УДК 681.325
© В. Федак[1], 2012

ВИЗНАЧЕННЯ НАЯВНОСТІ СПОТВОРЕНЬ У ВІДЕОСИГНАЛАХ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПЛЕКСНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЯКОСТІ

У даній роботі проведена класифікація існуючих методів оцінки відеосигналів згідно з наявності оригінального зображення та методу, яким проводиться оцінка. Особлива увага надана об'єктивним методам оцінювання та оцінюванню, що допомагає встановити наявність різних видів спотворення у відеосигналах. Розроблена комплексна модель оцінки для визначення якісних показників спотворень у відео. Дана модель оцінки може використовуватись для визначення ефективності методів і алгоритмів післяопрацювання відеосигналів.

In this article classification of existing methods for video quality assessment has been developed (based on presence of the original image and classification method). Special attention is devoted to objective methods of assessment and evaluation that can measure different types of artifacts in the video. Assessment model for video quality assessment has been developed. This model is very helpful to determine the effectiveness of the postprocessing methods and algorithms.

1. ВСТУП

На сучасному етапі розвитку техніки оброблення сигналів багато зусиль та коштів витрачається на вдосконалення способів відображення даних на екрані комп'ютера. Зображення і відео переважно знаходяться у закодованому форматі, оскільки канали передачі мають малу пропускну здатність, а носії інформації – обмежений об'єм. Для забезпечення високої якості відтвореного зображення чи відеопослідовності сигнал піддається додатковому післяопрацюваннню. За допомогою техніки післяопрацювання можна значно покращити якість рухомого чи нерухомого зображення [1-4]. Більшість алгоритмів післяопрацювання зосередженні на зменшенні певних типів спотворень, що в свою чергу вимагає розроблення підходу для перевірки ефективості алгоритмів післяопрацювання. При тестуванні алгоритмів післяопраюцвання є необхідною перевірка наступних аспектів:

[1] Національний університет «Львівська політехніка»

– перевірка цільових показників алгоритму післяопрацювання; якщо алгоритм зменшує блочні спотворення, то визначення наявності блочних спотворень;

– перевірка загальних показників відеосигналу; дана перевірка може здійснюватись як суб'єктивним, так і об'єктивним оцінюванням; у випадку з об'єктивною оцінкою можуть використовуватись такі метрики, як PSNR, MSE, SSIM.

– перевірка додаткових показників; визначення наявності нових спотворень; у випадку якщо алгоритм післяопрацювання зосереджений на зменшенні блочних спотворень то необхідно перевіряти чи не відбулось збільшення інших типів спотворень, таких як: кільцеві, розмивчасті чи ефект мерехтіння.

У даній роботі розроблена класифікація оцінки якості рухомих та нерухомих зображень, а також запропонована модель оцінки, що повністю задовольняє вимоги поставлених аспектів. Окремо наведена оцінка наявності ефекту мерехтіння та "сніг" ефекту, оскільки процес оцінки даних спотворень практично не висвітлений в літературі і потребує детального висвітлення підходів до їх оцінювання.

2. КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВІДТВОРЕНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ТА ВІДЕОСИГНАЛІВ

Оцінка рухомих та нерухомих зображень проводиться двома основними способами: суб'єктивним та об'єктивним. Суб'єктивний метод передбачає, що оцінювання здійснюється людьми (незалежними оцінювачами). Об'єктивний метод оцінювання проводиться програмним чином (використовується ряд метрик, що встановлюють якісні показники зображення).

Об'єктивні метрики оцінки нерухомих та рухомих зобржень можуть бути класифіковані згідно доступності оригінальних даних, які вважаються вільними від спотворень і можуть використовуватися для порівняння пошкодженого сигналу.

На рис. 1 наведена класифікація об'єктивних методів оцінки якості відеозображень на основі доступності оригінального зображення.

Більшість існуючих рішень ґрунтуються на факті доступності оригінального сигналу. Поняття "якість нерухомих та рухомих зображень" часто використовується з історичних причин, більш точним визначенням буде вимірювання подібності або вірності.

У багатьох існуючих відеосистемах оригінальні зображення є недоступними. Крім того, є дуже бажаним розроблення рішень для вимірювання якості, які здатні оцінювати якість "всліпу". Сліпий або беззв'язковий (no reference) метод оцінки є дуже складною задачею, оскі-

льки людина може оцінити ефективно і зрозуміло оцінити якість, не маючи в наявності оригіналу.

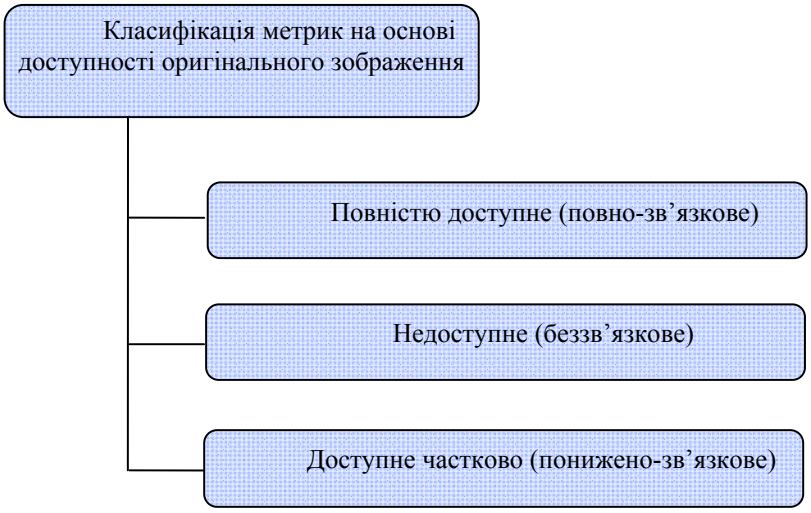

Рис. 1. Класифікація метрик на основі доступності оригінального зображення

Також можливим є третій варіант, при якому оригінальний сигнал є доступним не повністю. Замість того, точні характеристики отримуються із оригінального сигналу і передаються до системи оцінки якості як стороння інформація для допомоги в оцінюванні якості спотвореного відео. Цей варіант називається понижено-зв'язковим (reduced-reference).

3. ОЦІНКА НАЯВНОСТІ ЕФЕКТУ МЕРЕХТІННЯ У ВІДЕОСИГНАЛАХ

Задача вимірювання наявності ефекту мерехтіння у відеосигналах не дуже поширена і як наслідок не достатньо досліджена у літературі. Так, у роботі [5] запропоновано наступну математичну модель для вимірювання ефекту мерехтіння:

$$SSD_{diff}[t, i, j] = \frac{\sum_{[m, n] \in [i, j]\ block} (D[t, m, n] - D[t-1, m+\Delta m, n+\Delta n])^2}{SSD_{org}[t, i, j]}, \quad (1)$$

де $SSD_{diff}[t, i, j]$ – визначає показник ефекту мерехтіння кадру t, блоку [i, j];

$D[t, m, n] - D[t-1, m+\Delta m, n+\Delta n]$ – визначає різницю яскравості між блоками пікселів поточного t, та попереднього t-1 кадру з врахуванням векторів руху ($\Delta m, \Delta n$) між кадрами відеопослідовності;

$SSD_{org}[t, i, j]$ – визначає різницю яскравості між блоками пікселів поточного та попереднього кадру оригінального (не стиснутого) відеосигналу (2)

$$SSD_{org}[t, i, j] = \sum_{[m, n] \in [i, j]\, block} (O[t, m, n] - O[t-1, m, n])^2, \quad (2)$$

де $O[t, m, n]$, $O[t-1, m, n]$ – яскравість пікселів поточного та попередього оригінального кадру відеопослідовності.

Ефект мерехтіння для всього кадру відеопослідовності визначається з наступного виразу (блоки з великим значенням SSD для оригінальної послідовності відкидаються).

$$S[t] = \sum_{SSD_{org}[t, i, j] < \varepsilon} SSD_{diff}[t, i, j], \quad (3)$$

де $S[t]$ загальний ефект мерехтіння кадру відеопослідовності, при чому чим більший даний показник , тим помітніші спотворення.

4. ВИМІРЮВАННЯ ЕФЕКТУ “СНІГ” У ВІДЕО

Для вимірювання даного ефекту можуть бути використанні показники, що запропоновані у роботі [8]. Даний ефект помітніший тим, чим більша різниця MSE послідовних кадрів відеопослідовності. А також ефект “сніг” стає більш помітний коли змінюється кількість однорідних регіонів [11] у посллідовних кадрах.

Так, у роботі [8] запропоновано визначати два показники: середньоквадратичний показник, а також показник однорідних регіонів.

Середньоквадратичний показник визначається з допомогою наступних виразів (4, 5):

$$M_R = \frac{MSE\ [i] - MSE[i-1]}{MSE_{max}}, \quad (4)$$

де $MSE\ [i]$ та $MSE\ [i-1]$ – середньоквадратична похибка поточного та попереднього кадру відповідно, MSE_{max} – максимально можливе значення середньоквадратичної похибки для даного типу зображення;

$$PSNR_R = -20 \log_{10} \{M_R / R_{peak}\}, \quad (5)$$

де R_{peak} – максимальне значення яскравоті піксела для даного типу зображення чи відеопослідовності. Так, для 8 бітного зображення це значення 255.

Показник однорідних регіонів визначається з виразів (6, 7):

$$M_F = F[i] - F[i-1], \quad (6)$$

де $F[i], F[i-1]$ – кількість однорідних регіонів [11] в поточному та попередньому кадрі відеопослідовності.

$$PSNR_F = -20\log_{10}\{M_F / F_{peak}\}, \quad (7)$$

де F_{peak} максимальне значення однорідних регіонів для одного кадру відеопослідовності. Так, для відеосигнала розміром 720x486 дане значення буде визначенне наступним чином:

$$F_{peak} = 720x486/64 = 5400 \quad (8)$$

Для визначення кінцевої метрики даного спотворення використовується наступний вираз:

$$Mosquito = \frac{PSNR_F + PSNR_R}{2}[dB] \quad (9)$$

5. КОМПЛЕКСНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВІДЕОСИГНАЛІВ

Для того щоб оцінка була найбільш комплексна і практично збігалася з суб'єктивною оцінкою, в даній пропонується роботі для оцінки якості запропонованих та для порівняння існуючих алгоритмів використовувати різноманітний набір як повно-зв'язкових (PSNR, MSE, SSIM, Flickering, Mosquito), так і беззв'язкових (BIM, GBIM) метрик (Таблиця 1).

Таблиця 1

Метрика	Тип	Опис
PSNR	повно-зв'язкова	Відношення сигнал/шум, що визначає відношення максимально можливого значення сигналу і потужності шуму
MSE	повно-зв'язкова	Середньоквадратичне відхилення яскравості між пікселями оригінального та опрацьованого зображення (чи множини зображень)
SSIM	повно-зв'язкова	Метрика структурної подібності. Відносно PSNR та MSE дає більш кращі показники візуальної якості
GBIM	беззв'язкова	Узагальнена метрика для вимірювання блочних спотворень
PSBIM	беззв'язкова	Покращена метрика для вимірювання блочних спотворень
Flickering metric	повно-зв'язкова	Метрика для визначення наявності ефекту мерехтіння у відео
Mosquito metric	Повно-зв'язкова	Метрика для визначення наявності ефекту "сніг" у відеопослідовності

Метрика PSNR втановлює відношення між рівнем сигналу та шуму. Проте, високе значення рівня PSNR не завжди показує, що відтворений сигнал має високу якість, оскільки людська зорова система характеризується нелінійним сприйняттям.

MSE вказує на скільки відтворене зображення відрізняється від оригінального. Високі показники даної метрики також не забезпечують високу візуальну якість відтворенного зображення чи відео.

Метрика структурної подібності SSIM розроблена з метою покращення існуючих MSE та PSNR метрик. Дана метрика потребує оригінального зображення і дає більш комплексну оцінку якості зображення (відео), яка максимально збігається з оцінкою людської зорової системи.

Наявність блочних спотворень визначається показником GBIM, що описаний у роботі [9]. Дана метрика використовує зміни яскравості зображення на вертикальних та горизонтальних границях блоків. Цей якісний показник непогано корелюється з результатами, що дає людська зорова система.

Метрика PS-BIM розроблена для покращення метрики GBIM [10]. Для виявлення кількості блочних спотворень даний підхід використовує зміну яскравості та блокові відмінності у різних регіонах сприйняття.

Метрика ефекту мерехтіння – призначенна для визначення наясності артефакту мерехтіння у відеосигналах [5, 7]. Алгоритм даної метрики використовує часові зміни яскравостей у оригінальному та скомпресованому відеосигналах.

У роботі [8] запропонований підхід для визначення наявності спотворення “сніг”. Цей підхід базується на порівнянні кількості однорідних блоків та різниці яскравостей блоків між оригінальним та компресованим зображенням. Так, для перевірки ефективності алгоритмів післяопрацювання, пропонується проводити вимірювання всіх поданих метрик (Таблиця 1.). Даний підхід дає змогу перевірити всі необхідні аспекти для перевірки методів та алгоритмів післяопрацювання.

6. ВИСНОВКИ

У даній роботі розроблена класифікація методів оцінки відеосигналів в залежності від наявності оригінального зображення. Запропонований комплексний підхід для оцінки визначення кількості спотворень різних типів (блочних, мерехніння та ефект “сніг”) у відео. Такий підхід оцінки спотворень відрізняється високою ефективністю, оскільки його використання на практиці дозволяє перевірити усі тестові аспекти оцінки ефективності алгоритмів післяопрацювання.

1. Fedak V.I, Nakonechny A.Y. Artifacts suppression in images and video. Non-Local Means as algorithm for reducing image and video distortions. – Hluboka nadVltavou, Czech Republic 2009. 2. Antoni Buades, Bartomeu Coll, Jean-Michel Morel"Anon-local algorithm for image denoising" 2006. 3. Truong Quang Vinh, Young-Chul Kim Block Artifact Reduction Based on Pixel Classification Using Binary Edge Map.2008. 4. C. Wang et al.: Adaptive Reduction of Blocking Artifacts in DCT Domain for Highly Compressed Images.2003. 5. P.Ramakrishna Rao1, Dr.B.Addai2, G.Ramakrishna3 and T.PanduRanga Vital Adaptive Fuzzy Filtering for Artifact Reduction in Compressed images and videos International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), Vol 3, No 1, Feb 2011. 6. X. Fan, W. Gao, Y. Lu, D. Zhao, "Flicking Reduction in All Intra Frame Coding," JVT-E070, Joint Video Team of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG Meeting, 2002. 7. Dung T. Vo and Truong Q. Nguyen "Directional motion-compensated spatio-temporal fuzzy filtering for quality enhancement of compressed video sequncess" Department, UCSD, La Jolla CA 92093-0407 ICIP 2008. 8. Charles Fenimore, John Libert, and Peter Roitman "Mosquito noise in MPEG-compressed video: test patterns and metrics" National Institute of Standards and technology1 Gaithersburg, Maryland 20899-8114. 2000. 9. H.R. Wu and M. Yuen "A Generalized Block-Edge Impairment Metric for Video Coding", in IEEE Signal Processing Letters, Vol. 4, No. 11, November 1997, pp. 317 -- 320. 10. S. Suthaharan "A perceptually significant block-edge impairment metric for digital video coding", in Proceedings of the 2003 International Conference on Multimedia and Expo, Vol. 2, July 2003, pp. 585 -- 588. 11. J. Libert and C. Fenimore, "Visibility Thresholds for compression-induced image blocking", HVEI IV, SPIE vol 3644, San Jose, CA [1999]