

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТОВ РЕАЛЬНОЙ
СЦЕНЫ ПО НАБОРУ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ДИФФЕРЕНЦИРУЕМОГО РЕНДЕРИНГА**

Кинёв И.Е. (ИТМО)

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

Введение. Создание реалистичных 3D-моделей является ключевой и одной из самых сложных задач в компьютерной графике, так как необходимо учитывать большое количество факторов, главные из которых это: геометрия, источники света и материалы объектов. В последнее время, для достижения наиболее высокой степени реализма стали использовать методы реконструкции реального окружения на основе дифференцируемого рендеринга [1]. Например, для таких практических задач как: сканирование помещений для воссоздания их копий на компьютере, корректное позиционирование объектов в дополненной реальности и генерация новых трехмерных моделей. Реконструкция чаще всего производится следующим образом. На первом шаге производится сканирование сцены с использованием камер на основе технологии LiDAR, в результате чего получается геометрия в виде облака точек. Далее облако точек преобразуется в сеть из полигонов для более удобной работы с геометрией. На следующем шаге производятся восстановление источников света, обычно за основу берут самые простые, точечный или протяженный и в конце восстанавливают оптические свойства объектов используя оптические модели, которые могут учитывать различные физические явления, включая преломление, дифракцию и интерференцию. Например, модель Фонга [2], Диснея [3], Кука-Торренса [4]. Однако по отдельности модели не всегда могут качественно воспроизводить оптические свойства реальных объектов. Для решения данной проблемы предлагается использовать комбинированную оптическую модель, состоящую из нескольких слоев, первые из которых являются простыми моделями, а последующие более сложными.

Основная часть. В данной работе предполагается, что информация о геометрии сцены заранее известна (она задана в виде сетки полигонов), также известна информация об источниках света и имеется ряд фотографий сцены с заранее определенных ракурсов. Имея данную информацию, можно использовать дифференцируемый рендер для восстановления оптических свойств. Основная суть его работы заключается в том, чтобы итеративно рендерить изображения на основе заданных коэффициентов оптических свойств объектов сцены. В конце каждой итерации рендера происходит сравнение синтезированных изображений с оригинальными фотографиями. В результате чего вычисляются ошибки, впоследствии передающиеся в оптимизатор, который изменяет коэффициенты оптической модели для каждого объекта на определённую величину, в зависимости от значения ошибок. Таким образом с каждой последующей итерацией происходит примерное приближение свойств начальной оптической модели к оригинальным свойствам реальных объектов. В качестве основного метода рендера предлагается использовать обратную трассировку лучей, из-за простоты его реализации и эффективности при расчете вторичного освещения. Также для увеличения точности восстановления предлагается новая комбинированная оптическая модель, состоящая из нескольких уровней. На первом уровне находятся основные типы событий: specularное отражение, диффузное отражение и преломление. К каждому типу прикреплена какая-то простая оптическая модель для быстрого вычисления яркости пикселя и нового пути луча. Например, модель Блинна-Фонга [5] или отражение Ламберта. На втором уровне комбинированной оптической модели находятся, сгруппированные по типу события, более сложные оптические модели. Каждый тип события и привязанные к этому типу модели первого и второго уровней имеют собственный вес. Значение веса будет определять с какой частотой выберется то или иное событие во время трассировки луча в сцене, а также какой вклад в финальную яркость пикселя внесет та или иная модель. Первый уровень модели

служит для приближенного вычисления оптических свойств объектов, если точности не хватает можно использовать второй уровень, предоставляющий более точные, но и одновременно с этим сложные оптические модели, вследствие чего увеличиваются вычислительные затраты. Кроме того, можно задавать и менять какие оптические модели будут учитываться в процессе восстановления. Таким образом можно управлять точностью и скоростью восстановления. Задавать начальные значения параметров модели, можно вручную или при помощи анализа оригинальных изображений. Для автоматического выбора начальных оптических свойств предлагается анализировать изображения с нескольких ракурсов камер. Имея различные углы наблюдения и яркости для этих углов, можно по изменению яркости в зависимости от угла наблюдения, примерно понять какое оптическое свойство имеет объект: specularное отражение, диффузное и т.д., Кроме того, пуская тестовый луч в сцену, можно определить зеркальная поверхность у материала или нет.

Выводы. Предлагаемый метод восстановления оптических свойств объектов реальной сцены по ее изображениям, геометрии и источникам света, позволяет относительно быстро получить приемлемый результат, который можно использовать для создания виртуальных сцен, а также в некоторых случаях заменить (когда не требуется большая точность) физические установки для измерения образцов материалов со сложными оптическими свойствами на простые измерения с использованием средств дифференцируемого рендеринга.

Список использованных источников:

1. Merlin N., Delio V., Tizian Z., Wenzel J. Mitsuba 2: A Retargetable Forward and Inverse Renderer. – 2019.
2. Phong, B. Illumination for computer generated pictures. // Communications of ACM 18. – 1975. – V. 6. – P. 311-317.
3. Burley, B. Physically Based Shading at Disney. // ACM Transactions on Graphics. – 2012. – P. 1-7.
4. Cook R. A Reflectance Model for Computer Graphics // ACM Transactions on Graphics (TOG). – 1982. –V. 1. – P. 7-24.
5. Blinn J. Models of light reflection for computer synthesized pictures // ACM SIGGRAPH Computer Graphics. – 1977. – V. 11. – I. 2. –P. 192-198.