

Grey-world

Анализ уровня освещения сцены

Вступление

Анализ уровня освещения сцены является востребованным при решении ряда задач. Например, при решении задачи классификации изображений по погодным условиям или задачи детекции огня на изображениях, информация об уровне освещения сцены играет важную роль, так как если не рассматривать фактор уровня освещения, при детекции огня не нужно учитывать время суток или цвет огня, который будет более блеклым днём на фоне остального окружения, и ночью — напротив — будет очень контрастным (или даже белым, если камера не может запечатлеть такой контраст). Смежной задачей является нахождение цвета источника света сцены — имея возможность вычислить цвет источника света сцены, можно получить цвета объектов на сцене, инвариантные относительно освещения.

Целью данной работы является исследование релевантности использования алгоритма *Grey World* для определения уровня освещения и влияния порядка нормы Минковского на конечный результат.

Ожидаемый результат работы — прототип программы, реализующей анализ уровня освещения сцены фото или видеопотока, используя алгоритм *Grey World*.

Также результатом работы является определение эффективности алгоритма *Grey World* для решения задачи об извлечении инвариантной, относительно уровня освещения, информации из изображения или видеопотока.

Создание датасета

Поскольку предполагается использование нейросетевых механизмов (в рамках будущих работ) для решения поставленной задачи, есть необходимость в создании датасета, — референсного набора данных для обучения нейронной сети, с помощью которого будут обучаться и тестироваться модели нейронных сетей. В данном случае датасет состоит из фотографий, содержащих в себе помимо изображения, дополнительную информацию о режиме съёмки.

Для определения реального уровня освещения сцены был использован люксметр с установленной настройкой температуры света LO и с ручным режимом чувствительности, установленной на уровень "до 2000 люкс".

Начальный датасет состоит из 57 фотографий, запечатлённых внутри помещений, фотографии в датасете имеют разрешение 2248x4032 пикселей, сжатия фотографий и последующей обработки не производилось. Все фотографии в датасете были сделаны внутри помещений, так как уровень реального освещения в люксах сильно отличается в помещениях от уличных условий.

Разница в уровне освещения снаружи и в помещении может достигать до сотен раз, отсюда было принято решение собирать начальный датасет из изображений внутри помещений, включив ограничение чувствительности люксметра уровнем, редко достижимым внутри помещений. Также, разделив изображения на "уличные" и "внутри помещений", можно избежать проблемы визуализации показателей люксметра и алгоритмов определения уровня освещения — в таком случае исключаются резкие скачки показателей уровня освещения на графиках при их построении.

При сборе датасета был использован следующий алгоритм:

1. Фиксация уровня освещённости с помощью люксметра, фиксация возможной погрешности и дополнительных условий, которые могут повлиять на точность измерений (например, наличие большого угла между линзой люксметра и источником

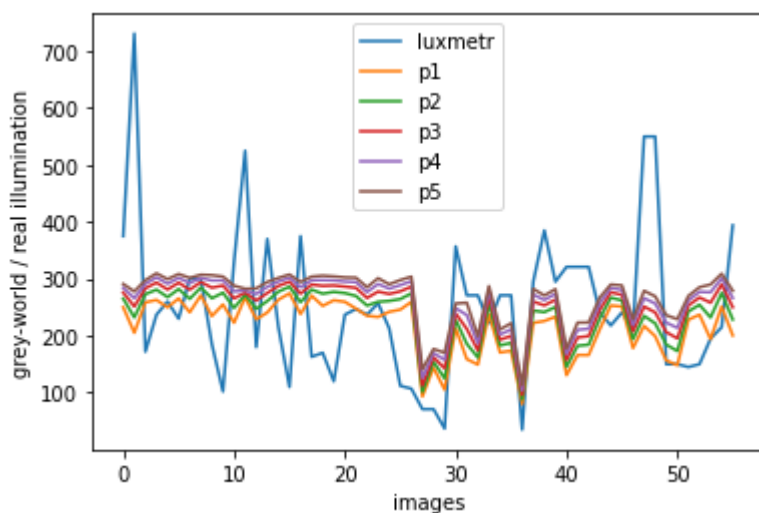
света, наличие нескольких источников света и.т.д) в рабочем журнале;

2. Создание фотографии.

Подход "Grey World"

Первым подходом для программного определения уровня освещённости на фотографии было решено использовать алгоритм *Grey World*. Данный алгоритм основан на гипотезе о том, что среднее значение отражения на сцене ахроматично. Его суть заключается в вычислении средней интенсивности пикселей изображения или среднего значения интенсивности пикселей в степени p ^[1] (порядок Минковского). Далее производится вычисление результата работы алгоритма по формуле $\sqrt{R^2 + G^2 + B^2}$, где R, G, B — результаты вычисления нормы Минковского для соответствующих каналов.

Для начального датасета, состоящего из 57 фотографий, график замеров выглядит следующим образом^[2]:



Корреляции между реальными данными и нормами Минковского разного порядка:

- p1 correlation: 0.1418
- p2 correlation: 0.1604
- p3 correlation: 0.1778

- p4 correlation: 0.1924
- p5 correlation: 0.2044

Норма Минковского первого порядка соответствует модулю среднего значения координат вектора, норма второго порядка соответствует евклидовой норме, а норма Минковского бесконечного порядка соответствует норме Чебышёва, используемой в методе *max-RGB*. Метод *max-RGB* (аналогично алгоритму *Grey-World* с нормой Минковского бесконечного порядка) позволяет вычислить значения уровня освещения и цвета источника света, основываясь на предположении, что максимальные значения каналов изображения описывают приближённый цвет источника света.

Также необходимо учитывать, что люксметр не в силах учитывать помехи, создаваемые различными предметами и бликами на изображении, так как люксметр измеряет именно уровень освещения исходящий из **источника света**, в то время, как *Grey World* измеряет уровень освещённости **сцены**. В последнем случае маленькая деталь типа чёрного стола в кадре может сильно занижить показатели, а отражение источника света от пола или наличие в кадре самого источника света — сильно завысить показатели.

Вывод

Для создания датасета, который можно использовать для дальнейших вычислений, необходимо использовать камеру с возможностью фиксации экспозиции, так как автонастройка экспозиции, присущая некоторым камерам мобильных устройств по-умолчанию, может сильно искажать информацию о реальном уровне освещения.

Если использовать камеру с ручной фиксацией экспозиции, люксметр может использоваться не как основной источник информации об уровне освещения, а как устройство для инструментальной фиксации данного параметра.

На существующем датасете было экспериментально определено, что наибольшую корреляцию реального уровня освещения с вычисляемым алгоритмом результатом обеспечивает норма минковского пятой степени (p_5), что соответствует выводам из различных статей на аналогичные темы, в которых наиболее надёжная норма Минковского находится в пределах от p_4 до p_6 .

Также было определено, что 57 записей в датасете — критически мало для получения релевантных результатов и проведения экспериментов. Необходимо увеличить количество снимков до уровня не менее 1 тыс. фотографий в различных локациях. Дополнительно имеет смысл собирать датасет на протяжении длительного периода времени (1 год), чтобы запечатлеть также сезонные изменения — информация о них увеличит общее качество выборки. Но при этом необходимо устроить фиксированное место съёмки для различных времён суток и сезонов таким образом, чтобы на одну локацию приходилось от 20 снимков. Например, 5 снимков в различное время суток в каждый из четырёх сезонов.

Дополнительно в будущих работах будет рассмотрены альтернативные алгоритмы определения уровня освещения и реального цвета источника света сцены. Например, алгоритм *Grey-Edge* с использованием нормы Минковского различных порядков обеспечивает возможность вычисления уровня освещения и цвета источника света превосходящую по точности и производительности *Grey-World*, основываясь на предположении, что среднее значение различий в отражениях (среднее значение различий граней) на сцене ахроматично[3].

-
1. Определение нормы (расстояния) Минковского: $\sum_{i=1}^n (|x_i - y_i|^p)^{1/p}$. Для решения данной задачи были использованы нормы $p_1 \dots p_5$.↩
 2. Нужно учитывать, что график данных с люксметра показывает уровень освещения в люксах, в общем случае — в пределах от 0 до 200000 люкс; алгоритм *Grey World* возвращает условные единицы в диапазоне от 0 до 441.673.↩
 3. [Color Constancy based on the Grey-Edge Hypothesis](#)↩

