

УЩІЛЬНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРЕТВОРЕННЯ УОЛША-АДАМАРА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості ущільнення зображень на основі перетворення Уолша-Адамара. Показано, що збільшення коефіцієнта ущільнення може бути досягнуте через векторне квантування трансформант перетворення Уолша-Адамара. Ідеальними для вирішення завдань векторного квантування є нейронні мережі, що самоорганізуються, запропоновані фінським вченим Т. Кохоненом (Self-Organizing Feature Map – SOFM).

Ключові слова: ущільнення, зображення, перетворення Уолша-Адамара, SOFM.

Abstract

Features of image compression based on the Walsh-Hadamard transform are considered. It is shown that an increase in the compression ratio can be achieved through vector quantization of transformants of the Walsh-Hadamard transformation. Self-organizing neural networks proposed by the Finnish scientist T. Kohonen (Self-Organizing Feature Map - SOFM) are ideal for solving vector quantization tasks.

Keywords: compression, image, Walsh-Hadamard transform, SOFM.

Зростання складності систем обробки даних сприяє безперервному збільшенню потоку інформації, який прямує до центрального процесору, пристроїв відображення чи в канали зв'язку. Досить часто така інформація відрізняється значною надлишковістю, що в свою чергу веде до нераціонального використання обладнання. З метою полегшення роботи операційних пристроїв, зниження об'єму пам'яті і мінімізації смуги частот систем передачі, початкову інформацію у таких випадках бажано попередньо обробляти, для чого виконується ущільнення цієї інформації і одночасно перетворення у форму, зручну для подальшого використання в цифрових блоках.

Найбільшу складність викликає ущільнення зображень, оскільки необхідно обробляти масиви даних великих розмірів з високою швидкодією. Ущільнення зображень полягає в мінімізації кількості інформаційних елементів, які потрібні для представлення зображення. Відновлення зображення у попередню форму супроводжується, як правило, деякими спотвореннями.

Кодування на основі перетворень радикально відрізняється від класичних методів кодування, таких як імпульсно-кодова модуляція, кодування з передбаченням або з інтерполяцією, які застосовуються безпосередньо до відеосигналу. Кодування на базі перетворень – непрямий метод. Зображення піддається унітарному математичному перетворенню, отримані в результаті коефіцієнти перетворення квантуються і ущільнюються статистичними методами. На сьогодні розроблено ряд стандартів для кодування рухомих і нерухомих зображень. Це так звані стандарти JPEG (нерухомі зображення) та MPEG (рухомі зображення). В основу цих стандартів покладено дискретне косинусне перетворення (ДКП) та ентропійне кодування [1-3].

Однак, виконання ДКП, не дивлячись на наявність швидких алгоритмів, вимагає великої кількості множень на косинусну складову. Наприклад, для виконання ДКП фрагменту зображення 1*8 виконується 64 множення. В цьому плані вигідно відрізняється від ДКП перетворення Уолша-Адамара, для реалізації якого потрібні лише операції додавання та віднімання. До того ж це перетворення може бути реалізоване з застосуванням тих же самих швидких алгоритмів, що і ДКП.

В загальному випадку пряме і зворотне перетворення Уолша-Адамара для фрагменту зображення розміром NxN визначається так [4-5]:

$$[F(u, v)] = \frac{1}{N} [H(u, v)] [f(x, y)] [H(u, v)]^T, \quad (1)$$

$$f(x, y) = \frac{1}{N} [H(u, v)]^T [F(u, v)] [H(u, v)], \quad (2)$$

де $[f(x, y)]$ - відліки початкового зображення,

$[H(u,v)]$ - матриця Адамара порядку N ,
 $[F(u,v)]$ - трансформанта перетворення Уолша-Адамара сигналу $f(x,y)$,
 (x,y) - координати, що визначають розташування відліку на площині початкового фрагменту,
 (u,v) - узагальнені частоти в області трансформанти.

Коефіцієнт ущільнення і якість відновленого зображення залежать від вирішення задачі квантування трансформант перетворення Уолша-Адамара. Звичайно квантування виконується шляхом цілочислового ділення кожного коефіцієнта перетворення на свій «коефіцієнт квантування».

Подальше збільшення коефіцієнта ущільнення може бути досягнуте через векторне квантування трансформант перетворення Уолша-Адамара. Ідея векторного квантування дуже проста. Зображення розбивається на квадратні блоки, наприклад 2×2 , 4×4 або 8×8 . Кожен блок розглядається як вектор в 4-мірному, 16-мірному або 64-мірному просторі. З цього простору вибирається обмежена кількість векторів, які утворюють кодову книгу, але так, щоб з найбільшою точністю апроксимувати вектори, які вилучаються з вхідного зображення. Оскільки векторів в кодовій книзі значно менше загальної кількості векторів в початковому зображенні, то для представлення номера вектора витрачається менше біт, чим для початкового вектора. За рахунок цього і досягається ущільнення.

Ідеальними для вирішення завдань векторного квантування є нейронні мережі, що самоорганізуються, запропоновані фінським вченим Т. Кохоненом (Self-Organizing Feature Map – SOFM), а саме, мережа, що самоорганізується, у вигляді двовимірної карти Кохонена [6]. Карта Кохонена має дві важливі властивості, які можуть бути використані при ущільненні зображень. По-перше, вона дуже схожа на інші методи векторного квантування, які застосовуються при ущільненні зображень з втратами, а по-друге близьким кластерам вхідних векторів відповідають близько розташовані нейрони, що збільшує ефективність ущільнення без втрат, яке застосовується до отриманих компонентів зображення. Кожний нейрон мережі представляється ваговими коефіцієнтами w_{ij} . Векторне квантування з використанням карти Кохонена виконується за два проходи початкового зображення: перший прохід - навчання мережі; другий прохід – власне векторне квантування. Після навчання ця мережа може апроксимувати вектори вхідного простору найкращим способом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Компресія даних, зображень та звуку / Д. С. Саломон. - К.: Видавництво "Наш формат", 2014. - 352 с.
2. Формати та алгоритми стиснення зображень у дії: Навчальний посібник / Дж. Міано. - К.: Видавництво "Нова Книга", 2006. - 256 с.
3. Методи стиснення даних. Принципи роботи архіваторів, стиснення зображень та відео / Д. Ватолін, А. Ратушняк, М. Смірнов, В. Юкін. - К.: Видавництво "Київський університет", 2005. - 448 с.
4. Птачек М. Цифровое телевидение. Теория и техника: пер. с чешск. - М.: Радио и связь, 1990. - 528 с.
5. Майданюк, В. П. Обробка сигналів: навчальний посібник / В. П. Майданюк, А. М. Петух. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 144 с.
6. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.: ил.

Майданюк Володимир Павлович – кандидат технічних наук, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: maidaniuk2000@gmail.com

Грицишин Василь Олександрович – студент групи ЗПІ-19б, факультет інформаційних технологій і комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vasya.grytsyshyn01@gmail.com

Volodymyr Maidaniuk – Ph.D., Associate Professor of Software Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: maidaniuk2000@gmail.com

Vasyl Hrytsyshyn – student of ЗПІ-19b, Faculty for Information Technologies and Computer Engineering, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: vasya.grytsyshyn01@gmail.com.