

Стиснення корельованих зображень на основі перетворення Карунена-Лоева з компенсацією рухів

Соловейко О. М., Мусатенко Ю. С., Курашов В. Н.

Лабораторія оптичної обробки інформації, радіофізичний факультет,

Київський університет Тараса Шевченка

Тел. (044) 266-0553; E-mail: vnk@boy.rpd.univ.kiev.ua; WWW: <http://www.rpd.univ.kiev.ua/homes/opl>

В роботі пропонується новий метод стиснення наборів корельованих зображень. Він ґрунтується на недавно розробленому нами алгоритмі стиснення на основі перетворення Карунена-Лоева (КЛ). Для покращення ефективності стиснення пропонується підвищувати ступінь корельованості зображень за допомогою компенсації рухів. Ефективність запропонованого підходу продемонстровано на прикладі стиснення послідовності відеокадрів.

1. ВСТУП

Задача стиснення корельованих зображень виникає в багатьох прикладних об'єктах. Це космічна і аерозйомка в різних довжинах хвиль, зберігання і передача магніторезонансних зрізів в медицині і, нарешті, зберігання і передача відео.

Для стиснення таких типів даних розроблено багато різних алгоритмів. Деякі з них, мають досить широку спрямованість, інші є вузько спеціалізованими. Ці методи відрізняються підходом до усунення кореляцій між зображеннями. Найпоширеніший підхід – це усунути кореляції за допомогою деякого ортогонального перетворення і далі стискати коефіцієнти розвинення. До цього класу відносяться методи з 3D хвильковим (wavelet) перетворенням [1] і запропонований нами метод з перетворенням КЛ [2,3]. До другого класу відносяться методи, що здійснюють декореляцію на основі компенсації рухів і намагаються побудувати одне зображення на основі компенсації рухів в попередньому. Звичайно ці методи використовуються для стиснення відео, як приклад можна назвати стандарт MPEG-2. Проте в роботі [4] продемонстровано, що компенсація рухів може бути застосована і до ширших класів зображень, наприклад, медичних томографічних зрізів, а не лише відео. Третій клас методів являє собою поєднання двох попередніх, а саме, спершу намагаються підвищити корельованість зображень за допомогою компенсації рухів, а потім ортогональним перетворенням добиваються декореляції кадрів. Зрозуміло, що чим вища корельованість зображень, тим більше вони стискаються. Останній підхід є найбільш ефективним. Ефективність застосування компенсації рухів залежить, очевидно, від типу

зображень, але, як було сказано, область її застосування не обмежується лише відео.

В даній роботі пропонується новий метод стиснення корельованих зображень на основі перетворення КЛ з компенсацією рухів, який відноситься до третього класу в наведеній класифікації.

2. СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ПЕРЕТВОРЕННЯ КЛ.

Як відмічено вище, використання ортогональних перетворень для усунення кореляцій між ансамблями є досить поширеним підходом. Найчастіше з цією метою використовуються перетворення з швидким алгоритмом, такі як косинусне чи хвилькове перетворення. Проте, найоптимальнішим для цієї мети є перетворення КЛ, яке здійснює повну декореляцію зображень, (а не часткову, на відміну від косинусного чи хвилькового перетворення) і мінімізує середньоквадратичну похибку відновлення. Недавно нами було запропоновано метод стиснення корельованих зображень на основі швидкого алгоритму перетворення КЛ, що має вищу ефективність поряд з іншими методами з того ж класу. В цій роботі нами пропонується покращити показники алгоритму з перетворенням КЛ за рахунок попереднього підвищення кореляцій в оброблюваних зображеннях за допомогою методу компенсації рухів. Метод на основі перетворення КЛ детально описаний в [2,3]. Тут ми згадаємо лише основні його складові:

- Побудова базису КЛ і проектування зображень в цей базис;
- Визначення оптимального ступеня стиснення і втрат для базисних функцій при заданому дозволеному рівні спотворень відновлених зображень;
- Стиснення функцій базису КЛ і збереження коефіцієнтів розвинення.

3. КОМПЕНСАЦІЯ РУХІВ

Для підвищення ефективності наведеного вище методу стиснення ми пропонуємо перед

застосуванням цього алгоритму здійснити компенсацію рухів з метою підвищити кореляцію зображень. Це підвищить ступінь стиснення, що досягається алгоритмом на основі КЛ. Модифікація алгоритму працює наступним чином.

- Фіксується опорне зображення
- Для всіх інших зображень здійснюється компенсація рухів.
- Опорне і компенсовані зображення стискаються за допомогою алгоритму стиснення на основі перетворення КЛ, а інформація про рухи зберігається.

Недоліком методу є втрати, що неминуче вносяться компенсацією рухів, але ступені стиснення результуючих зображень в багатьох прикладних задачах настільки значні, що це не відіграє великої ролі. Для компенсації ми використали метод компенсації рухів трикутниками, що детально описаний в [5].

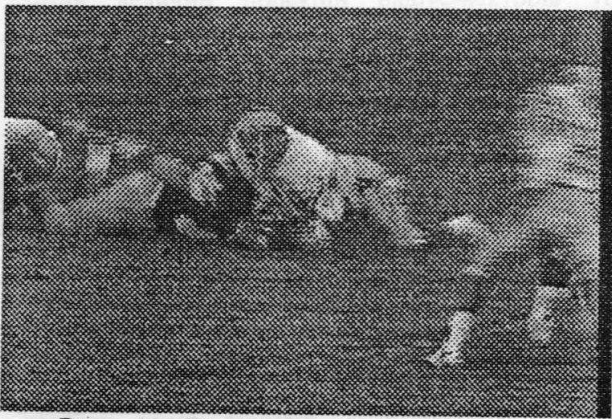


Рис. 1. Приклад зображення з відео послідовності, використовуваної для тестування розглянутих алгоритмів стиснення.

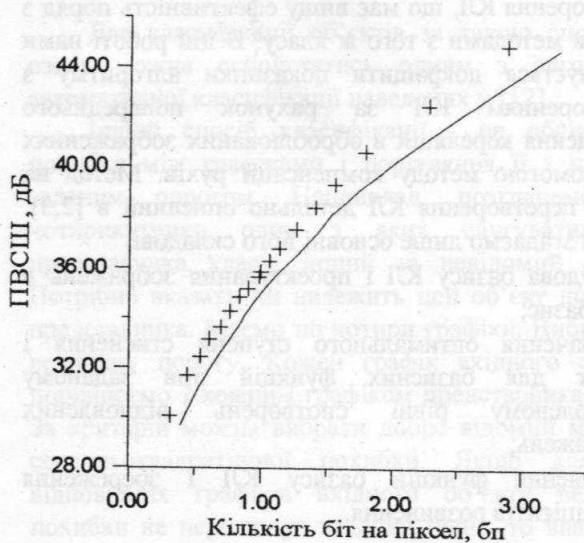


Рис. 2. Залежність ПВСШ від ступеню стиснення для методу на основі перетворення КЛ без компенсації рухів (суцільна лінія) і з компенсацією рухів (знак+).

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Для перевірки ефективності запропонованого методу стиснення на основі перетворення КЛ з компенсацією рухів, ми порівняли його з методом без компенсації. В якості тестового ансамблю ми використали шість послідовних кадрів зі стандартної послідовності для тестування алгоритмів стиснення відео "football". Приклад одного з вихідних зображень наведено на Рис. 1.

Для порівняння методів ми здійснили стиснення з різним ступенем якості. На Рис. 2 наведено залежність середнього значення пікового відношення сигнал/шум (ПВСШ, дБ) від ступеню стиснення (біт на піксел, бп). ПВСШ визначається як

$$\text{ПВСШ} = 20 \log(255/\text{MSE}) \quad (1)$$

де 255 - максимальна амплітуда значень пікселів в зображенні, а MSE - величина середньоквадратичного відхилення пікселів відновленого зображення від оригіналу.

Видно, що застосування компенсації рухів дає вигоду в ПВСШ на 1-1.5 дБ. Для зображень з меншими швидкостями руху об'єктів в кадрі величина вигоди є більшою.

5. ВИСНОВКИ

Нами запропоновано новий метод стиснення корельованих зображень на основі перетворення КЛ з компенсацією рухів. Ефективність методу продемонстровано на прикладі послідовності відеокadrів.

ЛІТЕРАТУРА

1. B-J. Kim, Z. Xiong, and W.A. Pearlman, "Very Low Bit-Rate Embedded Coding with 3D Set Partitioning in Hierarchical Trees," *IEEE Trans. Circuits & Systems for Video Technology*, Sept. 1998. (to be published)
2. Yu. S. Musatenko, V.N. Kurashov "Optimal image coding for compression of correlated image sets" *SPIE Proc.*, v.3408, #59, 1998. (to be published)
3. Yu. S. Musatenko, V. N. Kurashov, "Correlated image set compression system based on new fast efficient algorithm of Karhunen-Loeve transform", *SPIE Proc.*, Nov. 1998 (to be published).
4. A. Nostratinia, N. Mohsenian, M. T. Orchard, B. Liu "Interframe Coding of Magnetic Resonance Images", *IEEE Trans. Medical Imag.*, Vol. 15, No. 5, pp. 639-648, Oct. 1996.
5. Nakaya, H. Harashima "An Iterative Motion Estimation Method Using Triangular Patches for Motion Compensation", *SPIE Proc.* Vol. 1605, pp. 546-557, 1991.