

*Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования*

*«Московский государственный технический университет*

*имени Н. Э. Баумана»*

*(МГТУ им. Н.Э. Баумана)*

---

ФАКУЛЬТЕТ

«Информатика и системы управления»

КАФЕДРА

«Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

**РАСЧЁТНО - ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к курсовой работе на тему:

Разработка программы по выделению цветовой информации

Студент

\_\_\_\_\_ Киселев А.М.  
(Подпись, дата)

Руководитель курсового проекта

\_\_\_\_\_ Оленев А.А.  
(Подпись, дата)

Москва 2018

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение . . . . .   | 3  |
| 1 Аналитический раздел . . . . .                             | 4  |
| 1.1 Преобладающий цвет . . . . .                             | 4  |
| 1.2 Цвет . . . . .   | 5  |
| 1.2.1 Модели цвета . . . . .                                 | 5  |
| 1.2.2 Квантование цвета . . . . .                            | 7  |
| 1.2.3 Цветовые гистограммы . . . . .                         | 9  |
| 1.2.4 MPEG-7 . . . . .                                       | 9  |
| 1.2.5 Трехмерное представление цвета . . . . .               | 11 |
| 1.3 Алгоритмы выделения преобладающего цвета . . . . .       | 11 |
| 1.3.1 Histogram algorithms . . . . .                         | 11 |
| 1.3.2 GLA(generalized Lloyd Algorithm) . . . . .             | 11 |
| 1.3.3 Clustering algorithms . . . . .                        | 11 |
| 1.4 Выбор подходящего алгоритма для решения задачи . . . . . | 11 |

## Введение

Цвет - один из важнейших атрибутов визуальной информации. Во многих вещах мы полагаемся на цвета: будь то светофор, кино, фотографии, картины. Наличие каких-то конкретных оттенков задает нужное настроение и атмосферу.

С каждым годом растет объем информации, которую нужно уметь качественно и быстро обрабатывать. Поэтому поисковые системы стараются расширить функционал своих продуктов, чтобы удовлетворить совершенно различные требования и желания пользователя. Одним из таких расширений является использование преобладающих цветов изображения. Данную технологию поисковые системы могут использовать в совершенно разных ключах. Помимо поиска по тегам(ключевым словам) поиск проводится по цветовому критерию. Например, мы хотим найти изображения по тегу 'футбол' и указываем доминирующий цвет - 'зеленый'. Таким образом, мы получаем множество картинок, которые с большой вероятностью содержат футбольное поле. Другой пример поиск по тегу 'море' с преобладающим цветом - 'красный'. Здесь мы уже получим изображения, которые содержат море, и преобладающий красный оттенок(вероятнее всего это будет море и закат).

Помимо поисковых систем, преобладающий цвет изображения может использоваться и в других продуктах. Системы, которые выводят визуальную информацию на экраны компьютера или телевизора могут автоматически генерировать подсветку вокруг экрана, которая будет соответствовать доминирующим цветам текущего отображаемого изображения. Такая технология позволяет увеличить эффект присутствия, снизить утомляемость глаз во время темного времени суток и дополнить ореолом интенсивность изображения на самом экране, визуально увеличивая размер картинки.

Оба рассмотренных примера работают с огромными объемами информации, что требует умения быстро обработать поступающие данные. Есть несколько алгоритмов, которые позволяют выделить преобладающие цвета изображения, но у каждого есть какие-либо недостатки, которые могут отразиться на последующей работе.

# 1 Аналитический раздел

## 1.1 Проблема человеческого восприятия

Для решения поставленной задачи в первую очередь надо выяснить, что такое преобладающий цвет. Это понятие неоднозначно и включает в себе следующую проблему. Цвет может быть преобладающим чисто математически/физически, а может быть преобладающим с точки зрения человека. Изображение, которое на 70% состоит из черного цвета и на 30% из оранжевого вносит неопределенность в выборе более преобладающего цвета. В первом случае доминантный цвет рассматривается как нечто физическое. В таком случае наиболее доминантный цвет - черный, потому что он занимает большую часть картинка. Во втором больше преобладает оранжевый, т.к с точки зрения человека, глаз в первую очередь обратит внимание на более яркую, выразительную точку, чем темную и тусклую.



Рисунок 1.1 — Наглядное изображение оранжевого круга на черном фоне.

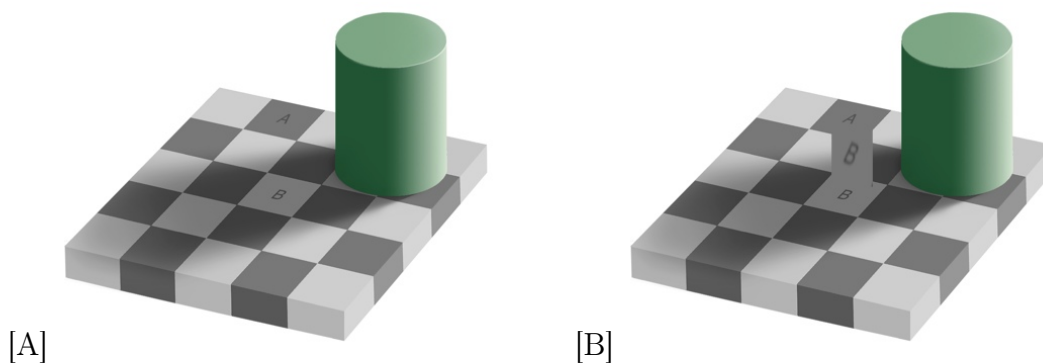


Рисунок 1.2 — Демонстрация психологических факторов человеческого восприятия(рисунок А-квадрат В кажется светлее квадрата А, но на самом деле они одного цвета(рисунок В)).

В работе будет рассматриваться первый случай, где не учитываются психологические аспекты человеческого восприятия. Следует выделить четкое понятие доминантного цвета.

## 1.2 Преобладающий цвет

*Доминантный(преобладающий) цвет* – цвет, который представляет группу цветов пикселей, объединенных в единый кластер с помощью квантования.

Данное понятие было введено в стандарте MPEG-7 в 2002 году, одним из визуальных дескрипторов которого является дескриптор доминантного цвета(DCD – dominant color descriptor)

## 1.3 Цвет

С физической точки зрения цвет представляет собой свет, который, отражаясь от объекта, попадает в глаз человека. Восприятие цвета человеком может зависеть от психологического состояния индивида, от местоположения объекта, от строения глаза человека, от окружающего света и т.д. То есть восприятие цвета человеком достаточно субъективно. Свет в свою очередь можно описать как волну, длина которой возбуждает разные рецепторы человеческого глаза. То есть, индивид будет понимать какого цвета объект перед ним в зависимости от того, в какой диапазон попадет длина волны света, отраженного от этого объекта.

### 1.3.1 Цветовые модели и пространства

Модель цвета – абстрактная математическая модель представления цветов в виде кортежей чисел.

В какой-то момент необходимо было придумать модель цвета. Как и любое другое явление природы описать его так, чтобы цветовую информацию можно было удобно и эффективно использовать. Проблема описания цвета в форме математики была решена еще до появления компьютеров. Одним из первых таких описаний была RGB(Red, green, blue) модель, идея которого заключалась в представлении всех цветов, различимых человеком, с помощью трех базовых понятий - красного, зеленого и синего.

Цветовое пространство – модель представления цвета, основанная на использовании цветовых координат. Цветовое пространство ориентировано на то, чтобы каждый оттенок модели был представлен в виде отдельной точки, имеющей свои собственные координаты. Например, каждая точка цветового пространства RGB имеет три координаты, которые характеризуют ее положение в пространстве, где каждая соответствует своей компоненте: красному, зеленому или синему.

RGB не является одним единственным пространством. Список основных цветовых пространств:

- а) RGB, sRGB, Adobe RGB
- б) CIEXYZ, CIELAB

- в) CMY(K)
- г) HSL, HSV

*RGB* – пространство, строящееся на составление цвета из трех базовых – красного(Red), синего(Blue) и зеленого(Green). Данную модель часто называют цветным кубом, потому что каждый базовый параметр цвета, представленного в этой модели, может восприниматься как координата трехмерного пространства.

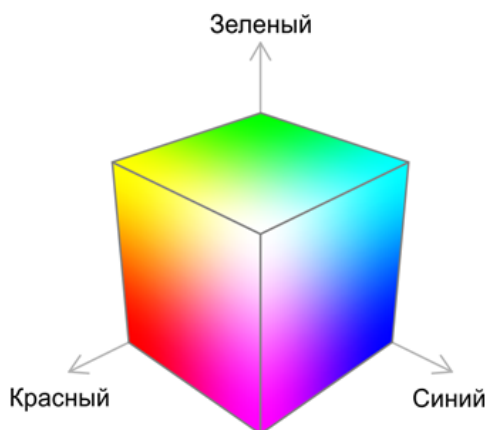


Рисунок 1.3 — Представление цветного куба.

Данная модель способна представить  $16\,777\,216(2^8 * 2^8 * 2^8)$  цветов.

*CIEXYZ*(*CIE - International Commission on Illumination*) – модель, которая является экстраполяцией RGB модели. Данная модель охватывает все цвета, видимые человеком. Когда модель RGB расширили до видимых цветов появились отрицательные числа и чтобы избавиться от них были введены мнимые основные цвета X(мнимый красный), Y(мнимый зеленый), Z(мнимый синий).

*CIELAB*( $L^*a^*b^*$ ) – цветовая модель, которая может отображать цвета за пределами, распознаваемыми человеком. Основывается на трех параметрах: L - яркости(Lightness) и двух цветовых каналов a и b. Проблема данного цветового пространства заключается в том, что расстояние между цветами в этой цветовой модели не соответствует цветовому спектру(Например, расстояние от зеленого к зелено-желтому большое в то время как от красного к синему достаточно маленькое)

*CMY(K)* – цветовая модель, аббревиатуру которой можно расшифровать как Cyan(голубой), Magenta(пурпурный), Yellow(желтый), black(Key). Данная цветовая модель широко используется в печати документов, изображений. Изначально в данном пространстве использовалось только три цвета: cyan, magenta, yellow, с помощью которых можно было получить и черный цвет, смешивая краски. Но это оказалось не эффективно и затратно, поэтому для черного решили ввести отдельный канал, что позволило сэкономить очень много средств.

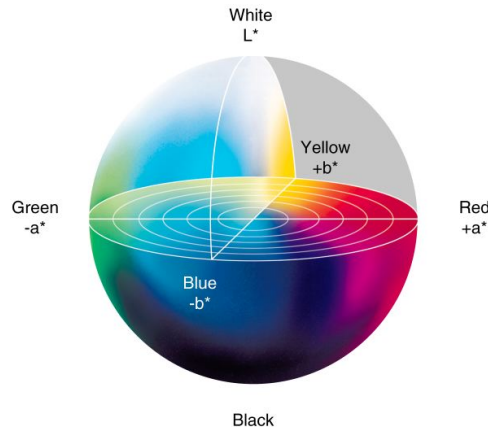


Рисунок 1.4 — Представление цветовой модели CIALAB.

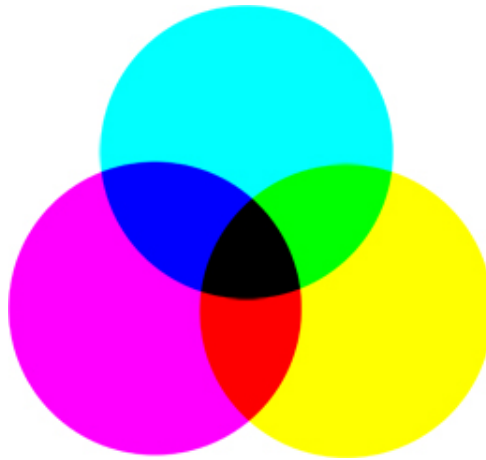


Рисунок 1.5 — Представление цветовой модели CMYK.

$YUV$ ,  $YIQ$  – цветовые модели, где информация о цвете передавалась в виде яркости( $Y$ ) и двху цветоразностных сигналов  $IQ/UV$ . Благодаря тому, что в  $Y$  изображение хранилось в градациях серого, изображение могло подаваться и на старые бесцветные телевизоры.

$HSL$ ,  $HSV$  – цветовые пространства, строящиеся на оттенке(Hue), насыщенности(Saturation), яркости(Lightness) или значении(Value).

Яркость( $L$ ) и значение( $V$ ) – это разные вещи:

$$R, G, B \in [0, 1] \quad (1.1)$$

$$V = \max R, G, B \quad (1.2)$$

$$L = \frac{1}{2}(\max R, G, B + \min R, G, B) \quad (1.3)$$

Насыщенность у этих моделей тоже разная:

$$S_{HSV} = \frac{\max R, G, B - \min R, G, B}{V} \quad (1.4)$$

$$S_{HSL} = \frac{\max R, G, B - \min R, G, B}{1 - |2L - 1|} \quad (1.5)$$

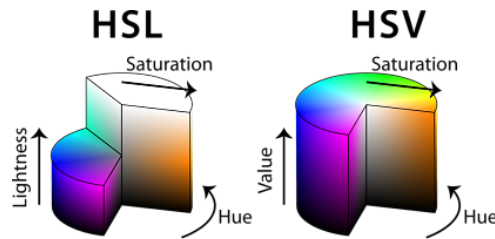


Рисунок 1.6 — Представление цветовой модели CIALAB.

### 1.3.2 Квантование цвета

Квантование – разбиение диапазона значений некоторой величины на конечное число уровней и округление этих значений до ближайших к ним уровней.

Квантование цвета в изображении важнейшая задача в поиске преобладающих цветов. Она позволяет уменьшить количество цветов отображаемой картинки. Это активно используется при сжатии, позволяя уменьшить глубину цвета, при добавлении эффектов на изображение. Следующие алгоритмы позволяют решить данную задачу:

- а) Алгоритм равномерного(однородного) квантования.
- б) Алгоритм квантования цветов медианным сечением.
- в) Алгоритмы кластеризации(Например алгоритм k-средних).

*Алгоритм квантования цветов медианным сечением:*

Данный метод заключается в разбиении цветового пространства на параллелепипеды со сторонами, параллельными осям цветового пространства RGB.

Первый шаг заключается в нахождении минимального параллелепипеда, который содержит все цвета, представленные в изображении.

На втором шаге происходит определение самой длинной стороны параллелепипеда и сортировка всех значений вдоль выбранного направления. Далее параллелепипед разделяется по медиане множества значений выбранного направления на две части. Отсюда, получится два параллелепипеда, которые содержат примерно одинаковое количество значений.



Предыдущая процедура повторяется до тех пор, пока не будет получено  $N$  параллелепипедов, где  $N$  - количество цветов новой палитры. После этого требуется заполнить палитру цветом, которая будет описывать изображение. Для каждого параллелепипеда нужно рассчитать цвет, который будет представлять его (либо центральная точка параллелепипеда, либо среднее арифметическое значение точек, попавших в него)

На самом изображении остается проанализировать пиксель (найти параллелепипед, в который попадает данная точка) и заменить цвет пикселя на цвет, который представляет весь параллелепипед.

*Алгоритм кластеризации  $k$ -средних:*

Метод кластеризации основан на центроидах – точках, которые представляют собой центр кластера.

Первый шаг алгоритма заключается в инициализации центроидов, количество которых равно  $N$  (размер требуемой палитры). Инициализация центроидов очень важный момент, который сильно влияет на работу всего алгоритма. Можно взять случайные центроиды, но это возможно приведет к погрешности.

Далее выделяется два основных шага данного алгоритма: нахождение кластеров, которые определяются путем кратчайшего расстояния от точки до центроида, и рассчитывание центра масс получившихся кластеров, смещение центроидов на полученные центры масс. Эти два шага повторяются до тех пор, пока центроиды не стабилизируются и больше не будут смещаться.

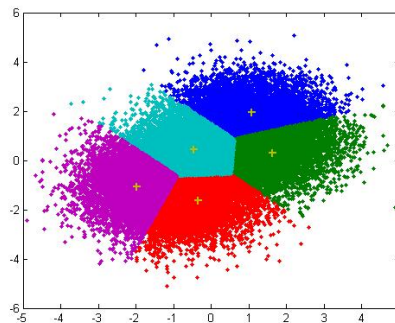


Рисунок 1.7 — Результат работы  $k$ -means с представленными центроидами.

### 1.3.3 Цветовые гистограммы

Гистограмма – график статического распределения цифрового изображения с различной яркостью, в котором по горизонтальной оси представлена яркость, а по вертикали – относительное число пикселей с конкретным значением яркости. С помощью гистограммы определяется насыщенность изображения (либо сумарная, либо разделенная по цветовым каналам).

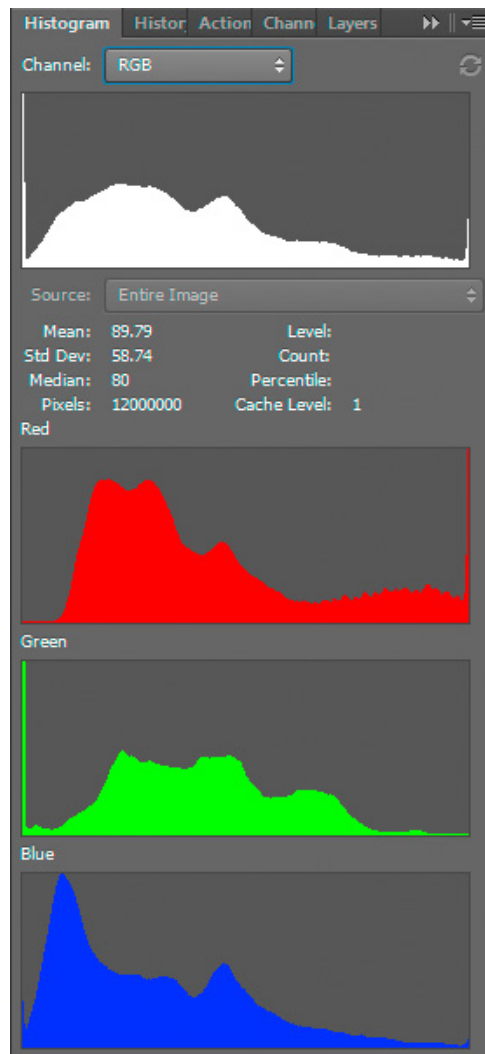


Рисунок 1.8 — Гистограммы, характеризующие изображение в программе Photoshop CS6.

#### 1.3.4 MPEG-7

MPEG-7 – стандарт ISO/IEC, разработанный группой MPEG(Moving Picture Experts Group). Аббревиатура расшифровывается как Multimedia Content Description Interface(Мультимедиа-интерфейс для описания содержимого). Имеет цель стандартизировать и описать мультимедийное пространство.

Стандарт состоит из семи частей:

- а) Системы MPEG-7.
- б) Язык описания определений MPEG-7.
- в) Audio – дескрипторы и схемы описания аудио материала.
- г) Visual – дескрипторы и схемы описания визуального материала.
- д) Multimedia Descriptor Schemes – дескрипторы и схемы описания общих характеристик описания мультимедиа.

е) Reference Software – программные реализации соответствующих частей стандарта.

ж) Conformance – базовые принципы и процедуры тестирования рабочих характеристик практических реализаций стандарта.

### **1.3.5 Трехмерное представление цвета**

## **1.4 Алгоритмы выделения преобладающего цвета**

### **1.4.1 Histogram algorithms**

### **1.4.2 GLA(generalized Lloyd Algorithm)**

### **1.4.3 Clustering algorithms**

## **1.5 Выбор подходящего алгоритма для решения задачи**