

Лабораторная работа №4

Оценка влияния источника излучения на координаты цвета

Цель

Изучить спектральные характеристики источников излучения и объектов, получить навыки расчета координат цвета.

Содержание

1. Рассчитать координаты цвета при разных источниках излучения.
2. По координатам CIELAB произвести расчет цветового различия ΔE_{76} .
3. По координатам sRGB воспроизвести цвета на экране.

Исходные данные

1. Спектральное распределение для источников цвета - illuminant_.csv.
2. Кривые сложения стандартного колориметрического наблюдателя - CIE_xyz_1931_2deg_5nm.csv.
3. Спектральное распределение для полей ColorChecker - colorcheckerdata.csv.

[Ссылка на папку с данными в формате csv.](#)

Теория

Поток излучения

При измерении с помощью спектрофотометра образцов цвета несамо-светящихся объектов определяется апертурный спектральный коэффи-

циент $\beta(\lambda)$, который характеризует свойство поверхности объекта избирательно поглощать и отражать световой поток в зависимости от длины волны.

Поток излучения от объекта $\Phi(\lambda)$ определяющий цвет данного объекта, рассчитывается по формуле:

$$\Phi(\lambda)\Delta\lambda = \beta(\lambda)S(\lambda)\Delta\lambda, \quad (1)$$

где $S(\lambda)$ — спектральное распределение энергии осветителя.

Координаты XYZ

Для определения координат X , Y , Z необходимо рассчитать произведение $\Phi(\lambda)$ и ординат кривых сложения $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ для стандартного колориметрического наблюдателя, а затем вычислить необходимые координаты:

$$X = k \sum_{\lambda=380}^{\lambda=730} [\Phi(\lambda)\bar{x}(\lambda)] \Delta\lambda, \quad Y = k \sum_{\lambda=380}^{\lambda=730} [\Phi(\lambda)\bar{y}(\lambda)] \Delta\lambda,$$

$$Z = k \sum_{\lambda=380}^{\lambda=730} [\Phi(\lambda)\bar{z}(\lambda)] \Delta\lambda,$$

где k — нормирующий коэффициент, который равен:

$$k = \frac{100}{\sum_{\lambda=380}^{\lambda=730} [\Phi(\lambda)\bar{y}(\lambda)] \Delta\lambda}.$$

Координаты CIE LAB

Формулы расчета координат L^* , a^* , b^* :

$$L^* = 116f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16,$$

$$a^* = 500\left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)\right],$$

$$b^* = 200\left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right],$$

где X_n , Y_n , Z_n - цветовые координаты стандартного белого цвета, а

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3}, & t > (6/29)^3 \\ \frac{1}{3} \left(\frac{29}{6}\right)^2 t + \frac{4}{29}, & t \leq (6/29)^3 \end{cases}$$

Для расчета X_n, Y_n, Z_n используйте формулу [1](#), только в этом случае $S(\lambda) = 0$. И необходимо полученные X, Y, Z умножить на 100 и разделить на Y для нормализации.

Ссылка на формулы расчета координат в CIELAB [CIE 1976 L*a*b* colour space](#) и статья на вики про цветовое пространство [CIELAB](#).

Координаты RGB

Расчет координат RGB на примере sRGB:

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,2404 & -1,5372 & -0,4985 \\ -0,9693 & 1,8760 & 0,0416 \\ 0,0557 & -0,2040 & 1,0573 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

Ссылка на формулы расчета [RGB/XYZ](#).

Выполнение работы

1. Написать функцию для расчета потока излучения от объекта $\Phi(\lambda)$.
2. Написать функции для расчета координат X, Y, Z, L^*, a^*, b^* и R, G, B в цветовом пространстве sRGB.
3. Считать данные спектральных распределений из текстовых файлов для полей тест-объекта ColorChecker, источников света, а также кривых сложения.
4. Для любых четырех полей тест-объекта ColorChecker рассчитать координаты X, Y, Z, L^*, a^*, b^* и R, G, B по трем любым источникам света.
5. Используя координаты R, G, B составить изображение с отображением полей (рис. [1](#)).
6. По координатам L^*, a^*, b^* рассчитать цветовое различие ΔE_{76} .
7. Подготовить отчет по работе.

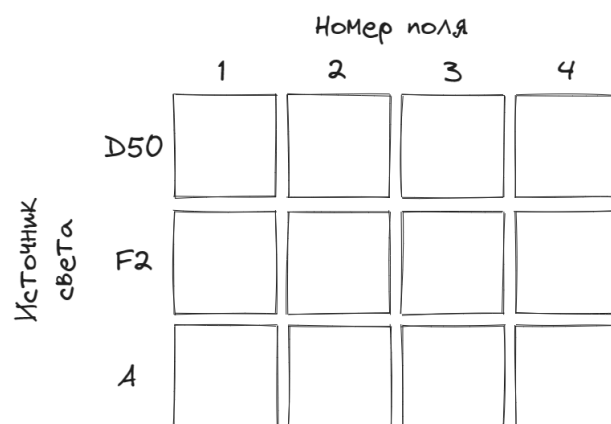


Рис. 1: Примерный вид изображения с полями тест-объекта

Содержание и форма отчета

1. Наименование и цель работы
2. Краткое содержание
3. Исходные данные и программное обеспечение
4. Таблица с цветовыми различиями ΔE_{76} для полей тест-объекта при разных источника света.
5. Изображение с визуализацией 4 полей под 3 источниками света, итого 12 полей. Пример показан на рисунке 1.
6. Выводы по работе: влияет ли освещение на воспринимаемый цвет, возможна ли ситуация, при которой объекты при одном освещении будут восприниматься одинаково, а при другом — по разному.