

Яковюк Віталій, ст. магістратури факультету кібернетики; науковий керівник – д.ф.-м.н. професор, Джунь Й. В. (Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, м.Рівне)

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕЙВЛЕТ ПЕРЕТВОРЕНЬ

***Анотація.** У статті досліджено розробку програмного забезпечення для стиснення зображень за допомогою вейвлет перетворень. Представлено власне визначення вейвлетів (математичні функції, що дозволяють аналізувати різні частотні компоненти даних, які провели революцію в області теорії і практики обробки нестационарних сигналів). Реалізовано метод стиснення растрових зображень за допомогою вейвлет-перетворень на практиці.*

***Ключові слова:** вейвлет-перетворення, піксель, перетворення інформації, стиснення зображень.*

***Аннотация.** В статье исследована разработка программного обеспечения для сжатия изображений с помощью вейвлет преобразований. Представлено собственное определение вейвлетов (математические функции, позволяющие анализировать различные частотные компоненты данных, которые произвели революцию в области теории и практики обработки нестационарных сигналов). Реализован метод сжатия растровых изображений с помощью вейвлет-преобразований на практике.*

***Ключевые слова:** вейвлет-преобразования, пиксель, преобразование информации, сжатие изображений.*

***Annotation.** In the article the software development for image compression using wavelet decompositions is investigated. The own definition of wavelets (math functions that allow to analyze different frequency components of data that had revolutionized the theory and practice of processing non-stationary signals) is proposed. The method of compressing raster images using wavelet transformation in practice is realized.*

***Keywords:** wavelet decomposition, pixel, conversion of information, image compression.*

Останнім часом широко використовуються методи обробки даних, що базуються на вейвлет-перетвореннях. Вейвлети – це математичні функції, що дозволяють аналізувати різні частотні компоненти даних. Слово «wavelet», що є перекладом французького «ondelette», означає невеликі

хвилі, наступні одна за одною. Можна без перебільшення сказати, що вейвлети провели революцію в області теорії і практики обробки нестационарних сигналів.

Вейвлети мають істотні переваги у порівнянні з перетворенням Фур'є, тому що вейвлет-перетворення дозволяє судити не тільки про частотний спектр сигналу, але також про те, в який момент часу з'явилася та чи інша гармоніка. З їхньою допомогою можна легко аналізувати переривчасті сигнали, або сигнали з гострими сплесками. Крім того, вейвлети дозволяють аналізувати дані відповідно до масштабу, на одному з заданих рівнів (дрібному чи великому). Унікальні властивості вейвлетів дозволяють сконструювати базис, у якому представлення даних буде виражатися всього декількома ненульовими коефіцієнтами. Ця властивість робить вейвлети дуже привабливими для стискання даних, у тому числі відео- та аудіо-інформації.

В наш час багато дослідників розуміють під вейвлетами більш широкий клас функцій. Це і вейвлет – локальні тригонометричні базиси (вейвлети Малвара), і мультивейвлети, і так звані вейвлети другого покоління, що не є зрушеннями і розтягуваннями однієї функції. Базиси перетворення Фур'є не є вейвлетами, оскільки в них відсутня локалізація в просторі (часі).

Російські математики вейвлети іноді називають сплесками. На наш погляд, цей термін є невдалим, а спроба русифікації термінології може ввести в оману і породжувати помилки. Насправді, схожі ідеї з'являлися протягом останніх десятиліть: субсмугове кодування, успішно вживане при кодуванні мови, пірамідальні схеми кодування зображень, перетворення і функції Габора (вейвлети Габора). З розвитком теорії вейвлетів відбулося як би об'єднання, взаємопроникнення, взаємозбагачення цих ідей, що привело до якісно нового результату. Тому з погляду практики найцікавішими представляються швидкі алгоритми обчислення вейвлетів.

Актуальність теми полягає в тому, що на теперішній час постає задача стискання зображення при одночасній економії місця на носіях інформації, що є дуже важливим для сучасного етапу технічного розвитку.

Метою дослідження є створення автоматизованої програми «Стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень», яка буде здатна стискати растрові зображення і економити місце на носіях інформації за рахунок використання сучасних алгоритмів обробки цифрової інформації, а також ефективно цією інформацією маніпулювати.

Вейвлет-аналіз знайшов широке застосування в безлічі додатків – в медицині, в біології, в нафтогазовій галузі, в телекомунікаціях. ФБР активно використовує вейвлети для оптимізації алгоритмів зберігання дактилоскопічних баз даних, а NASA розробляє технологію застосування вейвлет-аналізу до завдань освоєння космічного простору.

У країнах Західної Європи і США вейвлети упевнено витісняють JPEG-технології. У країнах колишнього СРСР тільки ISS – одна з небагатьох

компаній, що пропонують програмні продукти, які використовують вейвлет – ідеологію.

Оскільки растрове зображення є двовимірним дискретним сигналом, то до нього застосовні двовимірні дискретні вейвлет-перетворення.

Нагадаємо, що один крок двовимірного вейвлет-перетворення виділяє одну низькочастотну і три високочастотних компоненти вихідного сигналу-зображення. Якщо не робити ніяких додаткових дій з цими компонентами, то по ним за допомогою кроку зворотного вейвлет-перетворення можна цілком відновити вихідне зображення.

Певним чином обробляючи низько- і високочастотні компоненти такого розкладання і здійснюючи (якщо потрібно) зворотні перетворення, можна домагатися різних результатів обробки.

Стиснення зображень. Стиснення відбувається з допомогою видалення з високочастотних компонент розкладання близьких до нуля коефіцієнтів.

Масштабування. Низькочастотну компоненту перетворення можна використовувати як зменшену копію вихідного зображення (один крок перетворення зменшує зображення у 2 рази). Масштабування за допомогою вейвлетів часто дозволяє уникнути чи зробити незначними перекручування (aliasing), що виникають при зміні розміру зображення. Наскільки незначними виявляться такі перекручування, залежить від вибору вейвлет-базису.

Корекція чіткості. Якщо, виконуючи зворотне вейвлет-перетворення, усі вейвлет-коефіцієнти одного чи декількох рівнів деталізації помножити на деяке невід'ємне число, то можна змінити чіткість зображення. Якщо число буде більше 1, то чіткість зросте, якщо менше 1 чи навіть дорівнює 0, то чіткість понизиться (*розмиття*).

Виділення перепадів. Високочастотні складові можна використовувати для виділення перепадів, контурів зображення, ділянок різкої зміни чи кольору яскравості.

Локальна обробка. Властивість локалізації вейвлетів у просторі грає важливу роль при обробці зображень. Ця властивість у першу чергу використовується при стисненні зображень і при виділенні перепадів. Крім цього, вона дозволяє здійснювати локальну обробку зображень, тобто виконувати деякі дії не для всього зображення, а для деякого фрагмента чи фрагментів.

Для перевірки роботи програми були проведені тестове стиснення зображень, яке і показало, наскільки правильно вона працює, чи є похибка і наскільки вона велика.

Для того, щоб запустити програму, необхідно:

- вибрати тип вейвлета;
- натиснути кнопку «Зтиснути»;
- вибрати площину декодування;
- натиснути кнопку «Декодувати» (рис. 1).

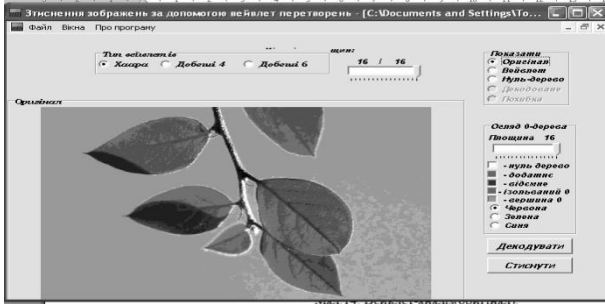


Рис. 1. Вейвлет – аналіз (оригінал)

Після натиснення кнопки «Декодувати» через деякий час можна побачити результати роботи програми за допомогою перетворення «Хаара» (рис. 2).

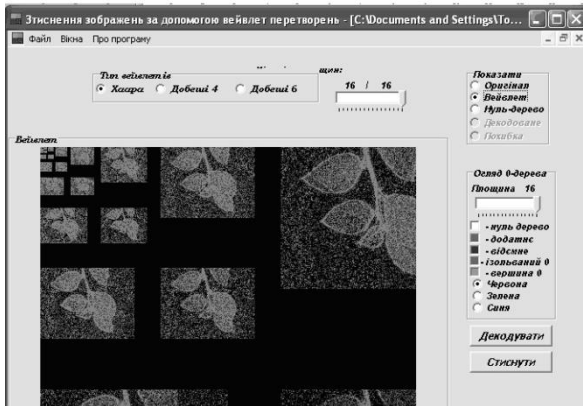


Рис. 2. Вейвлет – аналіз (перетворення «Хаара»)

В ході виконання роботи було розв’язано ряд поставлених задач:

- проаналізовано використання так званих вейвлет-перетворень у комп’ютерній графіці;
- реалізовано комп’ютерну програму, яка дозволяє стискати графічні зображення за допомогою вейвлет-перетворень;
- реалізовано зворотний процес, при якому з вейвлет-зображення отримано вихідне зображення;
- визначено різницю між вихідним та отриманим зображеннями за допомогою вейвлет-перетворення;

– проведено аналіз якості зображення в ході виконання процесу стискування і розтискування.

Наприкінці потрібно відзначити, що вейвлети і супутні ним ідеї внесли неоціненний внесок до теорії і практики кодування зображень і залишатимуться основним напрямом досліджень в цій галузі в найближчому майбутньому.

1. G. Donovan, J. S.Geronimo, D. P. Hardin, P. R. Massopust. Construction of orthogonal wavelets using fractal interpolation functions, School of Math., Georgia Inst. of Technology, preprint MATH 102293-010, 1994. **2.** A. Harten. Discrete Multi-Resolution Analysis and Generalized Wavelets, J. App. Num. Math., v. 12, pp. 153–193, 1993. **3.** www.cs.sc.edu/~fernande/liftpack/ – авторський опис методу ліфтингу та відповідної бібліотеки програм. **4.** A. Harten. Multiresolution Representation of Data : A General Framework, SIAM J. Num. Anal.}, 33(3), pp. 1205–1256, 1996. **5.** Ingrid Daubechies, Win Sweldens. Factoring Wavelet Transforms into Lifting Steps, 1997. **6.** Robi Polikar. The Engineer's Ultimate Guide to Wavelet Analysis. The Wavelet Tutorial. [<http://www.public.iastate.edu/~rpolikar/WAVE-LETS/WTtutorial.html>]. **7.** Wim Sweldens. The lifting Scheme: A Construction of Second Generation wavelets. SIAM J. Math. Anal., 29(2) : 186–200, 1997. **8.** Eric J. Stollnitz, Tony DeRose, David H. Salesin. Wavelets for Computer Graphics. Theory and Applications. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco, California, 1996 **9.** www.mathsoft.com/ список літератури по теорії та додатках вейвлетів. **10.** www.wavelet.org/ – електронний вейвлет-дайджест (Wavelet Digest), що виходить з 1992 року **11.** playfair.stanford.edu/~wavelab – бібліотека вейвлетних програм на мові Matlab. Вона називається WAVELAB та поширюється безкоштовно.