРАССИРОВКИ ЛУЧЕЙ НА
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Гуров А.В., Зори С.А.

Донецкий национальный технический университет
кафедра прикладной математики и информатики
E-mail: al_gurov@mail.ru, zori@pmi.dgtu.donetsk.ua

Аннотация:

Гуров А.В., Зори С.А. Реалистичная стерео-визуализация трехмерных сцен методом трассировки лучей на специализированных параллельных вычислительных системах. Рассмотрена классификация методов получения стереоизображений. Описан алгоритм обратной трассировки лучей. Определен метод ускорения алгоритма трассировки лучей, получены результаты последовательной программы, поставлены цели для дальнейшего анализа и реализации реалистичной стереовизуализации.

Общая постановка проблемы

На сегодняшний день построение стереоизображений является одним из перспективных направлений компьютерной графики. Возможность стереопредставления изображений порождает новые направления прикладных исследований – создание программно-аппаратных комплексов виртуальной и расширенной реальности, обучающих комплексов, построение реалистичных презентаций и анимаций и пр.

При этом в таких системах возникает необходимость эффективного, по скоростным параметрам, применения и совмещения как методов реалистичной трехмерной графики, использующих традиционный механизм визуализации, так и методов нетрадиционной визуализации - стереовизуализации.

Методы трассировки лучей на сегодняшний день считаются наиболее мощными и универсальными методами создания реалистичных изображений. Известно множество примеров реализации алгоритмов трассировки для качественного отображения самых сложных трехмерных сцен. Универсальность методов трассировки в значительной степени обусловлена тем, что в их основе лежат простые и ясные понятия, отражающие опыт человека по

восприятию окружающего мира. Методы реализации стерео также хорошо известны и проработаны и применяются во многих практических реализациях графических систем.

Целью работы является исследование возможности эффективной, по скоростному критерию, реализации реалистичного синтеза стереоскопических изображений методом трассировки лучей и возможности его реализации на параллельных архитектурах специализированных вычислительных систем.

Построение стерео-изображений

Стерео-изображение — картина или видеоряд, использующий два отдельных изображения, позволяющих достичь стереоэффекта.

Стереоэффект (зрительный) — ощущение протяжённости пространства и рельефности, возникающие при наблюдении реальных объектов, рассматривании стереопар, стереофотографий, стереоизображений и голограмм.

Бинокулярная стереоскопия (анаглифовые очки)

Этот метод использует очки, вместо линз у которых вставлены светофильтры дополнительных цветов. Дешёвый, но достаточно эффективный метод, физически он не обеспечивает правильную передачу цвета стереоизображения, однако нервная система довольно хорошо интерпретирует его. Время адаптации зрения к этому методу составляет около 30 секунд, после длительного использования на пропорциональный период нарушается цветовосприятие.

В одном цветовом канале (например красном) передается изображение для левого глаза, в другом или двух других (например в синем и зеленом) - для правого. Для того чтобы правый глаз не увидел изображение из красного канала, а левый из сине-зеленого используются анаглифические очки в которых установлены светофильтры вместо линз (в рассматриваемом случае - для левого глаза - сине-зеленый, а для правого - красный). Как правило для создания анаглифа используются цвета стандартной схемы RGB, но возможны и другие раскладки. Распространены следующие варианты анаглифа:

- red-cyan (красный и сине-зеленый) - самый распространенный формат;

- optimized red-cyan - используется оптимизированный алгоритм получения стереоизображения, с целью достижения лучшей цветопередачи. Данный метод требует большей вычислительных мощностей видеоподсистемы;

- black-white (чернобелый) - анаглиф с оттенками серого, используется с целью получения более равномерной яркости изображения в ущерб цветопередаче;

- yellow-blue (желтый и синий) - данная комбинация цветов RGB позволяет получить неплохую цветопередачу, однако изображение получится более холодным из-за использования синего, для данного варианта необходимо использовать очки с синим и желтым светофильтрами.

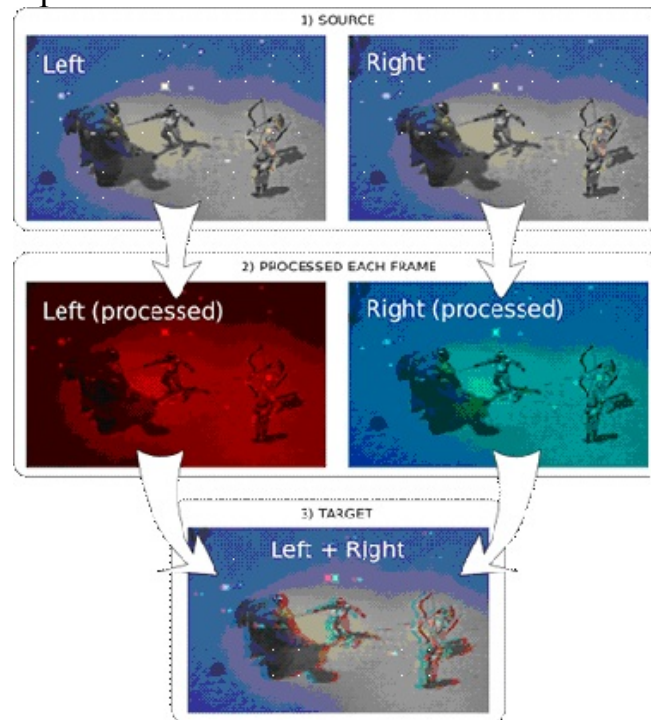


Рис.1 – Процесс получения анаглифного изображения

Принцип работы алгоритма обратной трассировки лучей

Алгоритм работает следующим образом: из виртуального глаза через каждый пиксель изображения испускается луч и находится точка его пересечения с поверхностью сцены. Лучи, выпущенные из глаза, называют первичными. Допустим, первичный луч пересекает некий объект 1 в точке $N1$ (рис. 1).

Далее необходимо определить для каждого источника освещения, видна ли из него эта точка. Предположим пока, что все источники света точечные. Тогда для каждого точечного источника света, до него испускается теневой луч из точки $N1$. Это позволяет сказать, освещается ли данная точка конкретным источником. Если теневой луч находит пересечение с другими объектами, расположенными ближе чем источник света, значит, точка $N1$ находится в тени от этого источника и освещать ее не надо. Иначе,

считаем освещение по некоторой локальной модели (Фонг, Кук-Торранс и.т.д.). Освещение со всех видимых (из точки Н1) источников света складывается. Далее, если материал объекта 1 имеет отражающие свойства, из точки Н1 испускается отраженный луч и для него вся процедура трассировки рекурсивно повторяется. Аналогичные действия должны быть выполнены, если материал имеет преломляющие свойства.

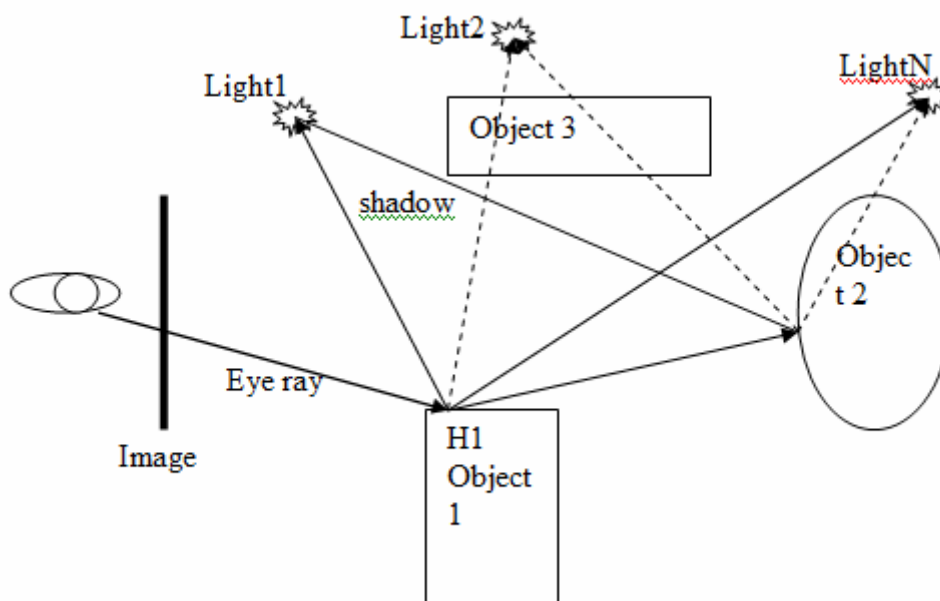


Рис. 2 - Алгоритм трассировки лучей

Экспериментальные данные

Программная реализация алгоритмов трассировки лучей и выделения анаглифа позволяют экспериментально определить качественные и количественные характеристики. Основной характеристикой программы является время выполнения алгоритма синтеза стерео-изображения, которое зависит от размера изображения, количества объектов присутствующих в сцене, уровня детализации.

Эксперименты проводились на машине со следующими характеристиками:

- процессор – Pentium D 2,81 Ghz;
- ОЗУ - 1,5 Гб;
- Видео карта – ASUS X1600 512.

Один из экспериментов проводился для разрешения 640x480 точек и высокой детализации. Результирующий график представлен на рисунке 2.

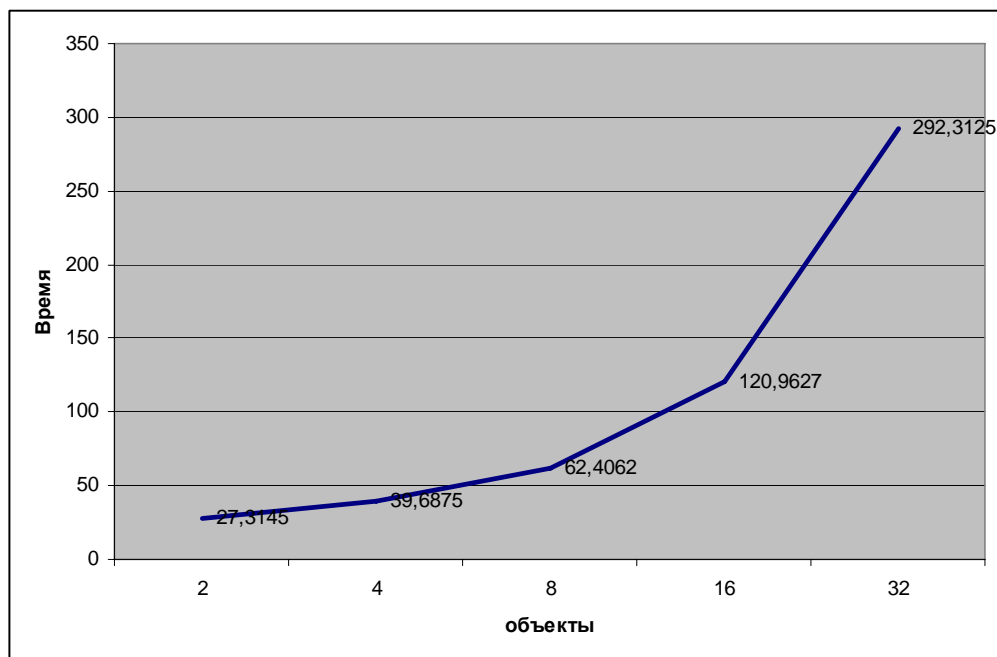


Рис. 2 – Исследование зависимости времени выполнения программы при размере изображения 640x480 и высокой детализации от количества объектов в сцене

Анализируя полученные данные, можно предложить ускорение данной программы путем распараллеливания используемых в ней алгоритмов. Например, параллельно синтезировать и обрабатывать изображения для левого и правого глаз, что предпологаемо уменьшит время выполнения программы вдвое. В то же время можно ускорить и процесс синтеза изображения методом трассировки, путем распараллеливания обработки лучей. Обработать не луч за лучом, а пары лучей. Что в свою очередь даст также ускорение программы вдвое.

Ориентировочный процесс синтеза стерео-изображения на GPU представлен на рисунке 3.

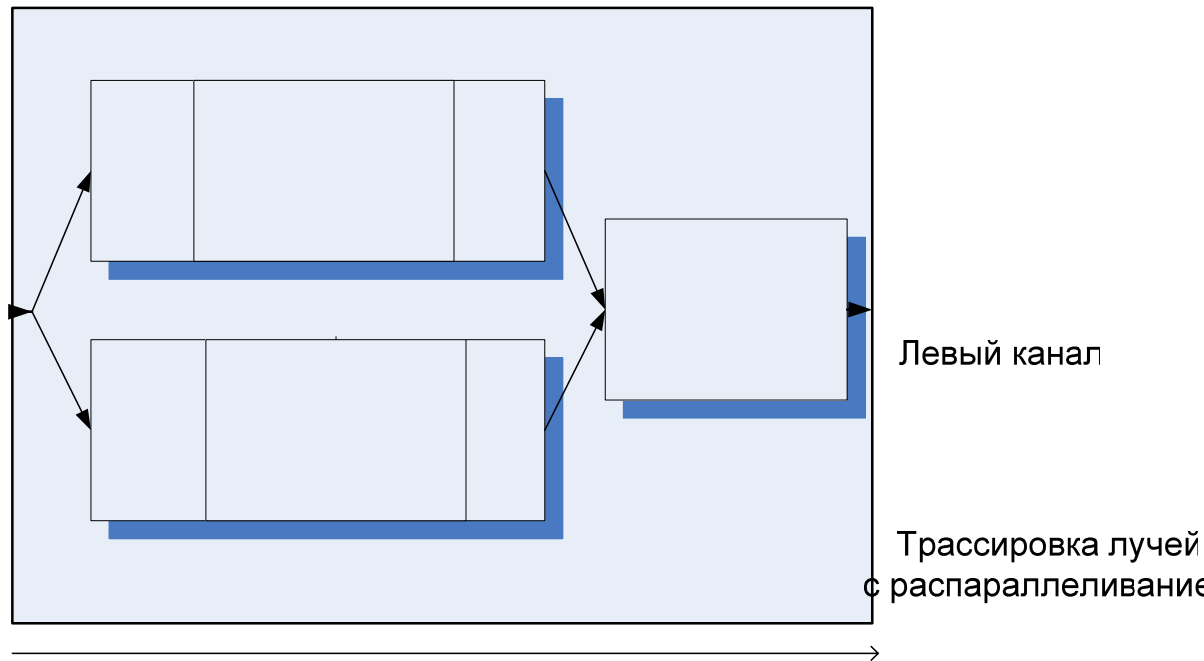


Рис. 3 – Процесс выполнения программы с использованием GPU

Цели дальнейшего исследования

- Исследовать возможность реализации алгоритма на параллельных архитектурах вычислительных систем, включая архитектуры GPU современных видеокарт ПК;

- Создать прототип программной системы для реалистичных стереоизображений с использованием метода трассировки лучей на параллельной архитектуре GPU видеокарт ПК, проанализировать характеристики процесса синтеза в сравнении с «классическим» решением задачи.

Выводы

В ходе проведения исследования проблемы были проанализированы существующие подходы к ускорению реализации метода трассировки лучей, выявлены их сильные и слабые стороны, рассмотрены методы создания стерео-изображений.

Следовательно, возможность эффективной по скорости реализации реалистичного синтеза стереоскопических изображений методом трассировки лучей и возможность его реализации на параллельных архитектурах специализированных вычислительных систем является важной задачей.

Литература

1. Михайлюк М.В., Хураськин И.А. Синтез стереоизображения для систем виртуальной реальности с использованием оптической трекинговой системы. / Программные продукты и системы, № 3, 2006.
2. «Трехмерная визуализация научной, технической и социальной реальности. Кластерные технологии моделирования». – Ижевск, 2010.-С.
3. Трассировка лучей, МГУ, 2007. Веб-сайт <http://www.ray-tracing.ru/>
4. Wald I. Realtime Ray Tracing and Interactive Global Illumination. PhD thesis, Saarland University, 2004.
5. Shevtsov M., Soupikov A., Kapustin A. Highly Parallel Fast KD-tree Construction for Interactive Ray Tracing of Dynamic Scenes. In Proceedings of the EUROGRAPHICS conference, 2007.
6. Foley T., Sugerman J. KD-Tree Acceleration Structures for a GPU Raytracer. In Proceedings of the ACM SIGGRAPH/EUROGRAPHICS conference on Graphics hardware, p. 15-22, 2005.
7. Horn D., Sugerman J., Houston M., Hanrahan P. Interactive k-D Tree GPU Raytracing. Proceedings of the symposium on Interactive 3D graphics and games on Fast rendering, p. 167-174, 2007.