

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»
Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Отчёт

по Лабораторной работе №4
по дисциплине «Алгоритмы Компьютерной Графики»

Выполнил: Захарченко Роман Владимирович, группа Р3331

Преподаватель: Игорь Станиславович Потёмин

Санкт-Петербург 2025

Цель работы

Овладеть навыками расчета и визуализации распределения яркости на диффузной сфере, освещенной точечными источниками света.

Задачи

- Провести расчет распределения яркости на сфере в пределах заданной области.
Рекомендуемые пределы значений параметров для расчета:
 - ✓ Размер прямоугольного экрана по высоте (H) и ширине (W) варьируются в диапазоне от 100 до 10000 миллиметров.
 - ✓ Разрешение изображения по высоте (H_{res}) и ширине (W_{res}) варьируются в диапазоне от 200 до 800 пикселей. Разрешение должно обеспечивать квадратные пиксели.
 - ✓ Координаты источников света (x_{Li}, y_{Li}, z_{Li}) [мм] по осям X и Y $X \pm 10000$, по оси Z от 100 до 10000.
 - ✓ Координаты наблюдателя: $(0, 0, z_0)$ [мм].
 - ✓ Координаты центра сферы (x_c, y_c, z_c) [мм] по осям X и Y ± 10000 , по оси Z от 100 до 10000. Сфера должна целиком помещаться в область видимости.
 - ✓ Сила излучения I_o варьируются от 0.01 до 10000 Вт/ср.
 - ✓ Параметры модели Блинн-Фонга. Выбираются так, чтобы на изображении был виден ярко выраженный пик.
- Написать приложение на Python, формирующее изображение рассчитанного распределения яркости для заданного разрешения с нормировкой (0-255) на максимальное значение яркости.
- Записать сформированное изображение в файл
- Визуализировать изображение на мониторе.

Теория

Алгоритм работы рендера основан на трассировке лучей и модели освещения Блинна–Фонга. Для каждого пикселя формируется луч из точки наблюдателя O через точку на экране. Далее определяется пересечение луча со сферой радиуса R и центром C . Решаем квадратное получившееся квадратное уравнение. (D — направление луча, R — радиус сферы, O — точка наблюдателя, P — точка пересечения луча с поверхностью сферы.)

$$\begin{aligned} \mathbf{P}(t) &= \mathbf{O} + t\mathbf{D}, \\ \|\mathbf{P} - \mathbf{C}\|^2 &= R^2 \end{aligned} \quad a = \mathbf{D} \cdot \mathbf{D}, \quad b = 2 \mathbf{D} \cdot (\mathbf{O} - \mathbf{C}), \quad c = \|\mathbf{O} - \mathbf{C}\|^2 - R^2.$$

Если дискриминант < 0 пересечений нет, иначе выбираем меньший корень.

Далее в точке пересечения P вычисляется нормаль к поверхности сферы и вектор направления на наблюдателя:

$$\mathbf{N} = \frac{\mathbf{P} - \mathbf{C}}{\|\mathbf{P} - \mathbf{C}\|}, \quad \mathbf{V} = \frac{\mathbf{O} - \mathbf{P}}{\|\mathbf{O} - \mathbf{P}\|}.$$

Далее для каждого источника света с координатами S_i вычисляется вектор направления света и полувектор Блина:

$$\mathbf{L}_i = \frac{\mathbf{S}_i - \mathbf{P}}{\|\mathbf{S}_i - \mathbf{P}\|}, \quad \mathbf{H}_i = \frac{\mathbf{L}_i + \mathbf{V}}{\|\mathbf{L}_i + \mathbf{V}\|}.$$

Диффузная составляющая определяется по модели Ламберта и зеркальная составляющая по модели Блинна–Фонга:

$$I_{\text{diff},i} = k_d \max(0, \mathbf{N} \cdot \mathbf{L}_i), \quad I_{\text{spec},i} = k_s (\max(0, \mathbf{N} \cdot \mathbf{H}_i))^n$$

Учитываем ослабление света по закону обратных квадратов:

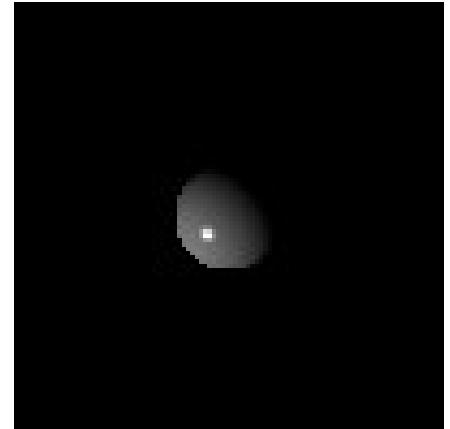
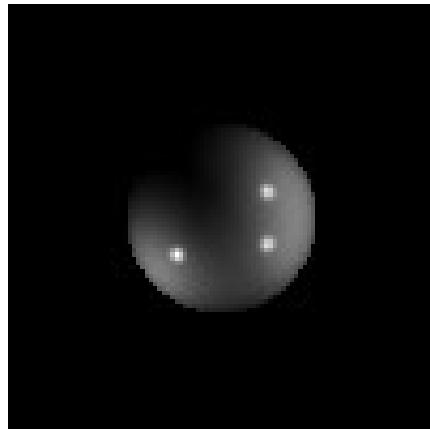
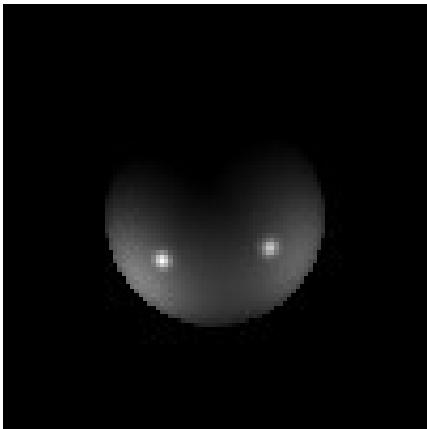
$$A_i = \frac{I_{0i}}{d_i^2}, \quad d_i = \|\mathbf{S}_i - \mathbf{P}\|.$$

Полная освещённость точки формируется суммированием вкладов всех источников света:

$$I_{\text{total}} = \sum_i (I_{\text{diff},i} + I_{\text{spec},i}) \cdot A_i.$$

Далее просто нормируем всё по 0-255. Алгоритм кончился!!

Код и результат его работы



Вывод:

В лабораторной работе реализован рендеринг сферы с использованием модели освещения Блинна–Фонга. Программа рассчитывает пересечение лучей с поверхностью сферы, учитывает диффузное и зеркальное отражение от нескольких источников света и нормализует яркость для отображения. Результатом является визуализация сферической поверхности с корректными бликами и градиентами освещённости, позволяющая наблюдать эффект освещения с разных позиций наблюдателя.