

Оцінка якості зображень для друкованих та електронних документів

К.т.н., доц. І. Дронюк

Lviv Polytechnic National University, 22/806 Bandera St., Lviv-13, 79013, Ukraine

Abstract. Methods for automated image quality assessment are proposed. There well-known quantitative assessment criteria are improved. Assessment image quality experiments for the proposed methods are presented.

Key words: quality assessment for image, contrast of image, sharpness of images, brightness of image, automated quality assessment.

Вступ

На сьогодні все більшого поширення набуває документообіг в електронному вигляді. Розвиток комп'ютерних технологій виготовлення документації зумовлює отримання зображення будь-якого об'єкта або документа в електронному вигляді. Оцінка отриманих зображень реалізується переважно візуально, без чітких кількісних критеріїв, що характеризують якість зображень [1]. Проте цифрові формати дозволяють використовувати для оцінки якості зображень кількісні характеристики, що обчислюються за відповідними алгоритмами.

Критеріями якості для растрових зображень можуть слугувати такі показники, як яскравість, контрастність, різкість, колірний баланс.

На підставі результатів аналізу запропоновано числові критерії якості растрових зображень, що представлені колірною моделлю HSB, а також наведено алгоритми обчислення цих критеріїв і проведені відповідні експерименти.

Оцінка різкості

Методи оцінки якості зображень поділяють на суб'єктивні та кількісні. Кожна з вказаних категорій має абсолютні та порівняльні критерії [2] Абсолютні критерії якості застосовуються для оцінки одного зображення. Порівняльні критерії використовуються для оцінювання набору зображень в якісній шкалі.

У даній статті розглянемо кількісні методи оцінки якості зображення. Абсолютна міра як критерій оцінки є число, отримане для будь-якого зображення на основі аналізу цього зображення. Порівняльна міра є числовим результатом порівняння двох або більше зображень. Для порівняння також можна використовувати абсолютні міри, обчислені для кожного зображення окремо. До абсолютних мір належать різкість зображення, кількість градацій, контраст.

Розглянемо відомий метод оцінки якості зображень [2]. Запропонований метод доцільно застосовувати для оцінки якості незашумлених зображень. Різкість зображення – один з найважливіших показників якості, який визначає придатність зображення до наступного опрацювання. Різкість зображення – степінь розмитості між двома сусідніми ділянками зображення з різною оптичною густиною (яскравістю). На рис. 1а представлено різке зображення, на рис. 1б – те

ж зображення, але розмите. У [3] запропоновано визначення міри різкості зображення P_i шляхом знаходження кута нахилу яскравості зображення на границі перепаду (див. рис. 1 д),

$$P_i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{G}{w} = \frac{I(a) - I(b)}{w} \quad (1)$$

де i - крайовий піксель у зображенні, w - ширина перепаду, G - різниця між значеннями яскравостей пікселів $I(x)$, які позначені a і b на рис. 1д.

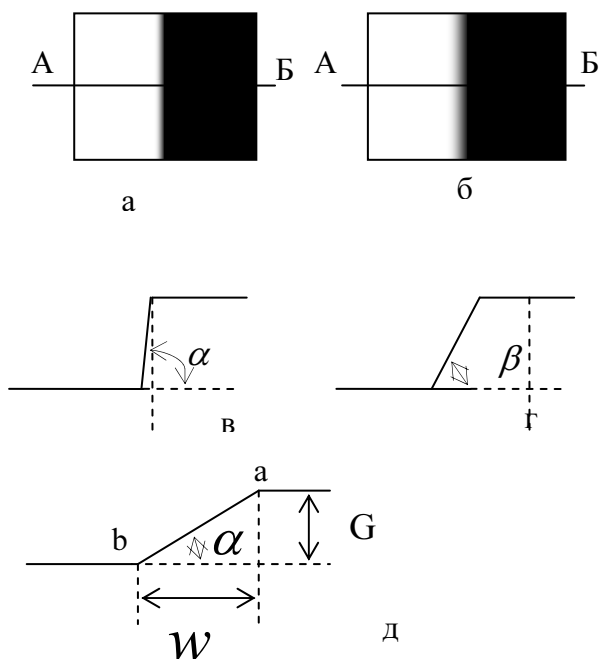


Рис. 1. а – вихідне зображення, б – розмите зображення, в і г – профілі яскравостей зображення, які показано на рис. а і б, д – обчислення кута нахилу

Алгоритм обчислення критерію різкості

1. Виділяємо краєві пікселі,
2. Визначаємо напрям градієнта для кожного крайового пікселя,
3. Вздовж напрямку градієнту шукаємо піксель a з мінімальним та піксель b з максимальним значенням яскравостей так, щоб віддаль w була між ними мінімальна.
4. Обчислюємо міру різкості P_i за формулою (1)
5. Обчислюємо сумарну міру різкості для всього зображення за формулою

$$P = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i \quad (2)$$

де N - кількість крайових пікселів у зображенні.

У роботі [1] запропоновано шукати оцінку різкості за формулою



А) початкове зображення у векторному форматі



Б) Надруковане зображення



В) Розмите зображення $R=1, P=11,1$



Г) Надруковане розмите зображення $R=1, P=11,3$



Д) Розмите зображення $R=5, P=9,4$



Е) Надруковане розмите зображення $R=5, P=1,2$

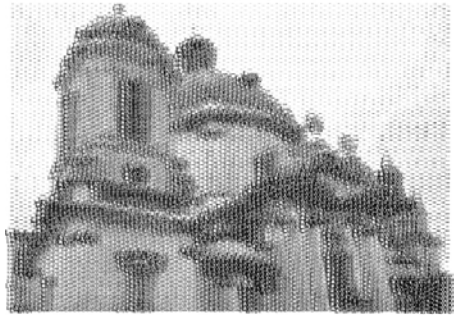


С) Розмите зображення $R=9, P=8,3$



Ж) Надруковане розмите зображення $R=9, P=0,82$

Рис.2. Зображення, розмиті усередненим фільтром радіуса R та їх кількісна оцінка різкості



а) Розмите зображення $D=1, P=23,5$



б) Надруковане розмите зображення $D=1, P=17$



в) Розмите зображення $D=5, P=12,2$



г) Надруковане розмите зображення $D=5, P=15,1$

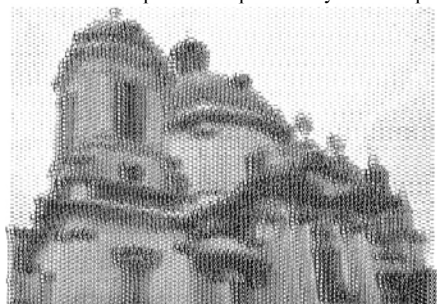


д) Розмите зображення $D=9, P=11,4$



е) Надруковане розмите зображення $D=9, P=13,4$

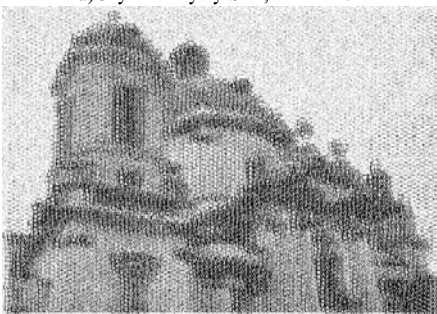
Рис. 3. Зображення з різним ступенем горизонтального розмиття на D пікселів та їх кількісна оцінка різкості P



а) Ступінь шуму $S=1, R = 22.67$



б) Ступінь шуму $S=1, R = 22.67$



в) Ступінь шуму $S=10, R = 20.95$



г) Ступінь шуму $S=10, R = 18.56$

Рис. 4. Зображення з різним ступенем шуму S та пікове відношення сигнал – шум R

$$P = \max_i P_i \quad (3)$$

У даній роботі вважаємо доцільним вибрати критерієм різкості усереднене значення, обчислене за формулою (2), замість максимального значення яскравості з формули (3).

Для оцінки різкості кольорових зображень застосовувався колірний простір HSV і міра P обчислювалась тільки для компоненти яскравості.

Приклади обчислення запропонованої оцінки різкості зображення показані на рис.2,3. Застосовувалося два типи розмиття вихідних зображень: усереднення по дузі радіуса R та розмиття в горизонтальному напрямку на D пікселів. Експерименти проводилися з векторними зображеннями. Для оцінки різкості вони перетворювалися в кольоровий простір HSB і міра P обчислювалась тільки для компоненти яскравості. Експерименти для перевірки оцінки різкості за формулою (1) проводилися за описаним вище сценарієм. Отримані результати експерименту представлені на рис.2,3. Вихідне зображення у векторному форматі, утворене за допомогою розробленої інформаційної технології [4], див.рис.2а, було роздруковане, а потім зіскановано див. рис.2б. Після чого було проведено розмиття вихідного зображення з різними значеннями параметрів розмиття: радіуса R та розмиття в горизонтальному напрямку на D. Після чого ці зображення були роздруковані та зіскановані. Для всіх вище згаданих зображень була проведена оцінка різкості на основі міри P. Отримані значення показані на рис.2,3. Як видно з проведених експериментів, значення міри різкості для сканованих зображень є меншим, також закономірно зі збільшенням величини розмиття міра різкості спадає. Отже можна зробити висновок, що запропонований метод може бути застосований для автоматизованої кількісної оцінки якості зображень на друкованих та електронних документах.

Оцінка контрасту

Іншим параметром, який визначає якість зображення є контраст. Контраст- градаційна характеристика чорно-білого чи кольорового зображення, яка має відмінності в світлоті (насиченості кольору) у найбільш яскравих та найбільш темних ділянках.

Оскільки зображення, як правило мають складний сюжетний характер, то це породжує необхідність при визначенні його контрастності виходити з контрасту окремих комбінацій елементів зображення. При цьому усі елементи вважаються рівнозначними, і контраст кожної пари обчислюється за формулою

$$C_{ij} = \frac{L_i - L_j}{L_i + L_j} \quad (4)$$

де L_i , L_j - яскравості елементів градаційного зображення. Застосовуючи правило сумування контрастів, обчислюємо набір величин, які визначають відтворення кожної пари елементів зображення. Проводячи усереднення матриці локальних контрастів, отримуємо сумарний контраст C. Якщо в (1) замість G підставити

C, обчислене за (4), то отримаємо критерій для оцінки різкості і яскравості зображення. Отриманий критерій може бути використаний як параметр оцінки візуальної якості зображення.

Порівняльна оцінка двох зображень

Середньоквадратична похибка, пікове відношення сигнал-шум- це числові критерії, які використовуються для порівняння двох або серії зображень. Найчастіше використовуються для порівняльної оцінки якості двох зображень - це середньоквадратична похибка та пікове відношення сигнал-шум. Для вирішення цієї задачі запропоновано метод повного попиксельного порівняння еталонного та контрольованого зображення. За критерій порівняння вибрано коефіцієнт пікового відношення сигнал / шум R. Чим більше значення коефіцієнта R, тим ближче контрольоване зображення до еталонного. Для реалізації алгоритму оцінки якості здійснюється суміщення зображень у горизонтальному, вертикальному напрямку та за поворотом. Порівняння реалізовано таким чином, що еталонним вважаємо векторне зображення, яку порівнюємо з електронним растрованим, зашумленим з різним ступенем та друкованим і потім сканованим. На рис.4 наведені приклади реалізації порівняння якості зображень з ступенем шуму S та приведені обчислені значення пікового відношення сигнал / шум R.

Висновки

Розглянуто методи оцінки якості зображень. Запропоновано відомі методи оцінки якості електронних зображень використати для оцінки якості друкованих зображень.

Удосконалено відомі кількісні критерії оцінки якості зображення. Проведено експерименти оцінювання якості зображень векторних, зашумлених, розмитих та надрукованих і зісканованих, що підтверджують адекватність запропонованих кількісних оцінок. Проведено також експерименти для порівняльної оцінки якості двох зображень за критерієм пікового відношення сигнал / шум. Отримані оцінки також повністю відповідають візуальному сприйняттю зображення людиною.

Отримані результати можна використати для автоматизації оцінки якості друкованих та електронних зображень.

[1]. Ю.И. Мониц, В.В. Старовойтов Оценки качества для анализа цифровых изображений// «Искусственный интеллект» №4, 2008. – С.376-386

[2]. Wang X., Tian B.,Liang C., Shi D. Blind Image Quality Assessment for Measuring Image Blur// Congress on Image and Signal Processing 2008.

[3]. Wang Z., Bovik A.C., Sheikh H.R. Image quality assessment: From error visibility to structural similarity// IEEE transaction on Image Processing. – 2004. – Vol.13,№ 4. – P.309-312.

[4]. Назаркевич М. Методи підвищення ефективності поліграфічного захисту засобами Ateb-функцій [Текст] : монографія / М.А. Назаркевич. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2011. – 188 с.