

УДК 681.315

Р. Н. Кветний, д-р техн. наук, проф.;

Ю. В. Поремський, канд. техн. наук;

Р. Г. Лига, студ.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АЛГОРИТМІЧНІ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ОБРОБКИ ВІДЕОПОТОКІВ ДАНИХ

Проведено аналіз функціональних характеристик сучасного програмного забезпечення для роботи з відеопотоками. Запропоновано застосування дробових значень векторів руху для задачі прогнозування кадрів відеопотоку.

Постановка задачі

Всім відомі переваги цифрових способів передачі й зберігання інформації в порівнянні з аналоговими. Це й можливість створити абсолютно точну копію, і можливість вірогідно знати про збої при передачі інформації, і можливість використати довговічні носії (CD й DVD можуть мати строк архівного зберігання в десятки років).

Варто також зазначити, що на сьогодні досить важливою є проблема передавання високоякісного відеопотоку через Інтернет. Це стосується організації online відеоконференцій, що є невідомою частиною сучасного бізнесу, online трансляції різноманітних заходів, перегляду фільмів в online режимі, що також потребує високої якості «картинки» за порівняно невисокої пропускної здатності каналу передавання. Практика показує, що найефективнішим у відношенні розмір/якість закодованого файлу є формат Mpeg4 Part 10, що також має назву стандарт H.264 [1]. Але навіть у разі трансляції mp4 потоку досить часто спостерігається блочність кадрів відеопотоку у відтворенні на екранах з високою роздільною здатністю. Якісний потік вимагає суттєвого збільшення пропускної здатності каналу передавання. Отож, постає *проблема* вдосконалення сучасних алгоритмів кодування та декодування відеопотоку, які не завжди дають очікуваний результат: низька якість зображення, втрата кадрів в процесі декодування, тривалість буферизації та ін.

В наш час дуже швидко зростає потреба в різних сервісах, пов'язаних з обробкою відеоданих. Має місце широке впровадження цифрового телебачення високої якості, збільшується число домашніх користувачів DVD-приладів, широко поширюється відеоконференцзв'язок, системи дистанційного навчання та безпеки. Все це вимагає достатньо високоефективних та головне стандартизованих алгоритмів стиснення відеопотоку [2].

В процесі дослідження цього питання немає сенсу оцінювати функціональні можливості кожного з існуючих програмних засобів для роботи з мультимедійною інформацією, адже їх існує дуже велика кількість, а також переважна більшість з них є в тій чи іншій мірі модифікацією попередніх розробок. Але достатньо важливо розглянути принципи формування відеоданих, які в свою чергу є складовими всіх програмних засобів.

Досить ефективним в наш час, на думку більшості експертів, є застосування принципу розбиття відеокадру на макроблоки для кодування та декодування відеопотоку [3]. Але постає питання принципу ефективної обробки макроблоків кожного кадру відносно попереднього, що є найважливішим етапом в процесі кодування та декодування зображення.

Кожен блок в режимі INTER-кодування макроблока прогнозується від блока того ж розміру в опорному кадрі. Зміщення між цими двома областями (вектор руху) має мінімальну роздільну здатність, рівний чверті відстані між точками (пікселами) в опорному зображенні (для складової яскравості) [4]. Опорних блоків яскравості і кольорорізницевого для дробових векторів руху в опорному кадрі не існує, тому постає *задача* обчислення їх на основі ближніх пікселів.

На рис. 1 показані приклади цілочислового і дробового векторів руху. Необхідно сформулювати прогноз для блока розміром 4×4 (червоні крапки на рис. 1а). Якщо горизонтальні і вертикальні компоненти вектора руху цілі числа (рис. 1б), то опорний блок в опорному кадрі існує (сині крапки). Якщо один або обидва вектори руху є дробовими числами (рис. 1в), прогноз (сині крапки) формується вставкою між суміжними пікселами в опорному кадрі (сірі крапки) [1].

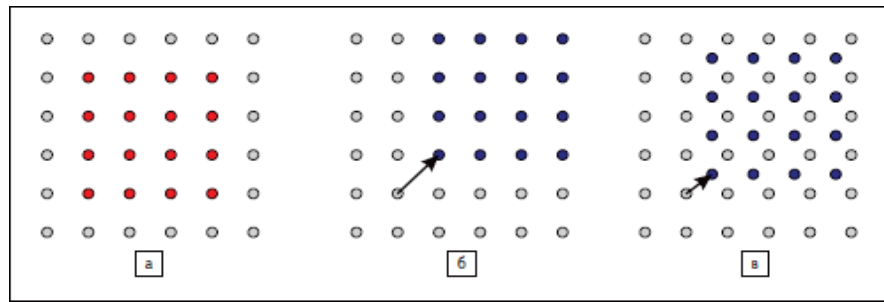


Рис. 1. Приклади цілочислового і дробового векторів руху:

- а) формування прогнозу для блока 4×4 ; б) формування прогнозу для блока 4×4 , якщо горизонтальні і вертикальні компоненти вектора руху цілі числа; в) формування прогнозу для блока 4×4 , якщо один або обидва вектори руху є дробовими числами

Компенсація руху з чвертьпиксельним розширенням може забезпечувати значно кращу ефективність стиснення, ніж компенсація з цілочисловим розширенням, але при цьому збільшується складність процедури пошуку векторів руху [5].

Інтерпольовані вибірки формуються таким чином. В яскравості компоненти опорного зображення спочатку формуються вибірки з напівпиксельною точністю (рис. 2). На цьому рисунку вибірки в цілочислових позиціях виділені сірим кольором. Кожна вибірка в напівпиксельній позиції, яка є суміжною з двома цілочисловими вибірками (наприклад, вибірки b, h, m, s на рис. 2), інтерполюється на основі 6 пікселів в цілочислових позиціях за допомогою КІХ-фільтра [1].

Коефіцієнти фільтра дорівнюють: $1/32$ — $5/32$, $5/8$, $5/8$ — $5/32$, $1/32$.

Наприклад, напівпиксельна вибірка b розраховується від 6 горизонтальних цілочислових вибірок E, F, G, H, I і J за формулою

$$b = \frac{\text{round}(E - 5F + 20G + 20H - 5I + J)}{32}. \quad (1)$$

Точно так само вибірка інтерполюється на основі вибірок A, C, G, M, R і T . Після формування напівпиксельних вибірок, суміжних з цілочисловими відліками, виконується обчислення останніх напівпиксельних вибірок (наприклад, вибірки в позиції на рис. 2) з інтерполяцією 6 горизонтальних або вертикальних напівпиксельних вибірок, отриманих на першому кроці. Наприклад, вибірка формується на основі вибірок cc, dd, h, m, ii і ff .

Інтерпольований КІХ-фільтр 6-го порядку є відносно складним (в порівнянні, наприклад, з білінійною інтерполяцією), але формує точніший прогноз і, отже, забезпечує кращу ефективність компенсації руху [6].

Як тільки отримані всі вибірки в напівпиксельних позиціях, на їх основі формуються вибірки з чвертьпиксельною точністю методом лінійної інтерполяції (рис. 3). Вибірki в чвертьпиксельній позиції формуються на основі двох горизонтальних або вертикальних суміжних напів- чи цілочислових вибірок шляхом лінійної інтерполяції між ними. Наприклад,

$$a = \frac{\text{round}(G + b)}{2}. \quad (2)$$

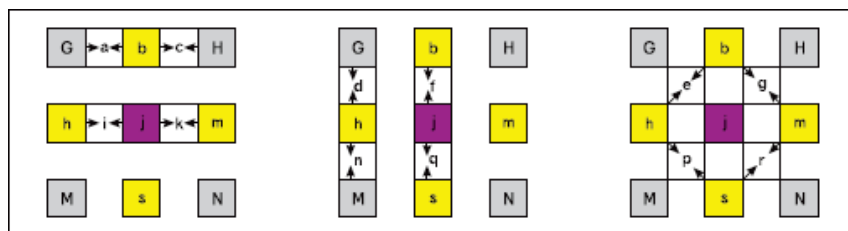


Рис. 3. Вставка чвертьпиксельних вибірок

Інші чвертьпиксельні вибірки (e, j, p і r на рис. 3) лінійно інтерполюються між діагональною парою протилежних напівпиксельних вибірок. Наприклад, інтерполюється на основі вибірок i . Вектори руху з чвертьпиксельним дозволом для яскравості компоненти вимагають 1/8-пиксельної точності для кольорорізницевої компоненти (для формату кадру YUV 4:2:0).

Інтерполяція вибірок в 1/8-пиксельних інтервалах виконується на основі цілочислових вибірок в кожній кольорорізницевої компоненті. В цьому випадку використовується лінійна інтерполяція для формування кольорорізницевих вибірок з 1/8-пиксельною точністю (рис. 4) [6].

У цьому випадку кожна вибірка формується як лінійна комбінація сусідніх пікселів в цілочислових позиціях, наприклад, для вибірки a апроксимація виконується на основі цілочислових вибірок $A, B, C, i D$.

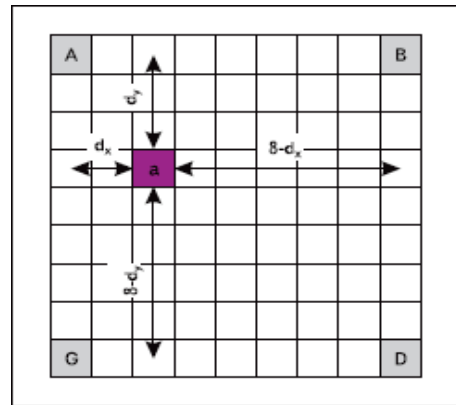


Рис. 4. Вставка 1/8 пиксельних вибірок

$$a = \frac{\text{round}((8 - d_x)(8 - d_y)A + d_x(8 - d_y)B + (8 - d_x)d_yC + d_xd_yD)}{64}. \quad (3)$$

Отже, в процесі декодування можна досягти збільшення у декілька разів роздільної здатності відеопотоку. Щоправда збільшується розмір залишкових коефіцієнтів закодованого файлу.

Висновки

В ході досліджень проаналізовано сучасні методи обробки відеопотоків даних. Визначено основні проблемні області цих програмних засобів.

Досліджено доцільність використання макроблоків з варіацією їх розміру для прогнозування відеопотоку. Визначено, що для ділянок з більшими значеннями залишкових коефіцієнтів слід застосовувати макроблоки з меншими розмірами для покращення якості відтвореного зображення в декілька разів (в залежності від розмірів залишкових коефіцієнтів). Відповідно для низькочастотних областей кадру краще виконувати розбиття на макроблоки більшого розміру, що може мінімізувати кодування векторів руху та забезпечити зменшення розміру закодованого файлу до 50 % без погіршення якості зображення.

Проаналізовано вплив застосування дробових значень векторів руху на якість вихідного зображення. Застосування цього підходу дає можливість досягнути покращення роздільної здатності декодованого зображення в декілька разів за рахунок збільшення розміру закодованого файлу на 10...30 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гук И. Особенности сжатия видеоданных по рекомендации H.264/MPEG 4 Part 10 / И. Гук // Компоненты и технологии. — 2009. — № 2. — С. 11—20.
2. Татарников О. Системы нелинейного монтажа / О. Татарников // КомпьютерПресс. — 2001. — № 4. — С. 84—87.
3. Буковецкая О. А. Видео на вашем компьютере / О. А. Буковецкая. — М. : ДМК Пресс, 2001. — 240 с.
4. Выбегалов А. А. Видеомонтаж на ПК / А. А. Выбегалов. — М. : Аквариум, 2005. — 128 с.
5. Ломакин П. А. Системы домашнего видеомонтажа на персональном компьютере / П. А. Ломакин. — М. : Майор, 2004. — 223 с.
6. Артюшенко В. М. Цифровое сжатие видеoinформации и звука / В. М. Артюшенко, О. И. Шелухин, М. Ю. Афонин. — М. : Дашков и Ко, 2003. — 426 с.

Рекомендована кафедрою автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки

Стаття надійшла до редакції 25.02.11

Рекомендована до друку 15.03.11

Квстний Роман Наумович — завідувач кафедри автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки;
Поремський Юрій Віталійович — старший викладач кафедри комп'ютерних наук;
Лига Роман Григорович — студент Інституту магістратури, аспірантури та докторантури.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця