# Метод Монте–Карло для решения задач структурированного излучения

Структурированное излучение – это излучение от некоторого светового источника, подчиняющееся определенному закону распространения (например, закону синуса). Для решения задач структурированного излучения были использованы источники [1], [2], [3] с некоторой модификацией.

**Модификация метода Монте-Карло**

Добавлены следующие структуры:

1. Карта рассеивания фотонов внутри среды
2. Сетка прямоугольных детекторов (карта рассеивания фотонов на поверхности среды)
3. Карта распределения фотонов внутри среды по максимальной глубине

Процесс получения карты рассеивания:

Пространство разбивается на ячейки аналогично карте поглощения в источниках [1], [2], [3]. По центру каждой ячейки проводится виртуальная плоскость параллельная плоскостям границ слоев. В случае пересечения фотоном виртуальной плоскости в ячейку добавляется (суммируется) текущий вес фотона.

Процесс получения сетки прямоугольных детекторов:

Поверхность среды разбивается на прямоугольные ячейки. Каждая такая ячейка есть детектор. В случае выхода фотона из среды через поверхность (верхнюю границу) фотон попадает на один из детекторов, куда и добавляется (прибавляется) текущий вес фотона.

Процесс получения карты распределения фотонов по максимальной глубине:

В структуру фотона добавлен параметр максимальная глубина. При инициализации фотона максимальная глубина принимается равной начальной позиции фотона по z - координате. На каждой итерации жизненного цикла фотона проверяется - превосходит ли текущее значение по z - координате значение максимальной глубины. Если превосходит, то значение максимальной глубины считаем равным текущему значению по z - координате.

Далее используется сетка прямоугольных детекторов. Для каждого детектора добавляется распределение фотонов по максимальной глубине проникновения в среду (распределение по z – координате). При выходе фотона через поверхность (верхнюю границу) добавляем текущий вес фотона в ячейку распределения по глубине, которая соответствует максимальной глубине проникновения конкретного фотона в среду, для детектора на который попал фотон.

**Свертка**

В источниках [1], [2] , [3] моделируется распространение точечного источника света, что не подходит для решения задач структурированного излучения. Один из способов решения этой проблемы свертка результатов для точечного источника излучения. Суть свертки – зная распространение излучения для одного точечного источника света можно смоделировать произвольный источник света, который будет состоять из точечных источников. Данный подход позволяет существенно экономить время вычислений, так как не нужно моделировать эксперимент для каждого отдельного точечного источника. Необходимо понимать, что свертку можно использовать только для симметричных поверхностей в отличие от подхода, где каждый точечный источник, как составная часть произвольного источника, моделируется отдельно.

Для свертки была написана отдельная программа, которая решает задачу структурированного излучения для симметричных поверхностей. В основе работы программы лежит работа с трехмерными и двумерными матрицами.

Описание алгоритма свертки:

1. Выбирается закон распространения света
2. Создается нулевая трехмерная матрица – результирующая матрица
3. Оригинальная матрица (трехмерная или двумерная) смещается в плоскости XY на фиксированные n по x и m по y значения до тех пор, пока в матрице остаются значащие (ненулевые) элементы
4. К результирующей матрице прибавляется смещенная матрица, умноженная на масштабирующий коэффициент (зависит от закона распространения)
5. Шаги 3 и 4 следует повторять до тех пор, пока ко всем ненулевым матрицам получаемых шагом 3 не будет применен шаг 4

Данный алгоритм свертки применяется ко всем структурам из источников [1], [2], [3], а так же к карте рассеивания, сетке прямоугольных детекторов и карте распределения фотонов по максимальной глубине.

# Список литературы

1. Горшков, А.В. Оптимальный алгоритм поиска пересечений в задаче Монте-Карло моделирования распространения зондирующего излучения в головном мозге человека / А.В. Горшков, А.Л. Коршунова // Вестник нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. - 2012. -N. 5. - С. 73.
2. Горшков, А.В. Улучшенный метод Монте-Карло для моделирования распространения зондирующего излучения в задачах оптической диффузионной спектроскопии / А.В. Горшков, М.Ю. Кириллин, В.П. Гергель // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. - 2014. - N. 1. - С. 239.
3. Gorshkov, A.V. Monte Carlo simulation of brain sensing by optical diffuse spectroscopy / A.V. Gorshkov, M.Yu. Kirillin // Journal of Computational Science. - 2012. - Vol. 3. - P. 498.