

ПОРІВННЯ ЯКОСТІ МАСШТАБУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Мисько А.С., магістрант, usandrewmisko@gmail.com;

Костюкова Н.С., к.т.н., доцент

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,

Покровськ, Україна

Для визначення якості зображень та їх порівняння існує безліч характеристик. Значення якості цифрового зображення може бути суб'єктивною величиною. Визначення того, що один метод забезпечує кращу якість зображення, може змінюватися від людини до людини. З цих причин необхідно встановити емпіричні методи для порівняння впливу алгоритмів масштабування зображень на їх якість. Використовуючи один набір тестових зображень, можна систематично порівнювати різні методи масштабування зображень, щоб визначити, чи дає конкретний метод кращі результати.

Середня інтенсивність визначає якість зображення за його контрастністю, вважається, що чим більше це значення, тим більш якісне зображення [1]. Вона обчислюється за формулою:

$$MI = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N |x(i,j)|, \quad (1)$$

де M та N – ширина та висота зображення у пікселях, $x(i,j)$ – значення інтенсивності у точці зображення. Зазвичай використовується у випадках, коли контрастність зображення є дуже важливою, та є одним з факторів покращення зображення, тому його використання у масштабуванні зображень не є доцільним.

Для визначення якості масштабування зображення зазвичай використовують PSNR (Peak signal-to-noise ratio – Пікове співвідношення сигналу до шуму) [2]. PSNR є співвідношенням між максимальним значенням сигналу та потужністю шуму, який його спотворює. Такий метод використовують тому, що він є простим в обчисленні, має чіткі фізичні значення та є зручним в оптимізації. Головним недоліком є відсутність можливості оцінювати схожість зображень за типом спотворень та сувору об'єктивність оцінки, оскільки якість зображення за своєю природою в основному є суб'єктивним значенням.

PSNR легше всього визначити за допомогою середньоквадратичного відхилення. Воно визначається за формулою:

$$\sigma = \frac{1}{m * n} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} (I(i,j) - K(i,j))^2, \quad (1)$$

де m та n – розмірність зображення, I – оригінальне зображення, K – згенероване зображення. Після визначення середньоквадратичного відхилення, PSNR визначається за формулою:

$$PSNR = 20 * \log_{10}(MAX_I) - 10 * \log_{10}(\sigma), \quad (3)$$

де MAX_I – максимальне значення пікселю зображення [3].

Для кольорових зображень з трьома компонентами RGB на піксель застосовується таке ж визначення PSNR, але середньоквадратичне відхилення розраховується по всім трьом компонентам та ділиться на потроєний розмір зображення.

PSNR зазвичай вимірюється у децибелах. Для зображень прийнятним вважається значення PSNR у діапазоні від 30 до 40 дБ [4].

SSIM (Structural Similarity Index Metric) – індекс структурної подібності, оснований на порівнянні структурної інформації зображення. На відміну від суворо об'єктивних методів, таких як PSNR або MSE, цей метод враховує «сприйняття помилки» завдяки обліку структурної зміни інформації. Ідея полягає в тому, що пікселі мають сильний взаємозв'язок, особливо коли вони близькі один до одного просторово. Дані залежності несуть важливу інформацію про структуру об'єктів. SSIM застосовується до частини зображення використовуючи підхід вікна, що переміщується. Загальний SSIM можна розрахувати шляхом отримання середнього значення SSIM усіх частин зображення. Значення SSIM може визначатися від -1 до 1, де 1 буде означати повністю ідентичне зображення.

Нехай $x = \{x_i | i = 1, 2, 3, \dots, N\}$ та $y = \{y_i | i = 1, 2, 3, \dots, N\}$ оригінальне та згенероване зображення. Тоді SSIM можна обчислити за формулою:

$$SSIM = \frac{(2 * \bar{x} * \bar{y} + C1)(2 * \sigma_{xy} + C2)}{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C2) * (\bar{x}^2 + \bar{y}^2 + C1)}, \quad (4)$$

де N – кількість пікселів зображення, $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$, $\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$, $\sigma_x^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$, $\sigma_y^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$, $\sigma_{xy} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$.

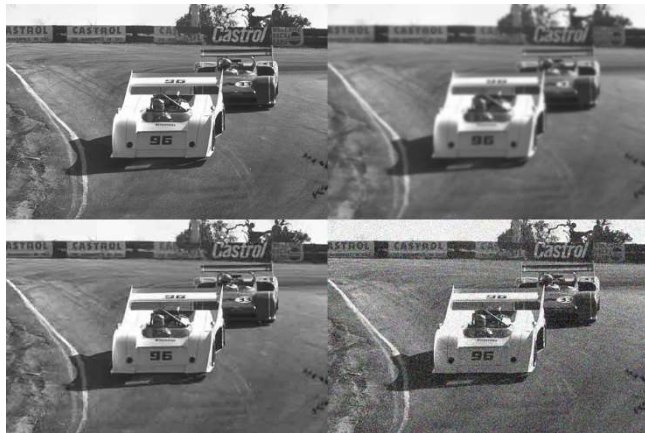


Рисунок 1. Вхідні зображення

Порівняємо методи PSNR та SSIM. Для порівняння використовувались зображення спотворені різними видами дефектів, такими як розмиття, стиснення та шум. Для кожного з зображень було розраховано значення PSNR та SSIM, вони наведені у таблиці 1. Зображення наведені на рисунку 1.

Як бачимо з результатів експерименту, PSNR не є дієвим методом порівняння різних типів дефектів, наприклад ефект розмиття та шуму дають приблизно однаковий результат PSNR, але мають дуже різні результати SSIM. Але для масштабування зображень, де головною метою є зменшення спотворення зображення результату, об'єктивний та простий в обчисленні метод, такий як PSNR, є ідеальним, оскільки він визначає саме ступінь спотворення зображення результату у порівнянні з вхідним зображенням. Були проаналізовані декілька характеристик порівняння якості зображень та порівняні результати їх роботи. Було визначено, що PSNR є найбільш відповідним методом для порівняння якості масштабування зображень, але є непригідним для порівняння зображень з різними видами дефектів та спотворень.

Таблиця 1

Розмиття	
PSNR	24.63dB
SSIM	0.7183
Стиснення	
PSNR	28.81dB
SSIM	0.7823
Шум	
PSNR	23.30dB
SSIM	0.3831

Література

1. Sheikh, H. R., Bovik, A. C. Image information and visual quality. IEEE Transactions on Image Processing. 2006.
2. Pappas, T. N., Neuhoff, D. L., Ridder, H. de, та ін. Image Analysis: Focus on Texture Similarity. Proceedings of the IEEE. 2013. Vol. 101, No. 9. С. 2044–2057.
3. Al-najjar, Y. A. Y., Soong, D. C. Comparison of Image Quality Assessment : PSNR, HVS, SSIM, UIQI. International Journal of Scientific & Engineering Research. 2012.
4. Salomon, D. Data compression: The complete reference: *Data Compression: The Complete Reference*. 2007.

Анотація

Представлено опис характеристик оцінки якості зображення та порівняні результати їх використання. Було визначено кращу характеристику для використання при масштабуванні зображень. Аналіз проведений для використання у проектуванні системи масштабування зображень за допомогою нейронної мережі для покращення якості інтерфейсу застарілих ігрових додатків.

Ключові слова: характеристика, масштабування, піксель, PSNR, SSIM.

Аннотация

Представлено описание характеристик оценки качества изображений и сравнены результаты их использования. Было определено лучшую характеристику для использования при масштабировании изображений. Анализ проведен для использования в проектировании системы масштабирования изображений с помощью нейронной сети для улучшения качества интерфейса устаревших игровых приложений.

Ключевые слова: характеристика, масштабирование, пиксель, PSNR, SSIM.

Abstract

Presented are the descriptions of several image quality assessment characteristics and comparison of their use results. The best characteristic for use in image scaling has been identified. The analysis was conducted for use in the design of a neural network image scaling system to improve the quality of the interface in legacy gaming applications.

Keywords: characteristic, scaling, pixel, PSNR, SSIM.