

## ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ МЕТРИКИ ДЛЯ АНАЛІЗУ РОБОТИ ВЕЙВЛЕТ КОДЕРУ

**Лавров В. В., студент**

*(Донецький Національний Технічний Університет, з Донецьк, Україна)*

У сучасних мережах значну частину трафіку складає мультимедійний контент, великою частиною якого є графічні зображення. Для ефективного використання пропускового ресурсу при передачі зображень застосовують різноманітні кодери. Вони мають багато способів реалізації, а серед них виділяють кодери з апаратом вейвлет перетворень. Вейвлети дозволяють суттєво стиснути розміри зображення, з втратами, що непомітні для зору людини.

При відтворенні стислих зображень виникає питання, як порівняти відтворене зображення та оригінал. Адже відомо, що людський зір та машинне бачення кардинально відрізняються один від одного. Високі характеристики машинної обробки зовсім не означають високу якість відтворення для людини, тому що зір людини володіє нелінійною поведінкою та суб'єктивністю. Саме тому існує велика кількість метрик, що аналізують зображення. Метою цієї статті є знайомство з ними та визначення найкращих для власного кодера що використовує вейвлет перетворення. Для проектування кодера була обрана проста та ефективна модель, що базується на розкладі зображення на кольорові шари (R - червоний, G-зелений, B- блакитний) та обробці кожного шару двомірним дискретним вейвлет перетворенням. Для аналізу були обрані наступні метрики: PSNR, SSIM, MSE, Сог, експертна оцінка людського зору.

**PSNR.**

PSNR, відношення сигналу до шуму (peak-to-peak signal-to-noise ratio - PSNR) найчастіше використовується для вимірювання рівня спотворень при стисненні зображень. Найпростіше його визначити через середньоквадратичне відхилення (MSE), що для двох монохромних зображень I і K розміру  $m \times n$ , одне з яких вважається зашумленими наближенням іншого, обчислюється так:

$$PSNR = 20 \log_{10} \left( \frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}} \right),$$

де MAX<sub>I</sub> - це максимальне значення, прийняте пікселем зображення. Коли пікселі мають розрядність 8 біт, MAX<sub>I</sub> = 255 [1].

**SSIM.**

Нещодавно було розроблене сімейство метрик структурної подібності, до якого відносяться наступні метрики: SSIM, MultiScale SSIM, 3-Component SSIM, Spatio-Temporal SSIM. Для даної роботи обираємо метрику SSIM. Вона обчислюється складними алгоритмами, але враховує особливості сприйняття людиною. По-перше розглядається  $i$ -тий кадр розміром  $K \times L$  і значеннями компонент яскравості  $Y_{k,l}^{(i)}$ ,  $k=1 \div K$  та  $l=1 \div L$ . Обирається вікно  $W$  та вага  $\omega_j$  для кожної  $j$ -ої точки вікна,  $j=1 \div J$ ,  $J$  – кількість пікселів у вікні. Вага  $\omega_j$  нормується на одиницю:  $\sum_{j=1}^J \omega_j = 1$ . Далі визначаються середньовагові значення яскравісної компоненти вихідного і закодованого вікна ( $Y-AVG_{k,l}^{(i)}$  і  $Y-AVG_{k,l}^{(i)'}$ ), середньовагові дисперсії яскравісної компоненти вихідного і

закодованого вікна ( $Y-VAR_{k,l}^{(i)}$  и  $Y-VAR_{k,l}^{(i)'}$ ), середньовагова коваріація між компонентами яскравості вихідного та закодованого вікон ( $Y-COV_{k,l}^{(i)}$ ) за формулою:

$$Y-COV_{k,l}^{(i)} = \sum_{j=1}^J \omega_j * \left( Y_{k,l}^{(i)} - Y-AVG_{k,l}^{(i)} \right) * \left( Y_{k,l}^{(i)'} - Y-AVG_{k,l}^{(i)'} \right),$$

де  $Y_{k,l}^{(i)}$  – значення компоненти яскравості  $j$ -ої точки вікна, центр якого знаходиться в точці з координатами  $(k,l)$   $i$ -того кадру.

Далі рахується значення метрики  $SSIM$  в точці:

$$Y-SSIM_{k,l}^{(i)} = \frac{\left( 2 * Y-AVG_{k,l}^{(i)} * Y-AVG_{k,l}^{(i)'} + c_1 \right) * \left( 2 * Y-COV_{k,l}^{(i)} + c_2 \right)}{\left( Y-AVG_{k,l}^{(i)2} + Y-AVG_{k,l}^{(i)'}2 + c_1 \right) * \left( Y-VAR_{k,l}^{(i)2} + Y-VAR_{k,l}^{(i)'}2 + c_2 \right)},$$

де  $c_1 = (k_1 * MAX_Y)^2$  та  $c_2 = (k_2 * MAX_Y)^2$ . За замовчуванням коефіцієнти  $k_1 = 0,01$  и  $k_2 = 0,03$ . [2]

MSE.

Ця міра належить до родини метрик що базуються на відхиленнях подібних пікселів двох зображень. До неї відносяться: MSAD, Delta, MSE. Де MSE- середньоквадратичне відхилення. [3]

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |I(i,j) - K(i,j)|^2$$

Согг.

У даній роботі використовувався лінійний коефіцієнт кореляції Пірсона, що розраховується за формулою:

$$r = \frac{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{\left( \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n (A_{mn} - \bar{A})^2 \right) * \left( \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n (B_{mn} - \bar{B})^2 \right)}}$$

де  $A$ - оригінальне зображення, а  $B$  - відтворене зображення. [3]

Експертна оцінка людського зору.

Це є суб'єктивний, але у деяких випадках, найбільш ефективний критерій. Оцінка робиться за п'ятибальним принципом. Оцінку "відміно" отримує відтворене зображення, що не відрізняється від оригіналу. Оцінку "добре" отримує відтворене зображення, що має незначні спотворення, але вони помітні лише при порівнянні відтвореного зображення та оригіналу. Оцінку "задовільно" отримує зображення що має невеликі спотворення. Оцінку "незадовільно" отримує зображення, що має значні спотворення. Оцінку "погано" отримує зображення, що важко піддається ідентифікації.

Порівняння метрик ведеться на основі критерію оцінки людського зору. Дані виражаються у відносних одиницях та формують графіки залежності значення метрики від коефіцієнту стиску.

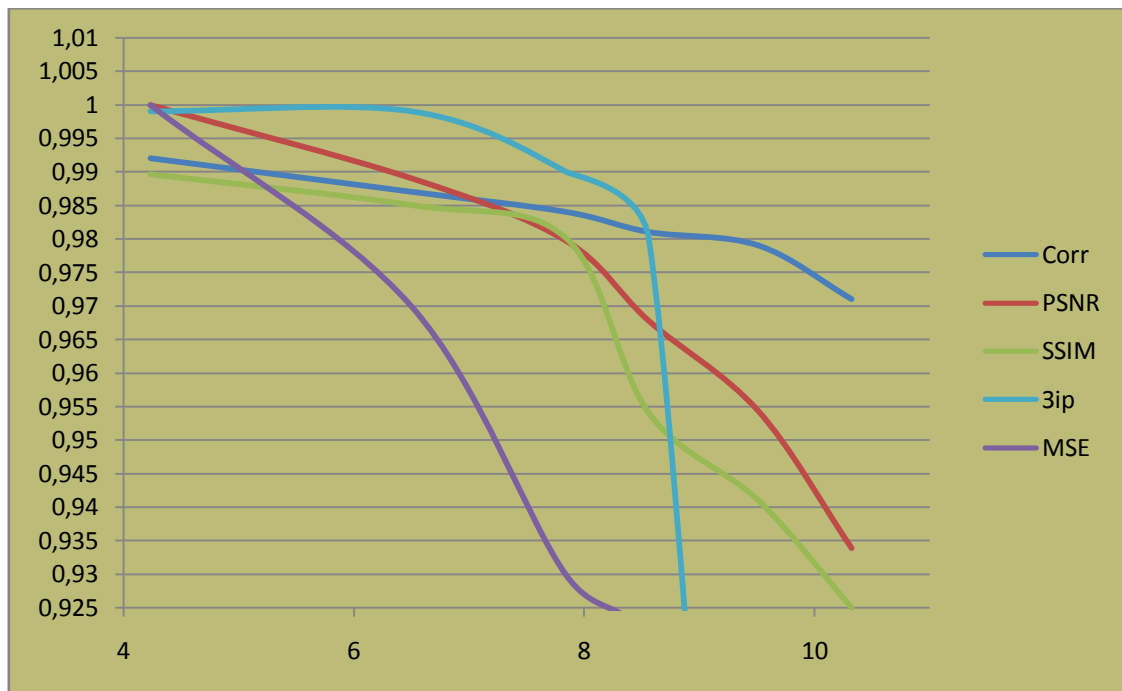


Рисунок 1 – Графік залежності метрики від коефіцієнту стиску

Аналізуючи результати роботи, можливо дійти висновку, що найбільш адекватними критеріями оцінки, графіки залежності яких нагадує графік залежності оцінки людського зору є PSNR та SSIM критерії. Критерій MSE навіть при малих коефіцієнтах стиску починає стрімко спадати, вказуючи на значні зміни у зображенні, що не є дійсністю. А критерій Corr не достатньо швидко реагує на зниження якості зображення при збільшенні коефіцієнту стиску.

Таким чином при аналізі результатів роботи кодеру, що базується на вейвлет перетвореннях, можливо використання різноманітних метрик оцінки. Приоритетними серед них є метрики PSNR та SSIM, друга з яких є точнішою але більш складною та вимагає більших витрат при розраховуванні.

#### Перелік посилань

1. Илюшкина Н., Чобану М. "Применение новых критериев оценки качества изображений после их сжатия с потерями", Проектирование и моделирование, №3, стр 66-68, Ста-пресс, 2007 г.
2. Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh, E. P. Simoncelli, "Image quality assessment: From error visibility to structural similarity," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 13, no. 4, pp. 600-612, Apr. 2004.
3. Ю.И. Мониц, В.В. Старовойтов, "Оценки качества для анализа цифровых изображений", «Искусственный интеллект» №4, стр 376-386, 2008 г.