

УДК 621.317

*Ступак А.Г., аспірант
Подчаїшинський Ю.О., д.т.н., професор
Чепюк Л.О., к.т.н., доцент*

Державний університет «Житомирська політехніка»

ВЕЙВЛЕТ-СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В ІНФОРМАЦІЙНО- ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ МЕДИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Застосування вейвлет-перетворення у процедурах стиснення зображень медичного застосування відбувається з деякою втратою частки інформації. Керуючи процедурою стиснення та обираючи її параметри, можливо забезпечити прийнятну похибку відновлення зображень.

Можна розповсюдити вейвлет-перетворення на послідовності більшого розміру. Спочатку перетворюються рядки зображення, а потім – стовпці разом з перетвореними рядками. Програмно розраховується одне і те ж одномірне перетворення, яке також застосовується для перетворення і рядків, і стовпців зображення [1].

Початкове зображення 4×4 (1)

$$\begin{bmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & x_{1,3} & x_{1,4} \\ x_{2,1} & x_{2,2} & x_{2,3} & x_{2,4} \\ x_{3,1} & x_{3,2} & x_{3,3} & x_{3,4} \\ x_{4,1} & x_{4,2} & x_{4,3} & x_{4,4} \end{bmatrix} \quad ((1))$$

яке можна представити як функцію, що задана в одиничному квадраті $[0,1] \times [0,1]$:

$$f(x, y) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 x_{i,j} X_{I_i \times I_j}(x, y) \quad ((2))$$

Після перетворень, отримуємо

$$\begin{aligned} f(x, y) &= \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 x_{i,j} \phi_{2,j-1}(x) \phi_{2,j-1}(y) = \\ &= \sum_{i=1}^4 \left\{ \sum_{j=1}^4 x_{i,j} \phi_{2,j-1}(y) \right\} \phi_{2,j-1}(x) = \sum_{i=1}^4 \tilde{x}_i(y) \phi_{2,i-1}(x) \end{aligned} \quad 9(3)$$

де

$$\tilde{x}_i(y) = \sum_{j=1}^4 x_{i,j} \phi_{2,j-1}(y) \quad ((4)$$

Застосуємо одновірне вейвлет-перетворення для кожного $i=1,...,4$ у (4). Отримаємо новий набір рівнянь для $\tilde{x}_i(y)$ $i=1,...,4$, з коефіцієнтами, що є результатом вейвлет-перетворення послідовності $\{x_{i,1},...,x_{i,4}\}$

$$\tilde{x}_i(y) = a_{0,0}^i \phi_{0,0}(y) + d_{0,0}^i \psi_{0,0}(y) + d_{1,0}^i \psi_{1,0}(y) + d_{1,1}^i \psi_{1,1}(y) \quad ((5)$$

для кожного $i=1,...,4$. Це еквівалентно застосуванню одновірного вейвлет-перетворення до кожного рядка вихідного зображення (1). Після підстановки (5) назад у (3) і переупорядкування членів отримаємо

$$f(x,y) = \left\{ \sum_{i=1}^4 a_{0,0}^i \phi_{2,i-1}(x) \right\} \phi_{0,0}(y) + \left\{ \sum_{i=1}^4 d_{0,0}^i \phi_{2,i-1}(x) \right\} \psi_{0,0}(y) + \\ + \left\{ \sum_{i=1}^4 d_{1,0}^i \phi_{2,i-1}(x) \right\} \psi_{1,0}(y) + \left\{ \sum_{i=1}^4 d_{1,1}^i \phi_{2,i-1}(x) \right\} \psi_{1,1}(y) \quad ((6)$$

Кожна із сум в дужках в (6) знову подібна рівнянню $f(t) = x_1 \phi_{2,0}(t) + x_2 \phi_{2,1}(t) + x_3 \phi_{2,2}(t) + x_4 \phi_{2,3}(t)$, і тому одновірне вейвлет-перетворення може бути застосоване до кожного з цих виразів, що еквівалентно застосуванню одновірного вейвлет-перетворення до кожного стовпця вихідного зображення (1).

Таким чином можна обчислювати двовірне вейвлет-перетворення зображення розміром $2^n \times 2^n$, шляхом застосування одновірного вейвлет-перетворення до кожного із 2^n рядків, а потім застосувати одновірне вейвлет-перетворення до кожного із 2^n стовпців. Такий спосіб має перевагу у реалізації, оскільки не потрібно доробляти існуюче одновірне перетворення і є ефективним для цілей стиснення відеозображень.

Список використаних джерел:

1. Gonzalez R., Woods R. Digital Image Processing. 4th Edition. Pearson, 2017. – 1192 p.
2. Ступак А.Г., Подчашинський Ю.О., Чепюк Л.О., Левківський О.А. Застосування вейвлет-перетворення до стиснення зображень в інформаційно-вимірювальних системах медичного застосування. Технічна інженерія. 2025. Вип. 1(95). С. 304-311.