

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ

студентка гр. 113801 Рондель И. Д.

Научный руководитель - канд. техн. наук Ролич О. Ч.

Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь

Одним из основных способов анализа изображений являются гистограммы. Гистограммой является столбчатая диаграмма, которая показывает статистическое распределение элементов цифрового изображения с различной яркостью, в котором в горизонтальной оси представлена яркость (от черного к белому слева направо), а по вертикали – относительное число пикселей с конкретным значением яркости. Для тонкой настройки общей гистограммы яркости чаще всего недостаточно, поэтому строят гистограммы для каждого канала: красного, зеленого и синего. Каналы, полутоновые изображения в градациях серого, хранят информацию о распределении одного компонента цветовой модели RGB.

Благодаря гистограмме можно получить данные о контрасте, экспозиции и цветовом насыщении изображения, но можно ли анализируя только лишь гистограмму, определить, что изображено на снимке? Для этого проанализируем, из каких параметров состоит гистограмма, а так же попытаемся найти закономерности в графиках всех цветовых каналов изображений разных типов.

Гистограмма состоит из 4-х параметров: среднее значение интенсивности, стандартное отклонение, медиана и количество пикселей, на основании которых была рассчитана гистограмма (в нашем случае, в каждом изображении 90000 пикселей).

Среднее значение интенсивности – сумма всех измеренных или подсчитанных данных, разделенная на общее количество данных.

Стандартное отклонение – это показатель того, насколько сильно варьируются значения интенсивности на графике измерение, которое показывает на сколько широко рассеялся какой-то набор данных от середины. То есть чем больше этот показатель, тем сильнее изменчивость значения интенсивности.

Медиана в гистограмме показывает срединное значение в диапазоне значений интенсивности, можно сказать, что это уровень показателя, который

делит набор полученных данных на две равные половины, где значения в одной половине меньше, а в другой больше медианы.

Для классификации изображений будем использовать 50 изображений каждого типа. Для исследований мы используем соответствующие типы изображений: абстракция, город, карта, космос, пейзаж, портрет, село, сцена и текст. Рассмотрим самые распространенные виды гистограмм исследуемых изображений, для этого мы должны найти закономерности не только в параметрах гистограмм, но и проводить анализ ее общего вида. Для удобства описания областей гистограммы разделим ее диапазон тонов на три части: тени, света и средние тона (рисунок 1.).

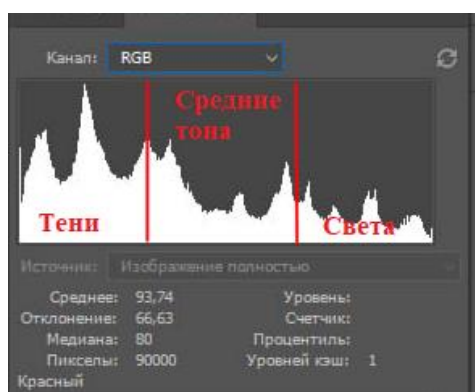


Рисунок 1. Общий вид гистограммы.

Абстракция

Гистограммам изображений типа абстракция характерен широкий тоновой диапазон. Это связано с варьированием яркостей между светлыми и темными частями изображения, а соответственно, с высоким уровнем контраста на нем. Строя гистограмму для данного типа изображений, чаще всего мы можем столкнуться с линейчатой диаграммой: некоторые значения яркости оказываются практически неиспользуемыми. Рассмотрим гистограмму для изображения, приведенного ниже (рисунок 2):

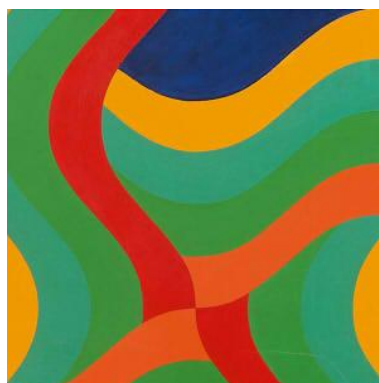


Рисунок 2. Одно из исследуемых изображений.

Построив гистограмму, определим ее особенности (рисунок 3):

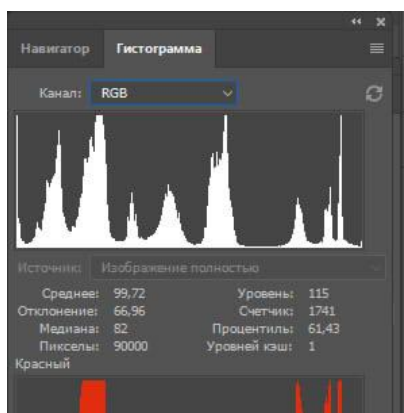


Рисунок 3. Гистограмма в rgb канале.

На данной гистограмме мы можем видеть, что изображение действительно имеет высокий уровень контраста, так как пиксели расположены по всей ширине гистограммы, так же мы можем увидеть, что на изображении преобладают различные друг от друга, резко переходящие из одних в другие, полутона.

Теперь рассмотрим каждый цветовой канал по отдельности (рисунок 4,5,6):

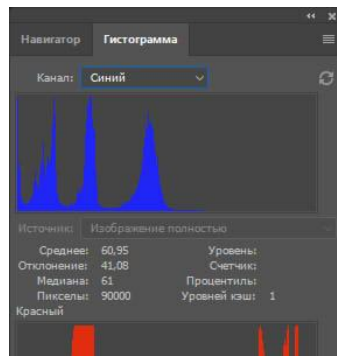


Рисунок 4. Гистограмма в синем канале.

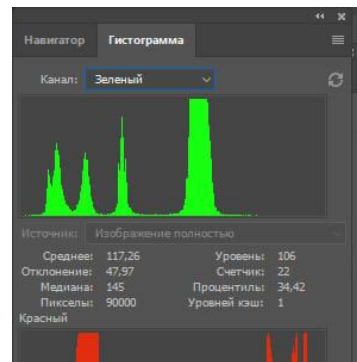


Рисунок 5. Гистограмма в зеленом канале.

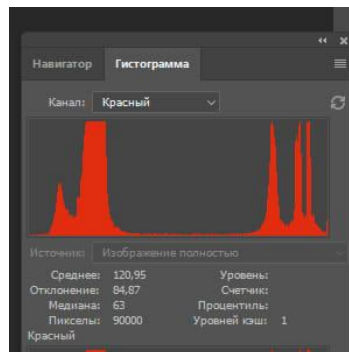


Рисунок 6. Гистограмма в красном канале.

Посмотрев на приведенные выше гистограммы мы можем сделать вывод о том, что на рисунке преобладают зеленые цвета и их оттенки, так же на изображении ярко выражены оттенки красного и меньше всего на нем синих оттенков. Оттенки красного наиболее яркие, далее следуют зеленые и самые тусклые – оттенки синего цвета. Данные выводы мы можем сделать не только по

внешнему виду диаграммы, но и посмотрев на ее параметры. Посмотрев на значение отклонения можно определить количество оттенков изображения, а по значению медианы определить, какое значение яркости преобладает в том или ином канале. Красный канал имеет достаточно большое значение отклонения и, действительно, на рисунке можно увидеть оттенки красного, как высокой, так и средней яркости. Значение отклонения зеленого канала является средним между всеми 3-мя цветами, а медиана расположена в центре графика, соответственно, зеленый канал имеет среднюю яркость. У синего канала, как у канала с наименьшим значением отклонения и медианы и в правду преобладают самые темные оттенки на изображении. Можем посмотреть на изображение в каждом канале и убедиться в этом (рисунок 7):

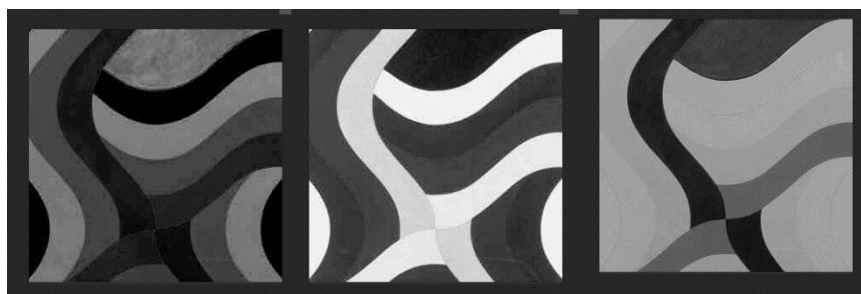


Рисунок 7. Изображения в синем, красном и зеленом каналах соответственно.

Таким образом проанализируем все 50 изображений данного типа и выявим закономерность: Отклонения зеленого и синего канала находятся в примерно одном и том же диапазоне, их среднее значение приблизительно равно 63, среднее значение отклонение красного канала немного выше и составляет 76. Средние значения медиан красного, зеленого и синего канала составляют 134, 93 и 83 соответственно. В rgb канале средние значения медианы, отклонения и среднего значения интенсивности соответственно равны 122, 102 и 73.

Город

Из гистограмм исследуемых изображений мы можем увидеть, что в основном это светлые, но не пересвеченные или средние по тону изображения вследствие того, что большинство пикселей имеют среднюю яркость (рисунок 8). На изображениях данного типа нет ни пересветов, ни срезах в тенях. Рассмотрим гистограмму данного изображения (рисунок 9):



Рисунок 8. Одно из исследуемых изображений.

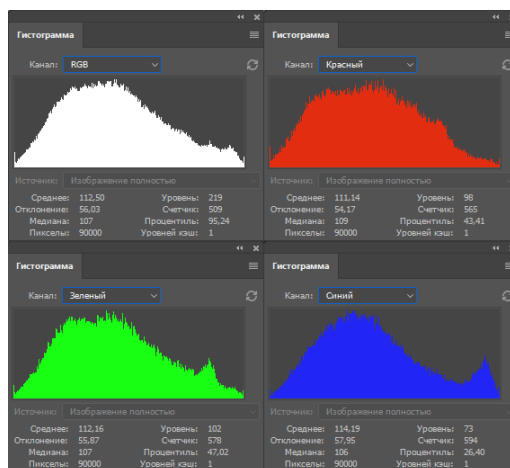


Рисунок 9. Гистограммы всех каналов изображения.

Посмотрев на данные гистограммы, мы можем сказать, что они почти аналогичны. Параметры гистограмм почти равны и внешне графики очень схожи. На всем изображении оттенки зеленого, красного и синего имеют практически одинаковую яркость (рисунок 10).



Рисунок 10. Изображение в красном, зеленом и синем каналах соответственно.

Так как изображения средние по тону, то, соответственно, они имеют небольшое стандартные отклонения и медианы. Средние медиана, среднее значение интенсивности и отклонение rgb канала: 107, 112 и 55. Так как средние параметры всех каналов примерно равны, то будем считать эти значения равными каждому среднему параметру каждого канала.

Карта

Гистограмма изображений типа «карта» в основных случаях имеет линейчатый характер. Так же, как в типе изображений «абстракция» в гистограммах карт мы можем увидеть, что изображения имеют высокий уровень контраста (рисунок 11).

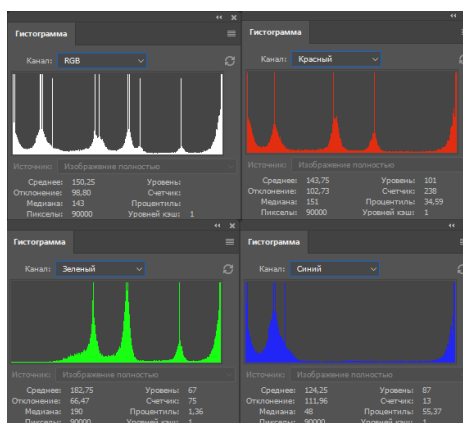


Рисунок 11. Гистограммы всех каналов изображения.

В основном в изображениях данного типа будут преобладать зеленые и синие цвета, так как чаще всего ими обозначаются участки суши и воды. Данные изображения имеют малый диапазон оттенков, в красном канале среднее отклонение составляет 45, в зеленом 37 и больше всего в синем – 60. Так же изображения данного типа имеют вылеты в светах на гистограмме, значения медиан всех каналов приблизительно равны и среднее значение медианы в rgb канале равно 203.

Космос

Пискелы в гистограммах изображений данного типа расположены преимущественно в левой части графика. Это говорит о том, что изображения

данного типа довольно темные. Пикселы зеленого канала расположены только в диапазоне теней, но в гистограммах красного и синего канала иногда мы можем заметить пикселы в диапазоне яркости. Такое явление можно наблюдать на снимках, где крупно изображены звезды, они являются источниками света, это и дает такой эффект. В остальных случаях гистограммы красного канала обладают самыми малыми медианами.

В основном гистограммы данного типа выглядят так (рисунок 12):

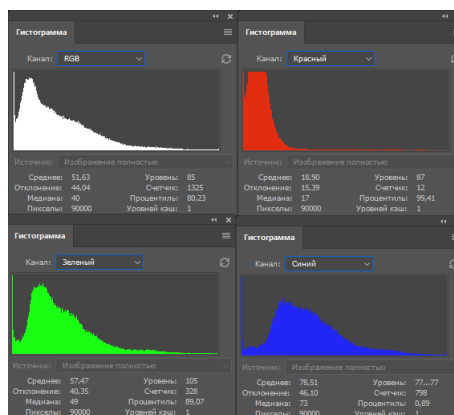


Рисунок 12. Гистограммы всех каналов изображения.

Как мы видим из графиков, изображения данного типа не просто темные, зачастую на них присутствуют проваленные тени. Красный и зеленые цвета на таких изображениях находятся в диапазоне теней, синий едва затрагивает диапазон средних тонов. Отклонения и медианы гистограмм таких изображений очень малы, так как пикселы располагаются преимущественно в теневом диапазоне. Средние значения данных медиан практически одинаковы, поэтому за них мы берем значения параметров rgb канала: среднее значение интенсивности – 119, медиана – 55, стандартное отклонение – 106.

Пейзаж

Гистограммы изображений данного типа очень схожи с изображениями типа «город», они так же имеют преимущественно среднего тона. Часто на фотографиях заката или с пасмурной погодой можно увидеть, что медиана на гистограмме смещена в диапазон теней, это обусловлено тем, что на изображении отсутствует источник света, освещенность местности очень мала.

Аналогично изображениям типа «город» мы можем сказать, что изображения всех трех каналов примерно равны, поэтому мы будем опираться на

средние значения rgb канала: среднее значение интенсивности – 108, медиана – 58, стандартное отклонение – 105.

Портрет

В гистограммах изображений типа портрет мы зачастую можем увидеть, что наибольшее количество пикселей зачастую находятся в диапазоне света, а иногда и вовсе обнаружить вылеты в светах или провалы в тенях. Это может быть обусловлено со слишком высоким уровнем экспозиции в связи с тем, что падающий на лицо источник света может вызывать пересветы, яркие части лица превращаются в плоские белые пятна, утрачиваются детали. В основном гистограммы портретов выглядят соответствующим образом (рис.13):

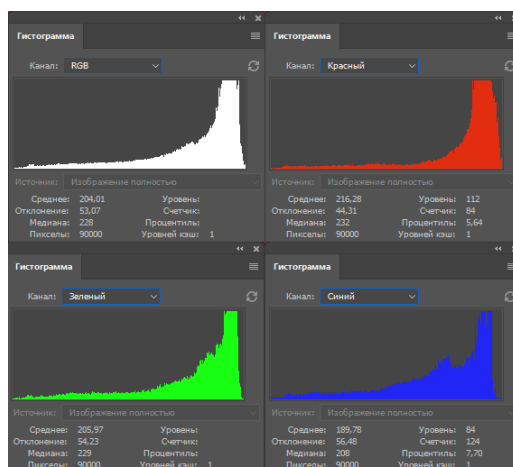


Рисунок 13. Гистограммы всех каналов изображения.

На гистограммах отчетливо видно, что изображение пересвечено, медианы сдвинуты в правую сторону. На изображениях данного типа ярко выражены красные оттенки, затем зеленые и наименее яркие из них – синие. В этом мы можем убедиться посмотрев на среднее значение интенсивности – у синего канала оно самое низкое, так же мы можем посмотреть каждый канал изображения по отдельности (рисунок 14):

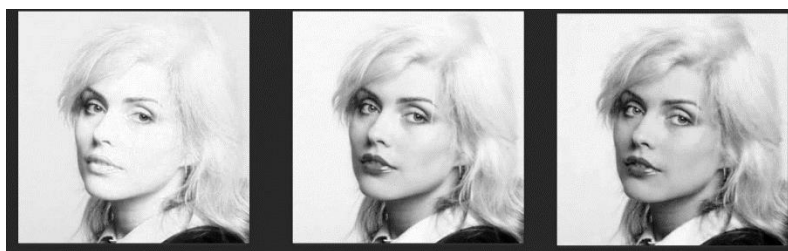


Рисунок 14. Изображение в красном, зеленом и синем каналах соответственно.

Село

Как и изображения типов «пейзаж» и «город» изображения типа «село» средние по тону, однако по другой причине: гистограмма такого снимка имеет равное соотношение светлых и темных пикселей (рисунок 15).



Рисунок 15. Гистограммы всех каналов изображения.

Основное отличие данных изображений заключается в оттенках зеленого, выраженных немного ярче остальных (рисунок 16). Средние значения интенсивности зеленого равны 128, красного – 117, синего – 115.



Рисунок 16. Изображение в красном, зеленом и синем каналах соответственно.

Сцена

Изображения данного типа имеют широкий уровень контраста и средние по тону из-за равного соотношения темных и светлых пикселей и их распределения по всей ширине гистограммы (рисунок 17).

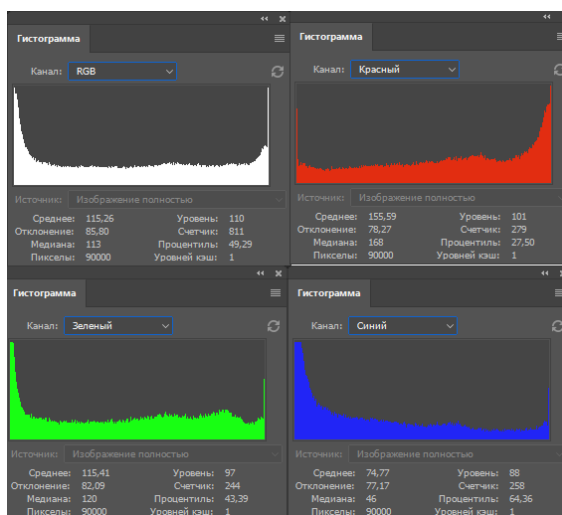


Рисунок 17. Гистограммы всех каналов изображения.

Основным отличием изображений данных типов является преобладание красных оттенков. Среднее значение интенсивности красного канала равно 142, зеленого – 111, а синего – 88. Это же мы можем увидеть на следующем изображении (рисунок 18):



Рис18. Изображение в красном, зеленом и синем каналах соответственно.

Так как изображения средние по тону, среднее стандартное отклонение каждого канала примерно одинаково. Среднее отклонение rgb канала равно 62. Средние медианы красного, синего и зеленого каналов соответственно равны

147, 81 и 112,. Это говорит о том, что в изображениях данного типа самыми яркими являются оттенки красного, за ними следует зеленый и синий.

Текст

Практически во всех гистограммах изображений типа «текст» на графиках мы можем заметить вылеты в светах. Это можно обосновать тем, что почти всегда темный текст печатается на светлом фоне, так как в таком виде он легче читается. Именно поэтому основная часть пикселов сконцентрирована в правой части графика.

Изображения данного типа имеют значения медианы близкие к 255 – это обозначает, что большинство пикселов данных изображений пусты и не несут никакой информации, отклонение таких изображений тоже очень мало – в среднем составляет 50 в rgb канале, а среднее значение интенсивности – 226.

Гистограммы всех трех каналов в таких изображениях очень похожи, а rgb диаграмма зачастую выглядит следующим образом (рисунок 19):

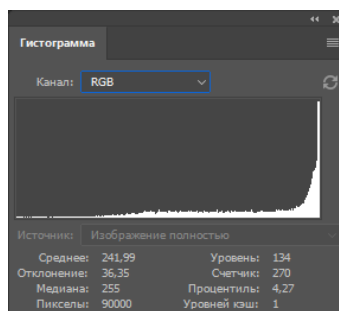


Рисунок 19. Гистограмма в rgb канале.

Среднее значение отклонений гистограмм rgb канала равны 49, а среднее значение интенсивности – 222.

Заключение

Проведя анализ гистограмм различных типов изображений можно сказать, что классификация изображений по гистограммам возможна, если знать все аспекты особенностей изображений различных типов. Однако даже зная их всех очень легко можно ошибиться. Очень часто одних параметров гистограмм может не хватать, поэтому при классификации изображений стоит применять не только

гистограммы, но и другие методы. Например, объединить анализ гистограмм с сегментацией изображений.

Литература

1. Обработка изображений в цифровой фотографии. Анализ гистограмм [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://studopedia.info/7-76240.html> – Дата доступа: 27.12.2022.
2. Сведения о гистограммах [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://helpx.adobe.com/ru/photoshop/using/viewing-histograms-pixel-values.html> – Дата доступа: 26.12.2022.
3. Старовойтов В.В., Голуб Ю.И. Получение и обработка изображений на ЭВМ : учебно-методическое пособие / В.В. Старовойтов, Ю.И. Голуб. – Минск : БНТУ, 2018.