

УДК 004.925.3

АНАЛИЗ МЕТОДА ФОТОРЕАЛИСТИЧНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДВУНАПРАВЛЕННОЙ ТРАССИРОВКИ ПУТИ

М.В. Каламитра, О.Л. Вовк

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра прикладной математики и информатики

Выполнен анализ метода двунаправленной трассировки пути, определены основные шаги графического конвейера для метода BDPT.

Введение. Физически аккуратное моделирование освещения находит широкое применение в архитектуре, индустрии дизайна, кинематографии, при проектировании светотехнических устройств, а также при построении фотореалистических изображений сцен виртуальной реальности. Несмотря на прогресс вычислительной техники время генерации высокореалистичного изображения остается недопустимо большим для приложений, требующих интерактивной скорости вывода на экран. Аппаратные средства растровой графики, обеспечивающие высокие показатели скорости визуализации 2D и 3D графики, остаются за рамками физически аккуратного моделирования освещения, поэтому алгоритмические методы генерации изображений по-прежнему остаются предметом современных исследований в компьютерной графике. Алгоритмы синтеза реалистических изображений с учетом полного моделирования освещенности направлены на решение уравнения рендеринга [1]. Одним из наиболее эффективных методов является метод двунаправленной трассировки пути. В данной работе необходимо выполнить следующие этапы:

- выделить алгоритмические особенности метода;
- составить набор основных шагов графического конвейера.

Цель статьи – провести анализ метода двунаправленной трассировки пути, рассмотреть механизм работы алгоритма, выделить этапы графического конвейера.

Решение задач и результаты исследований. Широкое использование в алгоритмах распространения света для построения реалистических изображений получили двунаправленные методы, комбинирующие прямую и обратную трассировку лучей. Эффективная реализация двунаправленных методов осуществляется перераспределением трассируемых лучей, при котором трассируются лишь лучи существенно влияющие на формируемое изображение.

Метод двунправленої трасировки путей являється усовершенствованим методом Монте-Карло, основная идея, которого состоит в одновременном лучеиспускании из выбранного источника света и виртуального глаза (рис. 1). Видовой путь описывается последовательностью $x_1, x_2, \dots, x_{N_e-1}$, где через x_{i+1} обозначена точка, видимая из точки x_i по направлению $\Theta_{x_{i+1}}$. Световой путь описывается последовательностью y_1, y_2, \dots, y_{N_l} , где через y_{i+1} обозначена точка, видимая из точки y_i по направлению $\Theta_{y_{i+1}}$. Все узлы сгенерированных путей соединяются теневыми лучами, и соответствующие вклады добавляются к яркости пикселя, что приводит к следующей оценке:

$$\langle L_r(x \rightarrow \theta) \rangle = \sum_{i=0}^{N_l} \sum_{j=0}^{N_e-1} w_{ij} C_{ij} \quad (1)$$

Здесь через C_{ij} обозначен вклад теневого луча, который соединяет i -ый узел видовой пути с j -ым узлом светового пути. Через w_{ij} обозначены нормировочные коэффициенты теневого луча, которые необходимо учитывать для корректной сходимости метода [2].

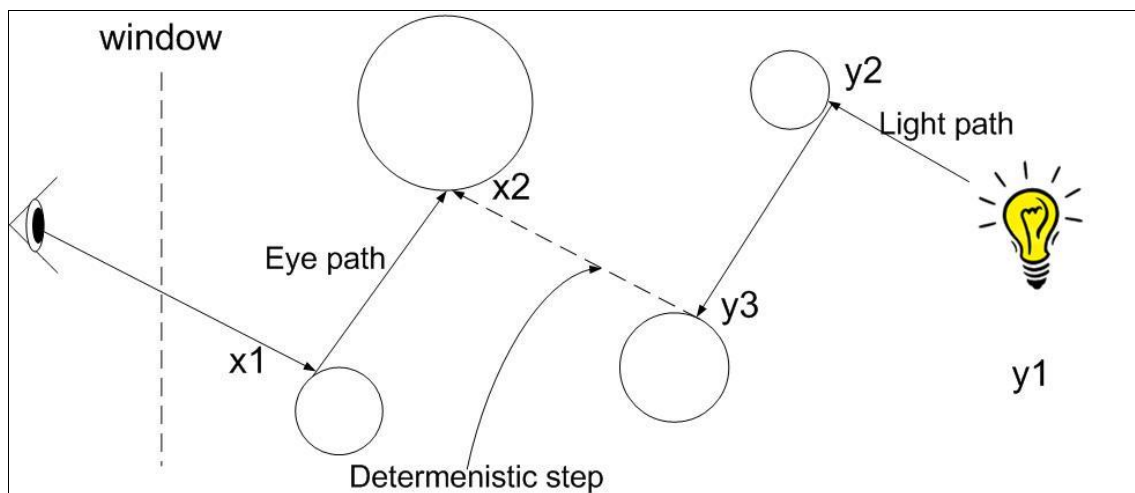


Рис.1. Схема генерирования лучей для метода двунправленої трасировки пути

Реализация двунправленої трасировки лучей подразумевает решение оптимизационной задачи, минимизирующей количество трасируемых лучей, не приводящих, в конечном счете, к переносу энергии от источника света до камеры наблюдения.

Для расчета изображения должен быть реализован графический конвейер, этапы которого можно разделить на две стадии (табл. 1).

Различные подходы к построению алгоритма двунправленої трасировки лучей приводятся в [3-5]. Тестовые результаты [2] показывают сравнительно лучшее качество изображения для сцен замкнутого типа, где важную роль играет непрямоe освещение.

Таблица 1 - Этапы графического конвейера для метода двунаправленной трассировки пути

Для источников света	Для виртуальной камеры
1) На основе информации об источниках света для каждого пикселя изображения генерируется световой луч.	1) На основе информации о камере для каждого пикселя изображения генерируется первичный луч.
2) Для каждого сгенерированного луча вычисляется ближайшая точка соударения с видимым объектом сцены.	2) Для каждого сгенерированного луча вычисляется ближайшая точка соударения с видимым объектом сцены.
3) На основе свойств поверхностей в точках соударения генерируются вторичные лучи (или принимается решение о прекращении светового пути).	3) Каждая точка соударения соединяется теньевыми лучами со всеми префиксами светового пути.
4) Выполняется переход к шагу 2.	4) Каждый теньевой луч тестируется на соударение с любым объектом между световым и видовым путем. Если пересечение найдено, то теньевой луч удаляется.
	5) На основе свойств поверхностей в точках соударения вычисляется вклад каждого теневого луча в яркость соответствующего пикселя.
	6) На основе свойств поверхностей в точках соударения генерируются вторичные лучи (или принимается решение о прекращении видового пути).
	7) Выполняется переход к шагу 2.

Выводы. Проведен анализ метода двунаправленной трассировки пути. Определены основные этапы графического конвейера для источников света, а также для виртуальной камеры. Планируется реализовать метод BDPT с возможностью визуализации статических сцен, а также получить экспериментальные характеристики работы алгоритма в FPS при разном количестве источников света, объектов сцены, интенсивности света, разрешении выходного изображения и т.д.

Литература

1. Kajiya James T., "The rendering equation", Dallas, August, VI 20, N.4, 1986.
2. Adamsen Mikkel, "Bidirectional path tracing", July 19, 2009.
3. E.P.Lafortune, Y.D.Willems. Bidirectional path tracing. Computer Graphics Proceedings, Alvor, Portugal, pp.145-153, 1993.
4. E.Veach, L.J.Guibas. Optimally combining sampling techniques for Monte Carlo rendering. SIGGRAPH 95 Proceedings. Addison-Wesley, pp.419-428, 1995.
5. S.N.Pattanaik, S.P.Mudur. Adjoint equations and random walks for illumination computation, ACM Transactions on Graphics 14: 77-102, 1995.

Поступила в редколлегию 12.06.2013