УДК 681.325
© З. Верес[1], 2012

МОДИФІКОВАНИЙ АЛГОРИТМ ЗНАХОДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО ФІЛЬТРА НА ОСНОВІ АДАПТИВНОГО КОДУВАННЯ З ДИНАМІЧНИМИ ГРАНИЦЯМИ

Для просторового розширення зображень в режимі «реального часу» широко використовуються інтерполяційні фільтри на основі адаптивного кодування з динамічним діапазоном. Обчислення вагових коефіцієнтів фільтра відбувається одноразово, але вимагає значних затрат часу. Для підвищення швидкодії та надійності процесу навчання запропоновано модифікований алгоритм обчислення вагових коефіцієнтів.

The interpolation filters based on adaptive coding with dynamic ranges (ADRC) widely uses for real-time, high quality video interpolation. Filters weight coefficients once calculates, but this training process needs time consuming. The issue and performance improving for modified algorithm for coefficients calculation have proposed.

1. ВСТУП

В останній час праці багатьох вчених присвячені розгляду низки методів та алгоритмів для просторового розширення зображень на основі адаптивного кодування блоку зображення з динамічним діапазоном [2,3,5,9]. Дані методи у процесі навчання характеризуються високою швидкодією та простотою обчислення їх інтерполяційних коефіцієнтів. Згадані коефіцієнти оптимізуються відносно метрики оцінювання якості зображення.

В роботі [3] запропонований новий алгоритм отримання коефіцієнтів інтерполяційного фільтра з використанням метрики структурної подібності зображення (англ. Structural Similarity – SSIM) [6, 7, 8]. Такий алгоритм вимагає значно більшого числа обчислень в процесі навчання, а також збереження значень усіх пікселів навчальних відеозображень у оперативній пам’яті. Враховуючи, що процес навчання відбувається лише один раз, дані вимоги не змінюють характеристики процесу інтерполяції в режимі «реального часу». Отримані інтерпольовані зображення суттєво вищої якості у порівнянні з зображеннями отриманими при використанні коефіцієнтів фільтра, оптимізованих відносно значення метрики MSE.

[1] Національний університет «Львівська політехніка»

Під час розробки нових алгоритмів розширення зображень на основі адаптивного кодування блоку зображення з динамічним діапазоном проводиться значна кількість експериментів, що зумовлює потребу проводити процес навчання неодноразово. Таким чином є необхідним підвищення його швидкодії та надійності.

2. ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИЙ ФІЛЬТР НА ОСНОВІ АДАПТИВНОГО КОДУВАННЯ З ДИНАМІЧНИМ ДІАПАЗОНОМ

Одним з найбільш відомих інтерполяційних фільтрів є фільтр побудований на основі адаптивного кодування з динамічним діапазоном – АКДД (англ. Adaptive Dynamic Range Coding – ADRC) [1, 2, 3, 4, 5], вихідний сигнал якого залежить від вхідних даних. Моментні коефіцієнти фільтра протягом інтерполяції залежать від вмісту локального блоку зображення.

На рис. 1. наведена узагальнена блок-схема інтерполювання зображення з використанням фільтра на основі АКДД. На вхід схеми подається зображення формату стандартної роздільної здатності (англ. Standard-definition – SD). Інтерполяція проводиться в межах блоку 3×3 пікселів. У кожному блоці виконується адаптивне кодування і знаходиться бітова маска блоку. На основі отриманої маски з пошукової таблиці вибираються коефіцієнти інтерполяційного фільтра і обчислюється результуюче значення.

Нехай F_{HD} – яскравість оригінальних пікселів формату високої роздільної здатності (англ. High-definition – HD), тоді F_{HI} – значення яскравості отримане в результаті інтерполювання, яке є зваженою сумою 9-ти пікселів формату SD інтерполяційного вікна і обчислюється згідно виразу:

$$F_{HI} = \sum_{l=0}^{8} w_c(k) \cdot F_{SD}(k), \qquad (1)$$

де $w_c(k)$ – вагові коефіцієнти класу с.

Для обчислення коефіцієнтів фільтра необхідно проводиться процес навчання. Коефіцієнти інтерполяційного фільтра знаходяться шляхом мінімізації значення SSIM. Результуючі коефіцієнти зберігаються в пошуковій таблиці (англ. Look Up Table – LUT). Використання критерію SSIM є доволі складним, оскільки великим є число класів. Однак навчання проводиться лише один раз.

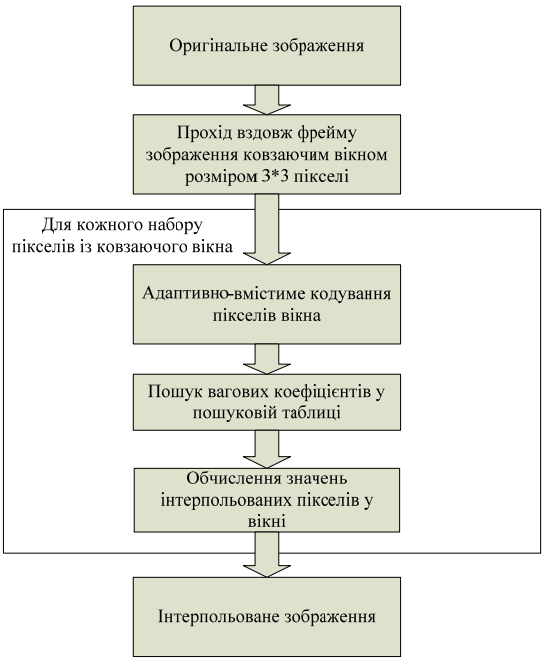


Рис. 1. Схема алгоритму адаптивного кодування з динамічним діапазоном

2. МОДИФІКОВАНИЙ АЛГОРИТМ ЗНАХОДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО ФІЛЬТРА НА ОСНОВІ АДАПТИВНОГО КОДУВАННЯ З ДИНАМІЧНИМ ДІАПАЗОНОМ

Знаходження вагових коефіцієнтів інтерполяційного фільтра $w_c(k)$ з виразу (1) у роботі [3] відбувається з допомогою методу Ньютона для систем нелінійних рівнянь. Даний метод є ітераційним – розв'язання виконується доки абсолютні значення координат вектора приростів не стануть менше від заданої похибки ε. На кожній ітерації використовуються пікселі формату SD, що належать певному класу. Вагові коефіцієнти інтерполяційного фільтра в багатьох працях [1, 4, 5] обчислюються за допомогою методу Гауса для систем лінійних рівнянь. Використання вагових коефіцієнтів для інтерполяції зображень різних типів можливе лише за умови використання зображень із аналогічною структурою під час навчання. Це зумовлює необхідність використання значної кількості тестових відеопослідовностей, що представляють різні сцени. При цьому процес навчання проводиться одноразово, під час якого відбувається обчислення всіх вагових коефіцієнтів.

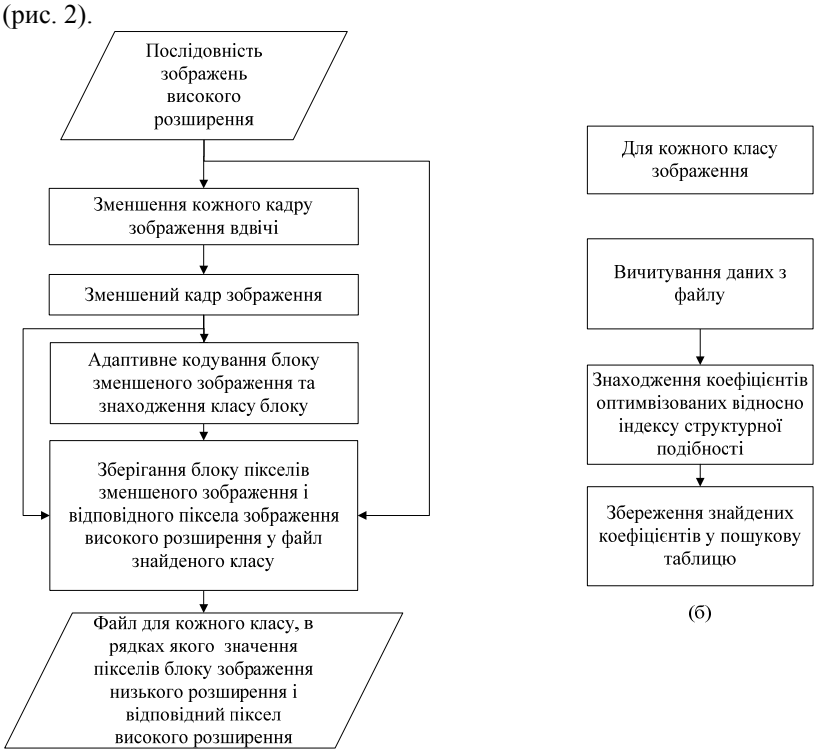
Такий підхід має ряд недоліків, серед яких варто відзначити наступні:

– зростання кількості пам'яті, яка необхідна для збереження пікселів зменшеного зображення для кожного класу при збільшенні кількості тестових відеопослідовностей;

– обчислення коефіцієнтів відбувається протягом одного запуску і триває значну кількість часу. При виникненні критичної помилки під час навчання необхідно проводити класифікацію і обчислення інтерполяційних коефіцієнтів повторно для всіх класів;

– неможливе отримання інтерполяційних коефіцієнтів лише для конкретних класів.

Для усунення даних недоліків і підвищення надійності процесу обчислення коефіцієнтів існуючий алгоритм розділяється на два етапи (рис. 2).



(а)

Рис. 2. Блок-схема алгоритму знаходження коефіцієнтів інтерполяційного фільтра а) перший етап – підготовка тестової множини даних; б) знаходження коефіцієнтів фільтра для кожного класу

На першому етапі (рис. 2.а.) тестові відеопослідовності зменшуються вдвічі. Для кадрів зменшеного зображення відбувається адаптивне кодування і класифікація кожного блоку та знаходження значення відповідного піксела із оригінальної послідовності. Отримані дані для кожного класу зберігаються у відповідних файлах файлової системи. Кількість таких файлів рівна $2^{n-1}-1$, де n – кількість пікселів, що входять у блок. Дані що відповідають нульовому класу ігноруються. Отримана множина файлів використовується як база тестових даних. Знаходження вагових коефіцієнтів відбувається послідовно на другому етапі (Рис. 2.б.). Дані для кожного класу отримуються з відповідного файлу після чого відбувається ітеративне знаходження вагових коефіцієнтів. Обчисленні значення коефіцієнтів зберігаються у пошуковій таблиці.

Даний алгоритм дозволяє проводити необхідні обчислення для знаходження вагових коефіцієнтів конкретного класу; при цьому будь-які помилки при обчисленнях є ізольованими для кожного класу окремо, і не впливають на обчислення коефіцієнтів інших класів. Обчислення коефіцієнтів може проходити паралельно на декількох ЕОМ або на ЕОМ з багатоядерними процесорами .

4. ВИСНОВКИ

У даній роботі запропоновано новий алгоритм для обчислення коефіцієнтів інтерполяційного фільтра. Пропоновані зміни дозволяють проводити обчислення вагових коефіцієнтів паралельно на різних обчислювальних машинах або на обчислюваних машинах з багатоядерними процесорами, що дозволяє суттєво збільшити швидкодію обчислень.

1. Верес З.Є., Наконечний А.Й. Класифікація методів просторового розширення зображення // Методи та прилади контролю якості. – 2009. – №22. – С. 76-80. 2. Верес З.Є., Наконечний А.Й. Методи оцінки якості зображень та шляхи їх вдосконалення //Комп'ютерні технології друкарства. – 2008. – №20. – С. 69-81. 3. Верес З.Є., Наконечний А.Й. Використання індексу структурної подібності для знаходження коефіцієнтів інтерполяційного фільтра // Комп'ютерні технології друкарства. – 2011. – №26. – С. 92-100. 4. Kondo T., Fujiwara T., Okumura Y., and Node Y, Picture conversion apparatus, picture conversion method, learning apparatus and learning method //US-patent 6,323,905, 2001. 5. Shao L. An Overview and Performance Evaluation of Least Mean Square Trained Filters // Technical Note PR-TN 2007/00230, Philips Research Europe. – 2007. – P. 35. 6. Wang Z., Bovik A. C. and Lu L. Why is image quality assessment so difficult? //Proc. IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech, and Signal Proc. – 2002. – № 4. – P. 3313-3316 7. Wang Z., Bovik A. C., Sheikh H. R. and Simoncelli E.P. Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity //IEEE

Transactions on Image Processing. – 2004. – 13, № 4. – P. 600–612. 8.Wang Z., Lu L. and Bovik A. C. Video quality assessment based on structural distortion measurement //Signal processing: Image communication. – 2004. – 19, № 2. P. 121-132. 9. Zhao M., et al. Content adaptive image de-blocking //Proc. IEEE International Symposium on Consumer Electronics. – 2004.