

АЛГОРИТМЫ ЭКВАЛИЗАЦИЯ ГИСТОГРАММЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7703477>



ELSEVIER



Received: 06-03-2023
Accepted: 07-03-2023
Published: 22-03-2023

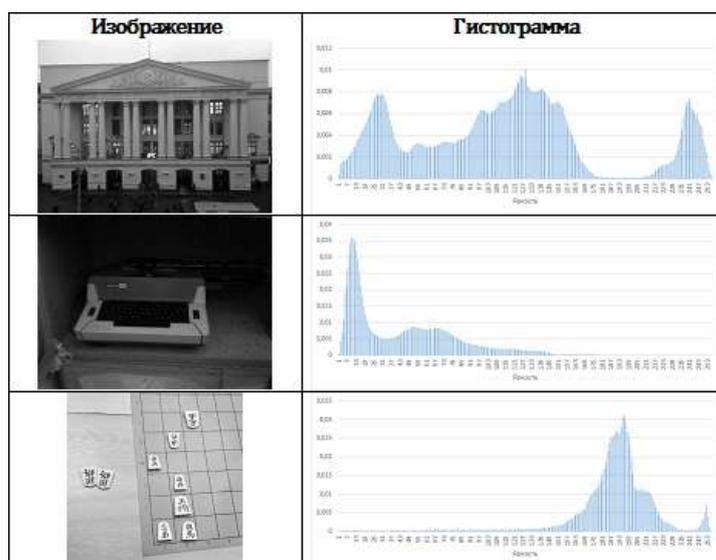
Асанов Нариман Бахит угли
магистрант ТУИТ
Бекназарова Саида Сафибуллаевна
проф. ТУИТ



Abstract:
Keywords:

About: FARS Publishers has been established with the aim of spreading quality scientific information to the research community throughout the universe. Open Access process eliminates the barriers associated with the older publication models, thus matching up with the rapidity of the twenty-first century.

Для простоты начнём рассмотрение с монохромных изображений (т.е. изображений содержащих информацию только о яркости, но не о цвете пикселей). Гистограммой изображения будем называть дискретную функцию H , определённую на множестве значений $[0;2^b]$, где b – количество бит, отводимое для кодирования яркости одного пиксела. Хотя это и не является обязательным, но гистограммы часто нормируют в диапазон $[0;1]$, выполняя деление каждого значения функции $H[i]$ на общее количество пикселей изображения. В Табл. 1 представлены примеры тестовых изображений и гистограмм, построенных на их основе: Табл. 1. Изображения и их гистограммы



Внимательно изучив соответствующую гистограмму можно сделать некоторые выводы и о самом исходном изображении. Например, гистограммы очень тёмных изображений характеризуются тем, что ненулевые значения гистограммы сконцентрированы около нулевых уровней яркости, а для очень светлых изображений наоборот – все ненулевые значения сконцентрированы в правой части гистограммы. Интуитивно можно сделать вывод, что наиболее удобным для восприятия человеком будет изображение, у которого гистограмма близка к равномерному распределению. Т.е. для улучшения визуального качества к изображению надо применить такое преобразование, чтобы гистограмма результата содержала все возможные значения яркости и при этом в примерно одинаковом количестве.

Таким образом, эквализация – это выравнивание гистограммы, т.е. проведение таких преобразований, чтобы на изображении в равных количествах присутствовали пиксели с различными значениями из заданного динамического диапазона интенсивностей. Интегральная функция распределения отсюда, учитывая условие вероятной эквивалентности $G(q) = F(q)$ и определение функции распределения, получим преобразование эквализации.

Таким образом, преобразование выполняется в два этапа. Вначале строят гистограмму исходного изображения. Значения гистограммы делят на количество точек изображения и получают распределение вероятностей яркости $p(r_k)$. На втором этапе, исходя из требуемого распределения яркостей цветов, выполняется эквализация.

Эквализация выравнивает интегральные площади участков с различными яркостями, при этом обычно осветляются серые области. При эквализации в большинстве случаев существенно расширяется динамический диапазон изображения, что приводит к более четкому отображению мелких детали. Особенно сильно этот эффект проявляется на тёмных изображениях.

Гиперболизация гистограммы также позволяет в некоторых случаях улучшить изображение. Этот метод заключается в том, что гистограмма исходного изображения видоизменяется так, что плотность вероятности выходного изображения принимает гиперболическую форму. Преобразование строится аналогично.

Метод гиперболизации основан на свойствах человеческого зрения: предполагается, что в зрительной системе выходной сигнал фоторецепторов пропорционален логарифму входной яркости (психофизический закон Вебера – Фехнера), поэтому результирующая плотность вероятности окажется равномерной.

Можно улучшить контраст, используя нормализацию гистограммы. При этом на весь максимальный интервал уровней яркости $[0, 255]$ растягивается не вся гистограмма, лежащая в пределах от f_{\min} до f_{\max} , а её наиболее интенсивный участок (f_{\min}, f_{\max}), из рассмотрения исключаются малоинформативные "хвосты". На рис. 2б исключено 5% пикселей.

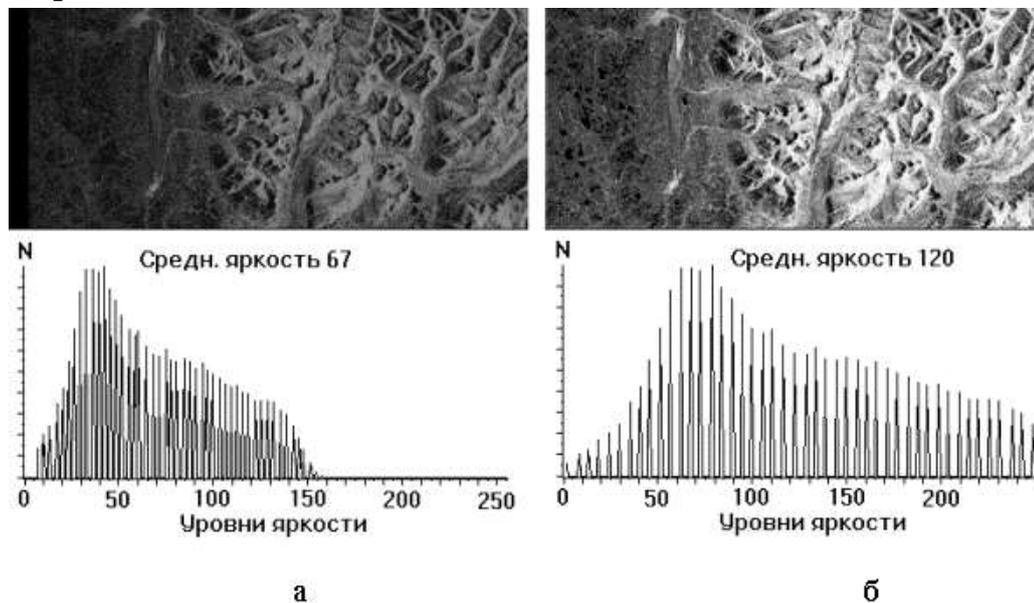


Рис. 2. Нормализация гистограммы.

Целью выравнивания гистограммы (эту процедуру называют также *линеаризацией* и *эквализацией* - equalization) является такое преобразование, чтобы, в идеале, все уровни яркости приобрели бы одинаковую частоту, а гистограмма яркостей отвечала бы равномерному закону распределения (рис. 3).

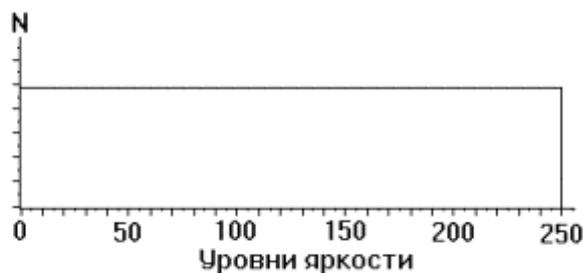


Рис.3. Гистограмма отвечает равномерному закону распределения.

Пусть изображение имеет формат: N пикселей по горизонтали и M по вертикали, число уровней квантования яркости равно J . Общее число пикселей равно $N \cdot M$, на один уровень яркости попадает, в среднем, $n_0 = N \cdot M / J$ пикселей. Например, $N = M = 512$, $J = 256$. В этом случае $n_0 = 1024$. Расстояние Δf между дискретными уровнями яркости от f_i до f_{i+1} в гистограмме исходного изображения одинаковое, но на каждый уровень выпадает различное число пикселей. При эквализации гистограммы расстояние Δg_i между уровнями g_i и g_{i+1} различно, но число пикселей на каждом уровне, в

среднем, одинаковое и равно n_0 . Алгоритм эквализации несложен. Пусть уровнями с малой яркостью обладает небольшое количество пикселей, как на рис. 3а. Например, уровень яркости 0 на исходном изображении имеют 188 пикселей, уровень 1 - 347 пикселей, уровень 2 - 544 пиксела. В сумме это 1079 пикселей, т.е. приблизительно n_0 . Присвоим всем этим пикселям уровень 0. Пусть на исходном изображении число пикселей с уровнями яркости 3 и 4 в сумме приблизительно также равно n_0 . Этим пикселям присваивается уровень 1. С другой стороны, пусть число пикселей с уровнем 45 на исходном изображении составляет 3012, т.е. приблизительно $3n_0$. Всем этим пикселям присваивается некоторый одинаковый уровень g_i , не обязательно равный 45, а соседние два уровня остаются *незаполненными*. Рассмотренные процедуры выполняются для всех уровней яркости. Результат эквализации можно видеть на рис. 4б. В каждом конкретном случае выбирают ту процедуру преобразования гистограмм, которая приводит к наилучшему, с точки зрения пользователя, результату.

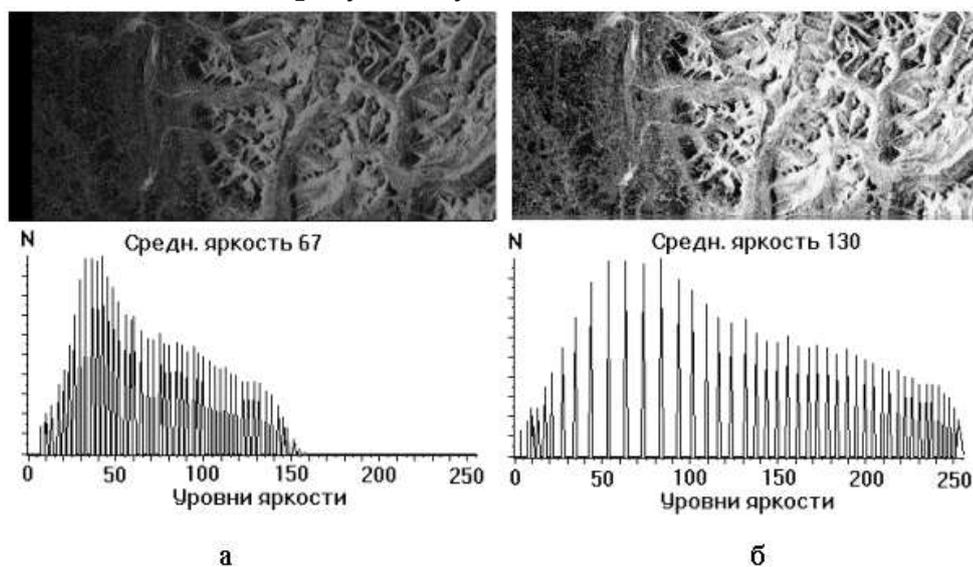


Рис. 4. Эквализация гистограммы.

Заключение

В данной статье был представлен метод улучшения эквализации гистограммы изображения. Как изображение делится на под-изображения на основе среднего значения соседних пикселей, эквализации гистограммы под-изображения в состоянии улучшить контраст внутри объектов. Ограничение динамического диапазона каждого под-изображения позволяет эквализации гистограммы под-изображения под-держивать уровень яркости, аналогичный уровню исходного изображения. Резкость обработанного изображения можно контролировать с помощью подходящего фильтра Гаусса. Поскольку улучшение выполняется на основе гистограммы, эквализации гистограммы под-изображения за короткое время обработки по сравнению с локальным

методом эквализации гистограммы. Следовательно, эквализации гистограммы под-изображения улучшает локальные детали изображения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. N. Sedova, V. Sedov, R. Bazhenov, A. Karavka, S. Beknazarova. Automated Stationary Obstacle Avoidance When Navigating a Marine Craft // 2019 International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, SIBIRCON 2019; Novosibirsk; Russian Federation; 21 October 2019
2. Beknazarova S., Mukhamadiyev A.Sh. Jaumitbayeva M.K. Processing color images, brightness and color conversion// International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2019 Applications, Trends and Opportunities. Tashkent 2019
3. Z. Wang, G. Wu, H. R. Sheikh, E. P. Simoncelli, E.-H. Yang, and A. C. Bovik, "Quality-aware images," IEEE Trans. Image Processing, vol. 15, pp. 1680-1689, June 2006.
4. M. C. Q. Farias, S. K. Mitra, M. Carli, and A. Neri, "A comparison between an objective quality measure and the mean annoyance values of water-marked videos," in Proc. IEEE Int. Conf. Image Pro-cessing, Rochester, MN, Sept. 2002, pp. 469-472.
5. A. Rehman and Z. Wang, "Reduced-reference SSIM estimation," in Proc. IEEE Int. Conf. Image Processing, Hong Kong, China, Sept. 2010, pp. 289-292.
6. D. Brunet, E. R. Vrscay, and Z. Wang, "A class of image metrics based on the structural similarity quality index," in Proc. Int. Conf. Image Analysis and Recognition (Lect. Notes Comput. Sci.), vol. 6753, Burnaby, BC, Canada, June 2011, pp. 100-110.
7. Глушаков, С. В. Цифровое видео и аудио. Секреты обработки на ПК / С.В. Глушаков, А.В. Харьковский. - М.: АСТ, АСТ Москва, ВКТ, 2008. - 320 с.