

УДК 004.4

Рязанцев О.В.¹, Дубровін В.І.²

¹ студ. гр. КНТ-141 НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

ЗНЕСУМЛЕННЯ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Знесумлення медичних зображень є важливою задачею в галузях, таких як медична діагностика, магнітно-резонансна томографія (МРТ) та комп'ютерна томографія, оскільки забруднення зображень шумом може значно погіршити точність діагностики.

Шум на зображеннях може бути викликаний різними факторами, такими як недосконалість приладів, проблеми з процесом збору даних або природні явища, що заважають.

Зображення зазвичай забруднене адитивним білим гаусівським шумом, який має нульове середнє значення і стандартне відхилення, що впливає на точність візуалізації [1].

У дискретному мультівейвлет-перетворенні використовується симетрична пара масштабуючих функцій із короткою підтримкою, які забезпечують ортогональність завдяки матричним коефіцієнтам фільтрів. Вхідний скалярний сигнал перетворюється у векторний за допомогою префільтра, після чого проходить двосмуговий аналіз із подальшою децимацією. Банк синтезу забезпечує точну реконструкцію сигналу з низькочастотних та високочастотних компонентів [2]-[4].

Підсмуги однорівневого мультівейвлет розкладання показано на рис. 1. Воно має 16 підсмуг зображення [5], [6].

L_1L_1	L_1L_2	L_1H_1	L_1H_2
L_2L_1	L_2L_2	L_2H_1	L_2H_2
H_1L_1	H_1L_2	H_1H_1	H_1H_2
H_2L_1	H_2L_2	H_2H_1	H_2H_2

Рисунок 1 – Підсмуги зображення після одного рівня мультівейвлет розкладання

Мультівейвлети характеризуються кількома функціями масштабування та пов'язаними з ними вейвлет-функціями, як показано в рівняннях (1) та (2) відповідно [7]-[9].

$$\phi(t) = \sum c_k (2t - k), \quad (1)$$

$$W(t) = \sum d_k (2t - k), \quad (2)$$

де $f(t)$ - мультимасштабна функція; $W(t)$ - мультівейвлет-функція.

Для зашумлення зображень застосовуються різні методи порогового перетворення, такі як жорстке, м'яке, універсальне та модифіковане універсальне порогові перетворення[10], [11].

Жорстке порогове перетворення зберігає коефіцієнти, що перевищують поріг, а інші встановлює в нуль. Має обмежену ефективність при видаленні великих коефіцієнтів шуму (3):

$$F_h(x) = \begin{cases} x & \text{if } |x| \geq \lambda \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}, \quad (3)$$

М'яке порогове перетворення зменшує коефіцієнти на поріг до нуля, що забезпечує меншу похибку порівняно з жорстким порогом (4):

$$F_s(x) = \begin{cases} x - \lambda & \text{if } x \geq \lambda \\ 0 & \text{if } |x| < \lambda \\ x + \lambda & \text{if } x \leq -\lambda \end{cases}, \quad (4)$$

Універсальний поріг залежить від стандартного відхилення шуму та розміру вибірки. Використовується однаковий поріг для всіх коефіцієнтів (5):

$$\lambda_{\text{universal}} = \sigma \sqrt{2 \log N}, \quad (5)$$

де σ – стандартне відхилення шуму; N – розмір вибірки.

Модифікований універсальний поріг удосконалює універсальний поріг для більшої ефективності в різних ситуаціях (6):

$$\lambda_{\text{mod}} = \sigma \sqrt{2 \log 2N}, \quad (6)$$

де σ – стандартне відхилення шуму; N – розмір вибірки.

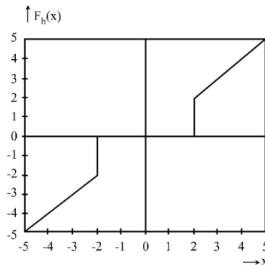


Рисунок 2 – Жорстке порогове значення

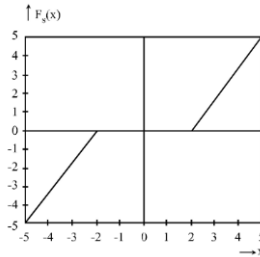


Рисунок 3 – М'яке порогове значення

Мультивейвлети на відміну від скалярних вейджетів забезпечують більшу свободу для побудови фільтрів, дозволяючи отримати такі властивості, як ортогональність, симетрія, вища точність зникаючих моментів, коротка підтримка [12], [13].

Мультивейвлети забезпечують ефективнішу фільтрацію за рахунок використання кількох масштабувань та вейджет-функцій, що дозволяє знижувати шум при збереженні важливих деталей зображень [12], [13].

Вимірювання ефективності за допомогою таких показників, як середньоквадратична помилка (MSE), пікове співвідношення сигнал/шум (PSNR), відношення сигнал/шум (SNR), допомагають оцінити якість денойзингу.

Важливими параметрами для оцінки якості денойзингу є середньоквадратична помилка (MSE), середньоквадратична помилка під корінь (RMSE), пікове співвідношення сигнал/шум (PSNR), відношення сигнал/шум (SNR). Вищі значення SNR і PSNR свідчать про кращу якість зображення після обробки.

При порівнянні різних мультивейджетів та методами порогової обробки. Виявлено, що CL є найкращим мультивейджетом, коли він використовується з модифікованим універсальним порогом і префільтром повторних рядів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. The Application of Multiwavelet Filterbanks to Image Processing / [V. Strela, P. N. Heller, G. Strang et al.] // IEEE Transactions on Image Processing. – 1999. – Vol. 8. – № 4. – P. 548-563.
2. Johnson B. R. Multiwavelet Moments and Projection Prefilters / B. R. Johnson // IEEE Transactions on Signal Processing. – 2000. – Vol. 48. – № 11. – P. 3100-3108.
3. Chui C. K. A Study of Orthogonal Multiwavelets / C. K. Chui, J. A. Lian // Applied Numerical Mathematics. – 1996. – Vol. 20. – № 3. – P. 273-298.

4. Hardin D. P. W. Multiwavelet Prefilters-I: Orthogonal Prefilters Preserving Approximation Order $P \leq 2$ / D. P. Hardin, D. W. Roach // IEEE Transactions on Circuits and Systems-II: Analog and Digital Signal Processing. – 1998. – Vol. 45. – № 8. – P. 1106-1112.
5. Downie T. R. The Discrete Multiple Wavelet Transform and Thresholding Methods / T. R. Downie, B. W. Silverman // IEEE Transactions on Signal Processing. – 1998. – Vol. 46. – № 9. – P. 2558-2561.
6. A General Approach for Analysis and Application of Discrete Multiwavelet Transforms / [J. Y. Tham, L. X. Shen, S. L. Lee et al.] // IEEE Transactions on Signal Processing. – 2000. – Vol. 48. – № 2. – P. 457-464.
7. Attakitmongcol K. Multiwavelet Prefilters-Part II: Optimal Orthogonal Prefilters / K. Attakitmongcol, D. P. Hardin, D. M. Wilkes // IEEE Transactions of Image Processing. – 2001. – Vol. 10. – № 10. – P. 1476-1487.
8. Denoising Filter to Improve the Quality of CT Images / [G. Andria, F. Attivissimo, G. Cavone et al.] // Proceedings of IEEE Conference on Instrumentation and Measurement Technology, 5-7 May 2009 : proceedings. – IEEE, 2009. – P. 947-950.
9. Shen L. X. Some Properties of Symmetric-Antisymmetric Orthonormal Multiwavelets / L. X. Shen, H. H. Tan, J. Y. Tham // IEEE Transactions on Signal Processing. – 2000. – Vol. 48. – № 7. – P. 2161-2163.
10. Bala E. A Multivariate Thresholding Technique for Image Denoising Using Multiwavelets / E. Bala, A. Ertuzun // EURASIP Journal on Applied Signal Processing. – Cairo : Hindawi Publishing Corporation, 2005. – P. 1205-1211.
11. Hsung T.-C. Optimizing the Multiwavelet Shrinkage Denoising / T.-C. Hsung, D. P.-K. Lun, K. C. Ho // IEEE Transactions on Signal Processing. – 2005. – Vol. 53. – № 1. – P. 240-251.
12. Strang G. Short Wavelets and Matrix Dilation Equations / G. Strang, V. Strela // IEEE Transactions on Signal Processing. – 1995. – Vol. 43. – № 1. – P. 108-115.
13. Strang G. Orthogonal Multiwavelets with Vanishing Moments / G. Strang, V. Strela // Journal of Optical Engineering. – 1994. – Vol. 33. – № 7. – P. 2104-2107.