

ТЕХНОЛОГІЯ ВЕЙВЛЕТ-СТИСНЕННЯ ВІДЕОЗОБРАЖЕНЬ ПОВЕРХНІ ВИРОБІВ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ

Враховуючи особливості відео зображень поверхні виробів з природного каменю, необхідним є обрання методу, якому властиві наступні характеристики:

- великий коефіцієнт стиснення;
- відносно мала похибка;
- проста реалізація;
- швидке обчислення.

Таким є метод стиснення на основі Wavelet-перетворення. Цифровим відеозображенням, зокрема зображенням поверхні виробів з природного каменю, властивий високий рівень надмірності. Але при використанні методу Wavelet-перетворення виникає можливість уникнути цього і зберегти для подальшого використання еквівалент вихідного зображення, який становить 10 і менше відсотків об'єму від початкового відеозображення. Частіше всього використання подібних еквівалентів є припустимим і не становить проблем, таких як викривлення даних та незручності у візуальному сприйнятті.

Вейвлет-перетворення легко реалізується і швидко обчислюється. Тому не дивно, що етапи процесу обробки зображення, не пов'язані з самим вейвлет-перетворенням, переважають у реалізації схем вейвлет-стиснення зображень. Наприклад, в простій схемі, процес отримання інформації про достатню велику кількість коефіцієнтів, необхідний для того, щоб вирішити, які коефіцієнти можна видалити, займає більшу частину часу кодування. На рисунку 1 представлений час кодування зображення 256×256 , з використанням різних відсотків вейвлет-коефіцієнтів Хаара. Час на обчислення вейвлет-перетворення у кожному випадку залишається постійним і рівним 3 сек. Зі збільшенням відсотка збережених коефіцієнтів час, що необхідний на вибір цих коефіцієнтів, збільшується і займає більшу частину від загального часу кодування.

На перший погляд може здатися, що вейвлет-стиснення зображення з використанням 10 % вейвлет-коефіцієнтів забезпечує степінь стиснення 10:1. Однак все не так просто. Проблема в тому, що до того ж до значень коефіцієнтів ми повинні знати, які саме 10 % відсотків коефіцієнтів повинні бути використані для представлення стиснутого зображення. Наприклад якщо ми хочемо зберегти рядки і стовпці інформації зображення 256×256 , нам знадобиться додаткові два байти на кожний коефіцієнт. Крім того коефіцієнти 8-бітового зображення потребують більше 8 бітів для їх представлення. Наприклад вейвлет-коефіцієнти зображення мають діапазон від -297 до 22737 і тому потребують повні 2 біти для зберігання. Значить нам необхідно приблизно 4 біти на зберігання кожного коефіцієнта (якщо ми не використовуємо які-небудь спеціальні методи кодування). 10 %-ве вейвлет-стиснення зображення 256×256 буде мати 6554 коефіцієнтів, на кожний з яких потрібні 4 байти, і при цьому ми отримуємо степінь стиснення приблизно 2,5:1, а не 10:1. 5 %-ве вейвлет-стиснення зображення забезпечує степінь стиснення 5:1. Використання більше 25 % вейвлет-коефіцієнтів не дає взагалі ніякого стиснення.

Існує два напрямки, в яких можна діяти щоб покращити коефіцієнт стиснення при вейвлет-кодуванні зображення. Перше – це зберігання самих коефіцієнтів, а друге – це кодування інформації про розміщення коефіцієнтів.

Методи стиснення значень коефіцієнтів включають:

- скалярне квантування, як однорідне, так і неоднорідне;
- порівняння найменших x % коефіцієнтів нулю і квантування залишених коефіцієнтів. Ця форма неоднорідного кодування. До нульових коефіцієнтів може бути застосоване кодування довжин послідовностей;
- ентропійне кодування коефіцієнтів.

Методи стиснення інформації про розміщення коефіцієнтів включають:

- квантування коефіцієнтів на місці. Стиснення відбувається за рахунок більш низького бітрейта квантування. Цей метод може сполучатися з кодуванням довжин послідовностей;
- зберігання інформації про розміщення (тобто номери рядків і стовпців) разом із значенням коефіцієнтів. Це можливо тільки якщо кількість залишених коефіцієнтів мала;
- використання двійкової карти значень. Це структура з одним бітом на кожен коефіцієнт. Значення «1» показує значимий коефіцієнт, а значення «0» показує коефіцієнт, що був квантований до значення 0. Розмір карти значимостей залежить тільки від розміру зображення, він не залежить від кількості значимих коефіцієнтів;
- використання структури нуль-дерева вейвлета.

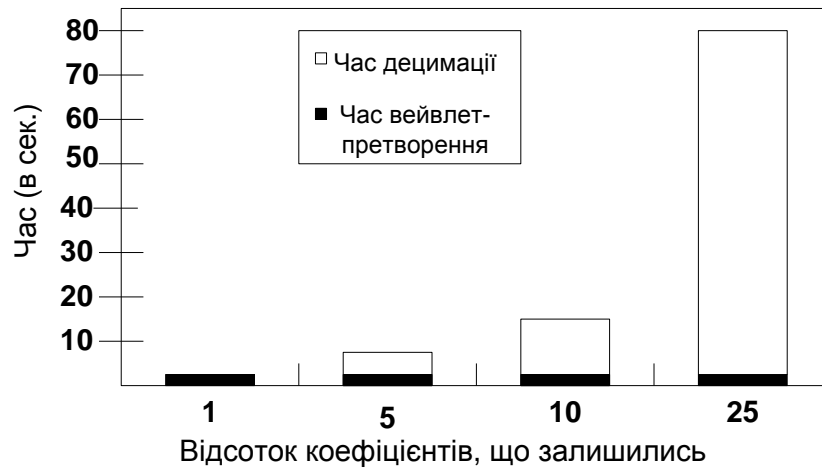


Рис. 1. Час стиснення для зображень 256×256 з використанням перетворення Хаара

Двомірне вейвлет-перетворення можна представити як послідовність вертикальних і горизонтальних високочастотних і низькочастотних операторів, що застосовуються до зображення. Існує чотири варіанта композиції операторів: композиція вертикального високочастотного і горизонтального високочастотного (ННх); композиція вертикального високочастотного і горизонтального низькочастотного (ЛНх); композиція вертикального низькочастотного і горизонтального високочастотного (НЛх); і на кінець, композиція вертикального низькочастотного і горизонтального низькочастотного (ЛЛх). Ці блоки можуть бути структуризовані у дерево. Кожен коефіцієнт у блоці має чотири «дочірніх» у відповідних блоках наступного рівня. Сенса введення структури дерева в тому, що, як правило, коефіцієнти у блоках на різних рівнях володіє значним ступенем схожості. Тобто дочірні коефіцієнти на деякому рівні, ймовірно, будуть схожими на своїх «батьків», що знаходяться на попередньому рівні. Досить поширений випадок, коли коефіцієнт квантується до нуля, то і його дочірні коефіцієнти також квантуються до нуля. Це спостереження покладено в основу так званого вейвлет-кодування з нуль-деревом, вперше застосованого Льюїсом і Ноулесом. В оригінальній реалізації вейвлет нуль-дерева Льюїса і Ноулеса 0 співставляє всім нащадкам коефіцієнтів, що квантуються до нуля. Цей метод можна розглядати як вид кодування довжин послідовностей. Фактично він набагато ефективніше традиційного кодування довжин послідовностей нулів, так як в ньому не потребується кодування довжин послідовностей нулів. Однак, хоча дійсно, що ці коефіцієнти в структурі піддерева, що квантується до нуля, ймовірно, будуть мати нащадків, що також квантуються до нуля, так само ймовірно, і що вони будуть мати значимих ненульових потомків. Ця можливість додає похибки у метод нуль-дерева Льюїса і Ноулеса. Шапіро запропонував модифікований метод кодування з нуль-деревом, що враховує можливість ізольованих нулів. Сейд і Пілман запропонували удосконалений варіант кодування з нуль-деревом, що називається «розбиття множини у ієрархічних деревах».