

## ЗАСТОСУНОК ДЛЯ СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ВЕЙВЛЕТІВ ДОБЕШИ

**Половинко І. І.**

Факультет електроніки та комп'ютерних технологій  
Львівський національний університет ім.І.Франка  
Львів, Україна  
[polovynkoi@gmail.com](mailto:polovynkoi@gmail.com)

Двовимірне вейвлет-перетворення (ВП) Добеши виконувалось як почергове одновимірне вейвлет-перетворення рядків і стовпців матриці сигналу[1-4]. Спочатку виконувались одновимірні вейвлет-перетворення кожного рядка, після чого перетворений рядок записується на колишнє місце. Далі вейвлет-перетворення застосовуються до всіх стовпців. В результаті зображення розбивалось на чотири рівні частини.

Якщо початковий двовимірний сигнал  $X$  має розмір  $N \times N, N = 2^k, k \in Z$ , тоді у матричному вигляді для ВП квадранти  $C_{11}, D_{11}, D_{12}, D_{13}$  обчислюються за наступними формулами [3]:

$$C_{11} = H_N \cdot X \cdot H_N^T \quad D_{11} = H_N \cdot X \cdot G_N^T \quad D_{12} = G_N \cdot X \cdot H_N^T \quad D_{13} = G_N \cdot X \cdot G_N^T, \quad (1)$$

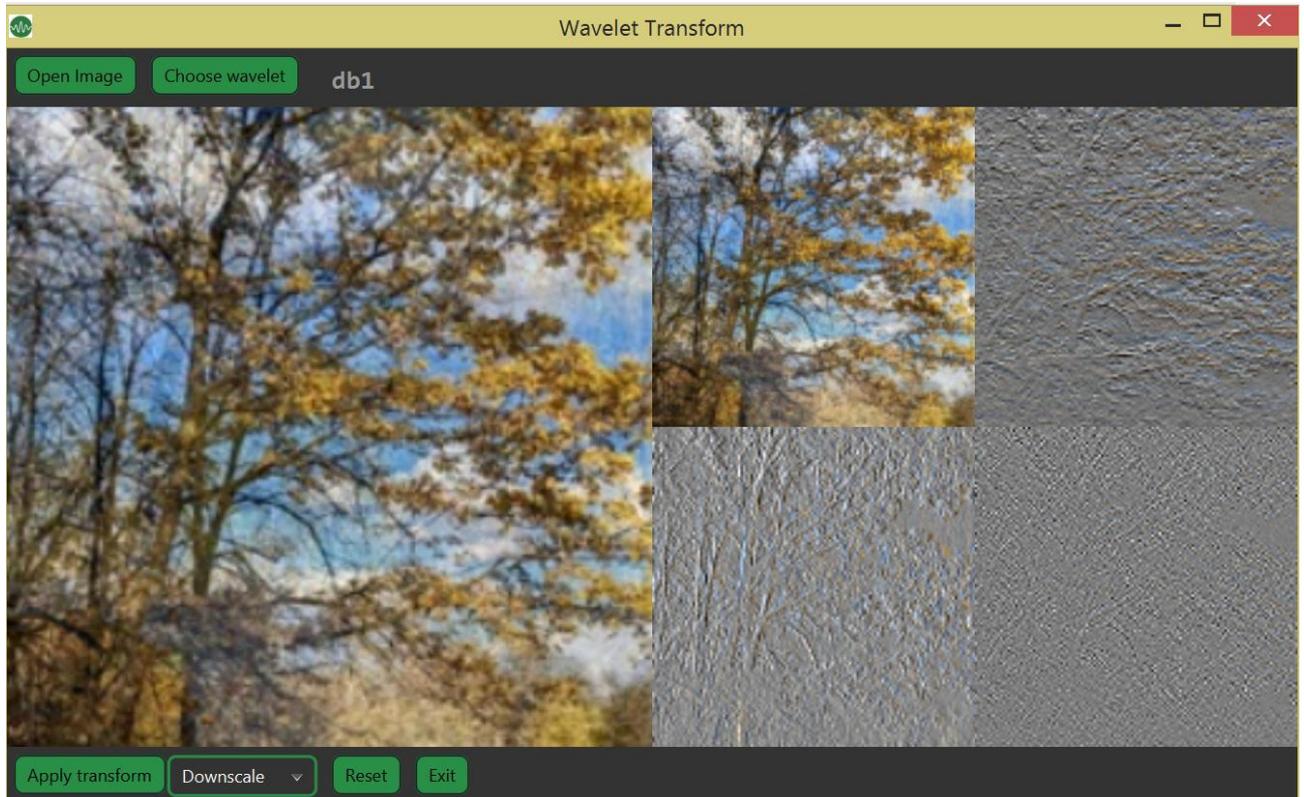
де  $H_N$  і  $G_N$  – матриці низькочастотних та високочастотних фільтрів Добеши відповідно.

Якщо необхідно здійснити подальше стиснення зображення, то використовується  $K$ -кратне двовимірне вейвлет-перетворення. Воно полягає у застосуванні  $K$  разів двовимірного вейвлет-перетворення, причому чергове двовимірне ВП застосовується до молодшої чверті матриці.

Відновлення зображення, яке було стиснуте  $M$  разів шляхом двовимірного вейвлет перетворення, виконується зворотнім чином. При цьому кожен крок послідовно рекурсивно відновлює молодший квадрант.

Програмування здійснювалось на високорівневій мові java, оскільки вона володіє рядом можливостей, які дозволяють працювати з вейвлетами з «нуля». Сам програма містить наступні класи: **Wavelet** - у якому описано методи вейвлет-перетворення, які використано у головній частині програми; **Controller**- де відбувається керування основним вікном програми; **Choose Wavelet Controller** - для керування вікном з вибором вейвлета; **main.fxml** - де описана структура інтерфейсу застосунку.

На рис.1 показано результат прямого ВП, де використанно вейвлети Добеши із двома коефіцієнтами (db1)



а

б, в,

г,д

Рис. 1 Інтерфейс програми: а-початкове зображення. Результати виконання прямого ВП вейвлетами DB1 представлені у правій частині :б- низькочастотне по вертикалі і горизонталі (LL), в- високочастотне по горизонталі і низькочастотне по вертикалі (HL), г- низькочастотне по вертикалі і високочастотне по горизонталі, д – високочастотне по горизонталі і вертикалі.

Інтерфейс програми дозволяє здійснювати наступні операції над зображенням. Операція **Open Image** відкриває зображення форматів .pdf та .jpg з пристрою. Оскільки вейвлет-перетворення найкраще працює з сигналами, розмір яких рівний степеню числа 2, то при відкритті, зображення обмежується до квадрата  $n \times n$ , де  $n = 2^k$  –найбільший степінь двійки, що не перевищує ширину і висоту оригінального зображення. Кнопка **Apply Transform** реалізує виконання однієї з операцій, перерахованих в спадному меню справа. Операція **Downscale** реалізує пряме вейвлет-перетворення Добеши. В результаті, початкове зображення

представляється через зменшене удвічі згладжене зображення і три матриці високочастотних коефіцієнтів, необхідних для відновлення початкового зображення. Перетворення можна здійснювати рекурсивно, тобто, зменшене зображення можна знову розкласти на чотири матриці і так далі. Операція **Upscale** відновлює попереднє зображення, використовуючи наявне зображення та три матриці високочастотних коефіцієнтів відповідного розміру. Операція **Quantize** потрібна для проведення квантування високочастотних коефіцієнтів. Оскільки більшість коефіцієнтів близькі до нуля, то їх можна заокруглити і викинути з матриць. Це дозволяє зменшити загальний розмір зображення ціною зменшення деталізації. Операція **Smooth** прирівнює всі високочастотні коефіцієнти зображення до нуля. Таким чином, вся інформація про оригінальне зображення зберігається лише у зменшеній його копії. Якщо відновити таке зображення до повного розміру, отримаємо більш згладжений і менш деталізований варіант початкового фото. Кнопка **Reset** забирає всі отримані матриці і картинку з форми і ставить на їхнє місце початкове зображення. Кнопка **Save Image** зберігає матрицю низькочастотних фільтрів (зменшене зображення) на пристрої. Кнопка **Choose wavelet** дозволяє обрати один з двадцяти вейвлетів Добеши у новому вікні для виконання подальших операцій.

Розроблений таким чином застосунок дозволив з малими часовими і обчислювальними затратами здійснювати різноманітні операції над зображеннями використовуючи вейвлети Добеши із наступною їх гистограмою обробкою. Запропоновано параметр оцінки спотворення, який являє собою відношення різниці середньоквадратичних відхилень гістограм стиснутого і початкового зображень до середньоквадратичного відхилення гистограми стиснутого зображення. Оцінка величини цього параметру була проведена для низькочастотного фільтру Добеши (LL) при різному числі коефіцієнтів розкладу. Показано, що із збільшенням числа цих коефіцієнтів, параметр спотворення зменшується від 0.55 для фільтру db1, до значення 0,16 для фільтру db2, Подальше збільшення числа коефіцієнтів фільтру не приводило до помітного зменшення спотворення, що також корелює з візуальними спостереженнями.

Отримані результати можуть бути використані у задачах швидкісної цифрової обробки сигналів у відеосистемах.

#### Список літератури

1. Gonzales R., Woods R. Digital image processing (2th) – Prentice Hall. 802P,2017
2. Наконечний А., Наконечний Р., Павліш В. Цифрова обробка зображень. Видавництво Львівської політехніки. 366 С.,2010
3. V.I. Vorobjov, V.G. Gribunin Theory and practice of wavelet transformation. S-Petersburg -204P,1999.
4. Vetterli M., Kovacevic, J.: Wavelets and subband coding. Prentice Hall, 307P,1995.