

УДК 004; 044.93

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ



Ю.И. Голуб

*Старший научный сотрудник
ОИПИ НАН, кандидат технических наук
доцент*

*Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси
E-mail: 6423506@gmail.com*

Ю.И. Голуб

В 2019 г. получала стипендию Президента Республики Беларусь как талантливый молодой учёный, область научных интересов – обработка и анализ цифровых изображений.

Аннотация. Цифровые изображения могут иметь разрешение миллионы пикселей. Возникает задача оценки качества изображений при отсутствии эталона. Для этого вычисляют локальные оценки в окрестности каждого пикселя, затем их усредняют. Среднее – это один из двух параметров нормального распределения данных. В работе показано, что использование среднего, как глобальной оценки большого объема данных, некорректно. Были исследованы 28 вариантов безэталонных мер качества и их модификации. Экспериментально показано, что локальные оценки редко соответствуют нормальному закону распределения. Это подтверждено тестами на нормальность распределения данных. Предложено вместо среднего значения использовать параметры распределений логарифмического типа, как глобальные оценки качества цифровых изображений.

Ключевые слова: большие данные, цифровые изображения, нормальное распределение, анализ качества изображений, локальные оценки.

Технологии обработки, хранения и анализа больших данных все быстрее завоевывают разные области науки и техники. В настоящее время об этом говорят, пишут, а ведущие вузы нашей страны уже готовят специалистов, которые занимаются исследованием и обработкой больших данных. Еще в 40ых годах прошлого века появились первые упоминания о больших данных. Но активный рост интереса в научных кругах начался в начале 2000ых годов [1].

Одним из направлений обработки и анализа больших данных является – работа с данными в режиме реального времени. Например, анализ качества изображений, получаемых с камер мобильных телефонов или спутников, на этапе регистрации. Такие изображения могут иметь размер от миллионов пикселей (изображение со смартфона с разрешением 1280x720) до сотен миллионов (радарное изображение с разрешением 3000x13000). Вычисление локальных оценок для одного изображения в окрестности каждого пикселя может дать миллионы оценок.

Обычно в исследованиях используют предположение, что локальные меры качества, вычисленные на основе одного изображения, нормально распределены. Поэтому используют в роли глобальной оценки качества такие параметры, как среднее арифметическое (математическое ожидание) и среднеквадратичное локальных мер, вычисленных различными способами (например, на основе локальных градиентов, статистических характеристик, вейвлет-преобразований и др. [2]).

Иногда необходимо оценить качество нескольких изображений и выбрать лучшее, а иногда в систему или эксперту для анализа поступает только одно изображение. Задач, связанных с оценкой качества, большое множество. В данной статье рассматриваются безэталонные меры качества, т.е. для автоматического анализа предоставляется только одно изображение.

Для экспериментов было выбрано 28 безэталонных мер качества, используемых в литературе: АСМО, BEGH, BISH, BREN, CON3, CPBD, CURV, DEF, FFT, FISH, FUS, GORD, HELM, JNBМ, MLV, LAPD, LAPM, LAPL, LOCC, LOEN, PSIS, SHAR, SVDB, SPAR, WAVS, S3 и две ее составляющие – S3_1, S3_2 [2,3]. Используемые базы цифровых изображений – Pertuz (11 изображений с естественным размытием объектов), БД CSIQ Lab (900 изображений, 6 типов искусственного искажения изображений), БД TID2013 (960 изображений) [3–5]. В базе TID2013 содержится 3000 искаженных изображений (24 типа искажений, 5 уровней искажений каждого исходного изображения). Из всех искаженных изображений было отобрано 960 изображений (8 групп по 125 изображений, таблица 1), которые имитируют искажения, возникающие в процессе регистрации и передачи данных. На рисунке 1 представлены примеры изображений из используемых баз.

Таблица 1. – Типы искажений на изображениях базы TID2013, используемых в экспериментах

№	Тип искажения	При каких операциях может возникать
1	Аддитивный гауссовский шум	Регистрация изображений
2	Импульсный шум	Регистрация изображений
3	Гауссовское размытие	Регистрация изображений
4	Фильтрация шума	Шумоподавление
5	Шум квантования	Регистрация изображений, гамма-коррекция
6	Искажения при передаче JPEG2000 изображений	Передача данных
7	Пространственно-коррелированный шум	Цифровая фотография, сжатие
8	Изменение контраста	Регистрация изображений и гамма-коррекция

Размер изображений в базах – 512x512пк, 512x384пк, 640x480пк. Количество локальных мер после обработки одного изображения варьировалось от 15 до 307 200. Меры АСМО (256), CPBD (101), JNBМ (40), PSIS (15) были отбракованы и не использовались в экспериментах, т.к. вычисляется недостаточное количество локальных значений для анализа (их число указано в скобках для каждой меры).

На рисунке 2 представлено изображение базы TID2013 и семь вариантов аппроксимации различными распределениями гистограммы локальных оценок (мера LOEN). Можно заметить, что не все распределения одинаково близки к гистограмме локальных признаков. Поэтому было проведено восемь тестов на соответствие получаемых локальных признаков нормальному распределению: Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Pearson Chi Square, Smirnov-Cramer-Von Mises, Kolmogorov-Smirnov, Geary, Lilliefors, Jarque-Bera [6].



Рисунок 1. – Примеры изображений с разными искажениями из баз: первый ряд – база Pertuz, второй ряд – база CSIQ Lab, третий ряд – база TID2013

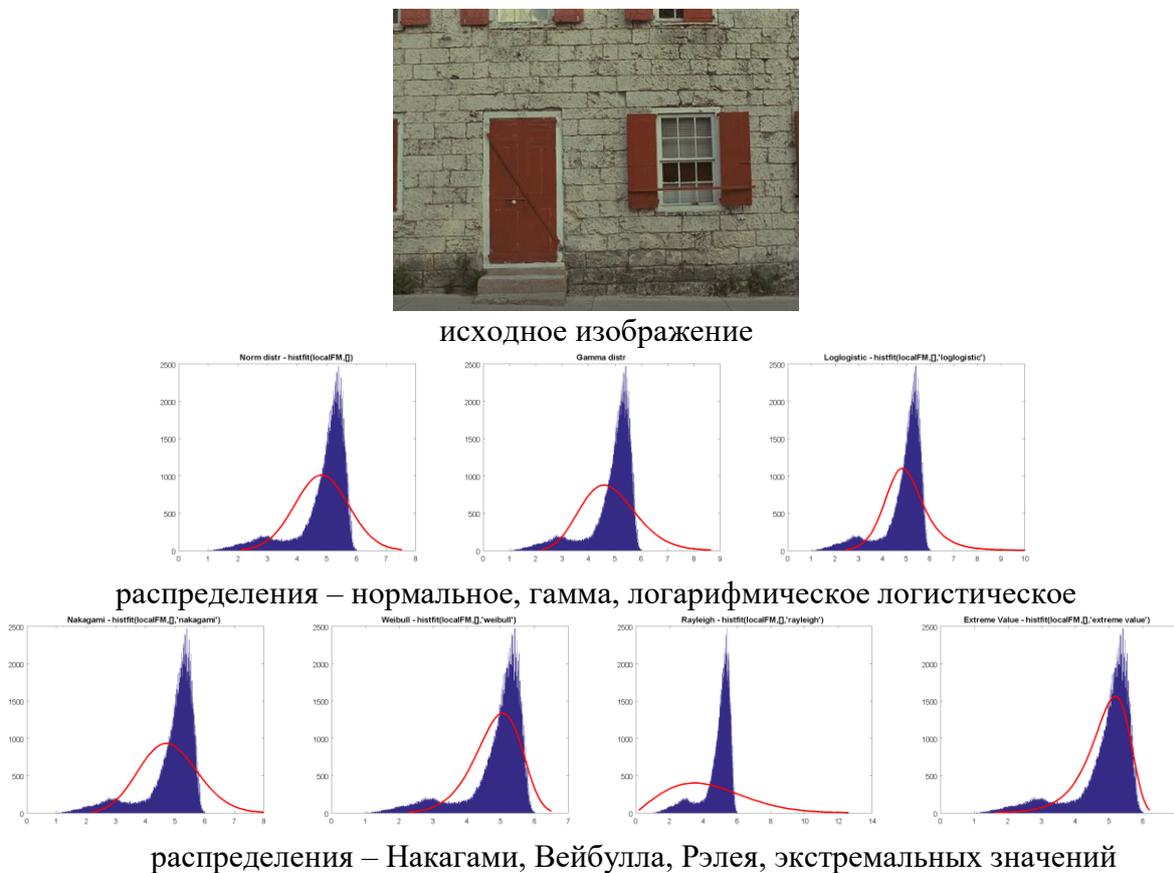


Рисунок 2. – Изображение базы TID2013 (i01_17_1.bmp) и результат аппроксимации гистограммы локальных мер качества (вычисленных для этого изображения) семью распределениями

В таблице 2 представлены результаты восьми тестов на нормальность данных, которые показывают, сколько процентов локальных признаков соответствуют нормальному распределению. Из таблицы видно, что малый процент локальных оценок качества соответствует нормальному распределению данных.

Таблица 2. – Процент соответствия локальных оценок качества нормальному распределению данных

Название базы	Количество тестов показавших нормальность распределения данных	
	0%	
Pertuz	BEGH, BISH, BREN, CON3, CURV, DEF, FFT, FISH, FUS, GORD, HELM, MLV, LAPD, LAPM, LAPL, LOCC, LOEN, SHAR, SVDB, SPAR, WAVS, S3, S3_1, S3_2	
	0 %	0.01 – 4 %
CSIQ Lab	BEGH, BISH, BREN, CON3, CURV, DEF, FFT, FUS, GORD, HELM, MLV, LAPD, LAPM, LAPL, LOCC, SHAR, SVDB, SPAR, S3_1, WAVS	CURV – 0.1%, FISH – 1.21%, LOEN – 0.07% S3, S3_2 – 0.15%, S3_1 – 0.20%
TID2013	BEGH, BISH, BREN, DEF, FUS, GORD, HELM, MLV, LAPD, LAPM, LOCC, SHAR, SVDB, SPAR	CON3, FFT, WAVS – 0.013%, LAPL – 0.04%, CURV – 0.091%, S3_2 – 0.16%, S3 – 0.17%, S3_1 – 0.23%, LOEN – 0.26%, FISH – 3.8%

Заключение

Чаще всего известные подходы по оценке качества изображений глобальную оценку определяют, как среднее арифметическое локальных мер. Экспериментально показано, что локальные меры, вычисленные для одного изображения, не соответствуют нормальному распределению. Поэтому предлагается использовать параметры других распределений для глобальной оценки качества изображений. Например, в статьях [7-9] показано, что использование параметров распределений логарифмического типа вместо среднего значения локальных оценок резкости и контраста, дает лучшие результаты и лучше коррелирует с визуальными оценками экспертов.

Список литературы

- [1] Корнев М.С. История понятия «большие данные» (Big data): словари, научная и деловая периодика // ВЕСТНИК РГГУ /Серия «Литературоведение. Языкознание. Культурология». – 2018. – №1. – С. 81–85.
- [2] Xu, S. No-reference/blind image quality assessment: a survey / S. Xu, S. Jiang, W. Min // IETE Technical Review. – 2017. – Vol. 34. – № 3. – P.223–245.
- [3] Pertuz, S. Analysis of focus measure operators for shape-from-focus / S. Pertuz, D. Puig, M.A. Garcia // Pattern Recognition. – 2013. – Vol. 46. – № 5. – P.1415–1432.
- [4] Vu, C. T. A spectral and spatial measure of local perceived sharpness in natural images / C.T. Vu, T.D. Phan, D.M. Chandler // IEEE transactions on image processing. – 2012. – Vol. 21.– № 3. – P. 934–945.
- [5] Ponomarenko, N. Image database TID2013: Peculiarities, results and perspectives / N. Ponomarenko, L. Jin, O. Ieremeiev, V. Lukin, K. Egiazarian, J. Astola, B. Vozel, K. Chehdi, M. Carli, F. Battisti, C.-C. Jay Kuo // Signal Processing: Image Communication. – 2015. – Т. 30. – P. 57 – 77.
- [6] Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / Кобзарь А.И. – 2-е изд., испр. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 816 с.
- [7] Старовойтов, В. В. Уточнение индекса SSIM структурного сходства изображений / В. В. Старовойтов // Информатика. – 2018. – Т. 15. – № 3. – С. 41–55.
- [8] Голуб, Ю. И. Сравнительный анализ безэталонных оценок резкости цифровых изображений / Ю. И. Голуб, Ф. В. Старовойтов, В. В. Старовойтов // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. – 2019. – №7 (125). – С. 113–120.
- [9] Голуб, Ю. И. Исследование локальных оценок контраста цифровых изображений при отсутствии эталона / Ю. И. Голуб, Ф. В. Старовойтов // Системный анализ и прикладная информатика. – 2019. – № 2 (22). – С. 4–11.

A NEW APPROACH TO DIGITAL IMAGE QUALITY ASSESSMENTS

Y.I. Golub –

*PhD, docent, senior research fellow
of the United Institute of Informatics Problems
of the National Academy of Sciences of Belarus*

Abstract. Digital images can have resolution of millions of pixels. The problem arises of no-reference image quality assessment. To do this, local estimates are calculated around every pixel, and then they are averaged. Mean is one of two parameters of the normal distribution of data. In the paper we demonstrate that the average as a global estimate of a large amount of data is not correct. 28 variants of no-reference quality measures and their modifications were investigated. It has been experimentally shown that sets of local estimates rarely correspond to the normal distribution law. This is confirmed by normality tests of the data. Instead of the average value, we propose to use parameters of the distribution logarithmic type as global image quality estimates.

Keywords: big data, digital images, normal distribution, image quality assessment, local estimates.