

КВАНТУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ДКП

Володимир Майданюк, Андрій Данилюк

Вінницький національний технічний університет

Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21021, Україна, тел.: (0432) 43-78-80, E-Mail: maydan2000@mail.ru

Анотація

Методи ущільнення зображень запропоновані в стандарті JPEG вимагають значної модернізації. Тут можна розглядати два підходи: революційний, який пов'язаний з заміною дискретного косинусного перетворення (ДКП) на інший метод перетворення або більш еволюційний підхід, який ґрунтується на оптимізації методів квантування коефіцієнтів ДКП. Другий підхід має переваги, оскільки не заперечує перший і дозволяє зберегти напрацювання попередніх років. До того ж спроба замінити ДКП в JPEG 2000 виявилась не зовсім вдалою. Вирішення задачі більш оптимального квантування цих коефіцієнтів дозволить підвищити коефіцієнт ущільнення та якість відновленого зображення при кодуванні на основі ДКП.

Вступ

Поки що не існує методу або стандарту ущільнення зображень, який за сукупністю таких характеристик як швидкість кодування-декодування, якість відновленого зображення та обчислювальна складність міг би зрівнятися з стандартом JPEG [1-2]. Навіть новий стандарт JPEG 2000 не досягає параметрів JPEG, про що свідчить відмова Microsoft підтримувати його в своїй новій операційній системі Windows 7. JPEG підтримується більшістю виробників апаратного і програмного забезпечення: камери, фотоапарати, камери мобільних телефонів і тому подібне подають зображення в форматі JPEG. Основою JPEG є одне з двовимірних ортогональних перетворень, а саме дискретне косинусне перетворення (ДКП), яке використовується для перетворення зображення в частотну область з подальшим квантуванням частотних коефіцієнтів ДКП з урахуванням особливостей сприйняття зображень людиною. Зображення розбивається на примикальні один до одного блоки розміром 8x8 (при кодуванні кольорових зображень кожна компонента обробляється незалежно). В межах кожного блока виконується двовимірне ДКП у відповідності з виразом:

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u)C(v) \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 f(i, j) \cos\left(\frac{(2i+1)u\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2j+1)v\pi}{16}\right), \quad (1)$$

$$C(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & x = 0 \\ 1 & x > 0, \end{cases}$$

$$u, v = 0, 1, 2 \dots 7.$$

При декодуванні обчислюється зворотне ДКП:

$$f(i, j) = \frac{1}{4} \sum_{U=0}^7 \sum_{V=0}^7 C(u)C(v)F(u, v) \cos\left(\frac{(2i+1)u\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2j+1)v\pi}{16}\right), \quad (2)$$

$$i, j = 0, 1, 2 \dots 7.$$

Квантування виконується за дуже простою схемою - кожний коефіцієнт ДКП ділиться на свій «коефіцієнт квантування» з округленням результату до цілого, і саме це і забезпечує ущільнення зображень цим стандартом.

Однак, незважаючи на те, що JPEG є еталоном в ущільненні зображень необхідно нагадати декілька важливих моментів, пов'язаних з ним:

- стандарт розроблено більше 10-ти років тому. Його розробники орієнтувались на тогочасний рівень розвитку апаратних засобів;

- основний ресурс ущільнення міститься в квантуванні коефіцієнтів ДКП. Ті прості підходи до квантування, що використовується в алгоритмі JPEG досягли свого максимального значення щодо ущільнення зображення;

- кількість зображень, що передається або зберігається в комп'ютерних мережах за цей час зростає в сотні раз, а коефіцієнт ущільнення не зазнав суттєвих змін;

- потужність процесорів за цей час зростає в 20-30 раз.

Тобто методи ущільнення зображень запропоновані в стандарті JPEG вимагають значної модернізації. Тут можна розглядати два підходи: революційний, який пов'язаний з заміною ДКП на інший метод перетворення або більш еволюційний підхід, який ґрунтується на оптимізації методів квантування коефіцієнтів ДКП. Саме вирішення задачі більш оптимального квантування цих коефіцієнтів дозволить під-

вищити коефіцієнт ущільнення та якість відновленого зображення при кодуванні на основі ДКП. Другий підхід має переваги, оскільки не заперечує перший і дозволяє зберегти напрацювання попередніх років. До того ж спроба замінити ДКП в JPEG 2000 виявилась не вдалою.

Квантування коефіцієнтів ДКП

Одним з підходів до оптимізації квантування коефіцієнтів ДКП є метод векторного квантування, який раніше не використовувався на практиці через великі обчислювальні затрати. Ідея векторного квантування є дуже простою. Зображення розбивається на квадратні блоки, наприклад 2x2, 4x4 або 8x8. Кожен блок розглядається як вектор у 4-вимірному, 16-вимірному або 64-вимірному просторі. З цього простору вибирається обмежена кількість векторів, що утворюють кодову книгу, але так, щоб з найбільшою точністю апроксимувати вектори, що вилучаються з вхідного зображення. У канал зв'язку або файл записуються номери векторів з кодової книги, що мають найменшу відстань від векторів, що вилучаються з вхідного зображення, і сама кодова книга. Оскільки векторів у кодовій книзі значно менше загальної кількості векторів у вхідному зображенні, то для представлення номера вектора витрачається менше біт, чим для початкового вектора. За рахунок цього і досягається ущільнення.

Ідеальними для розв'язання цих задач є нейронні мережі, запропоновані фінським ученим Т. Кохоненом, а саме, мережа у вигляді двовимірної карти Кохонена [3]. Карта Кохонена має дві важливі властивості, що використовуються при ущільненні зображень методами векторного квантування. По-перше, вона дуже схожа на інші методи векторного квантування, що застосовують при ущільненні зображень з втратами, а по-друге близьким кластерам вхідних векторів відповідають близько розташовані нейрони, що збільшує ефективність ущільнення без втрат, що застосовується на наступному етапі кодування [4-5]. Загальна схема кодування на півтонового зображення (або однієї компоненти кольорового зображення) наведена на рис. 1.

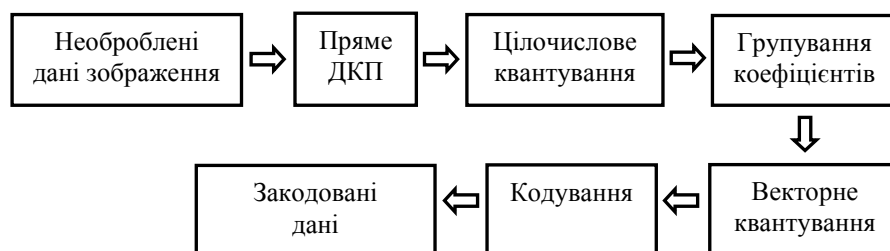


Рисунок 1 – Загальна схема кодування

Пряме ДКП і цілочислове квантування виконуються аналогічно JPEG. Після виконання групування коефіцієнтів коефіцієнти однакової частоти утворюють в двовимірному масиві даних блоки однакової частоти, елементи яких можуть мати близькі значення, що підвищує точність навчання мережі Кохонена при векторному квантуванні. На етапі кодування найбільш доцільним є застосування арифметичного кодування, оскільки цей метод забезпечує найкращий коефіцієнт ущільнення серед відомих методів ущільнення без втрат.

Висновки

1. Аналіз стандарту JPEG показав, що методи квантування коефіцієнтів ДКП запропоновані в даному стандарті унеможлиблюють збільшення коефіцієнту ущільнення та якості відновленого зображення в рамках даного стандарту.
2. Отримав подальший розвиток метод кодування зображень на основі ДКП, відмінністю якого є векторне квантування коефіцієнтів ДКП з використанням нейронної мережі типу карта Кохонена, що дозволяє підвищити коефіцієнт ущільнення та якість відновленого зображення.

Література:

- [1] Международный стандарт JPEG (ISO/IEC 10918-1).
- [2] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
- [3] Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
- [4] Майданюк В. П., Кожем'яко К. В., Арсенюк І. Р. Нейроподібні методи ущільнення зображень. // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2009.- № 1(17) – С. 37-41.
- [5] Кожем'яко В.П., Майданюк В.П., Хіллес Шаді Мазін. Ущільнення зображень за допомогою нейронних мереж // Прикладна серія: Збірник наукових праць. Наука і молодь. - К.: НАУ. - 2004. – С. 71-74.