

УДК 004.925.3

## СИНТЕЗ РЕАЛИСТИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ГИБРИДНЫМИ МЕТОДАМИ ТРАССИРОВКИ ЛУЧЕЙ

Жданов А.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н., Жданов Д.Д.  
(Университет ИТМО)

В работе предлагаются методы, позволяющие ускорить синтез реалистичных изображений, формируемых методами двунаправленной стохастической трассировки лучей, на основе одновременного использования фотонных карт и карт видимости. Процесс синтеза изображения выполняется посредством специальным образом организованных фаз расчета, которые разбиваются на ряд независимых компонент. Предложены специальные методы балансировки вычислительной нагрузки между компонентами за счет вариации параметров рендерера.

В ряде задач реалистичной визуализации, связанных, например, со световым дизайном, требуется численный анализ полученного распределения яркости и освещенности, и основным требованием к методам синтеза изображений является его физическая корректность. С другой стороны, скорость синтеза изображений также является важным параметром, в связи с чем появляется задача эффективного синтеза реалистичных и физически корректных изображений. В общем случае задача физически корректного рендеринга сводится к решению уравнения рендеринга для каждой точки изображения. Данное уравнение является уравнением с бесконечной рекурсией и традиционно решается методами стохастической трассировки лучей, которые бывают прямыми, обратными и двунаправленными.

Был разработан новый метод двунаправленной стохастической трассировки лучей, использующий как фотонные карты, так и карты видимости. На первой фазе прямой трассировки лучей формируются фотонные карты только для каустической составляющей освещения. На последующей фазе обратной трассировки лучей наряду с анализом пересечений путей с каустическими фотонными картами строятся карты видимости для второго или более глубокого события рассеивания на трассе обратного луча. На последующей фазе прямой трассировки анализируется пересечение световых лучей с картами видимости. Таким образом фотонная карты заменяется на фотонную карту для каустической составляющей освещения и на карту видимости для вторичной составляющей освещения. Суммарный размер двух карт значительно меньше, чем требуется для метода двунаправленной трассировки лучей с использованием только фотонных карты и за счет вариации размеров фотонной карты и карты видимости возможно варьировать соотношение точности расчета для составляющих каустического и вторичного освещения.

Для данного метода был разработан подход, основанный на трехуровневом распараллеливании вычислений, который обеспечивает эффективную загрузку современных многопроцессорных систем. На первом уровне все потоки работают синхронно, имеют общую память и фотонные карты, и при этом каждый поток строит изображение своей части изображения в соответствии со случайной маской. Второй уровень состоит из частично асинхронно работающих групп потоков первого уровня, они имеют общую память и синхронизируются через заданные интервалы. Третий уровень используется при архитектуре с неоднородной скоростью доступа к памяти системы: для каждого узла с отделенной памятью создается независимая группа потоков второго уровня, она имеет независимую память и все потоки строго фиксируются в рамках группы ядер с общей памятью. Через заданные интервалы основной вычислительный поток собирает текущее состояние всех групп потоков

третьего уровня не прерывая вычислений. Размеры групп и точки синхронизации выбираются автоматически исходя из конфигурации вычислительной системы.

В рамках исследования был разработан принципиально новый метод двунаправленной стохастической трассировки лучей, который использует две отделенные карты для учета каустического и вторичного освещения. Данный метод позволил снизить требования к памяти и ускорить синтез физически корректных изображений. Разработан подход для использования данного метода на сложных вычислительных системах и балансировки нагрузки между различными компонентами вычислительной системы.