

УДК 621.396.62

О.І. Стрелков, В.І. Барсов, Є.О. Соломко

Українська інженерно-педагогічна академія, Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ АЛГОРИТМУ СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ WAVELET ДО ВПЛИВУ ЗАВАД ВИПАДКОВОГО ХАРАКТЕРУ

Запропоновано критерії, що дозволяють оцінити стійкість до впливу завад випадкового характеру алгоритму стиснення зображень Wavelet.

стиснення, алгоритм Wavelet, відношення сигнал/шум, коефіцієнт стиснення, випадкова завада

Поягнанка проблеми

Різноманіття алгоритмів і форматів, які застосовуються для кодування зображень дозволяє успішно, з урахуванням якості зображення, рівня завади, типу каналу передачі й інших факторів, вирішувати різні за цілями задачі. Особливий інтерес викликає дослідження впливу перешкод на ефективність роботи

алгоритмів компресії –декомпресії. Рішення даної задачі складається з декількох етапів, що включають накладення на вихідне зображення без стиснення випадкової завади з заданою амплітудою, стиснення зашумленого зображення та наступна його декомпресія. При цьому оцінюється зображення до, та після стиснення, можливість відновлення початкового

зображення після декомпресії, а також порівняння параметрів розподілу початкового зображення і зображення отриманого після декомпресії.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Широко використовують алгоритм стиснення Wavelet (стандарт JPEG-2000). Цей вид архівації відомий досить давно й орієнтований він, як на кольорові так і чорно-білі зображення з плавними переходами [1]. Коефіцієнт стиснення задається і змінюється в межах 5-100. При великому коефіцієнті стиснення на різких границях, що особливо проходять по діагоналі, виявляється “східцевий ефект” — східці різної яскравості розміром у декілька пікселів [2].

На практиці стиснення зображень застосовуються в умовах великого відношення сигнал/шум, але зустрічаються ситуації, коли необхідно провести стиснення в умовах малого відношення сигнал/шум. Тому досить актуальними є дослідження, спрямовані на оцінку впливу завади на стиснення зображення [3].

Мета статті – дослідження впливу перешкоди на стиснення зображення за допомогою алгоритму Wavelet (стандарт JPEG-2000), при різних відношеннях сигнал/шум.

Виклад основного матеріалу.

В даній статті запропоновані критерії оцінки алгоритму стискування зображень Wavelet (JPEG-2000) в умовах впливу випадкового шуму. Ідея алгоритму полягає у тому, що у файлі зберігаються середні значення блоків зображення і різниці між середніми значеннями сусідніх блоків у зображенні (звичайно приймають значення, близькі до 0). Крім того, якщо зображення має великий розмір, то воно розбивається на частини [4].

Використовуючи імітаційне моделювання було сформовано тестове зображення (зображення-сигнал), що являло собою квадрат 50 на 50. У дане зображення містився квадрат 4 на 4 пікселі з рівнем сигналу $\bar{U}_C = 10$. Реалізація зображення-сигналу представлена на рис. 1, а.

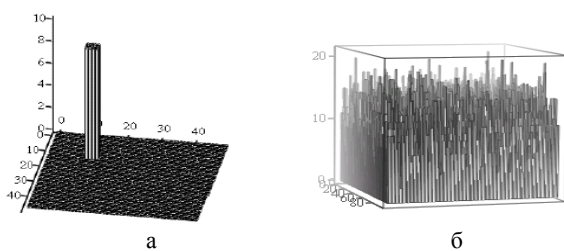


Рис. 1. Зображення-сигнал – а; зображення-шум – б

Також було сформовано зображення-шум, що представляло собою квадрат 50 на 50 пікселів елементи якого були сформовані випадковою функцією розподіленої за законом Пуасона із середнім $\lambda_{III} \neq 0$. Реалізація зображення-шум представлена на рис. 1, б.

Оцінка алгоритму вироблялася за якістю зображення, що представляла собою адитивну суміш

зображення-сигналу і зображення-шуму. Якість початкового зображення сигнал+шум порівнювалася з якістю відновленого зображення сигнал+шум при різних значеннях λ_{III} шуму.

На рис. 2 приведена технічна реалізація початкового і відновленого зображень сигнал+шум при значенні $\lambda_{III} = 9$.

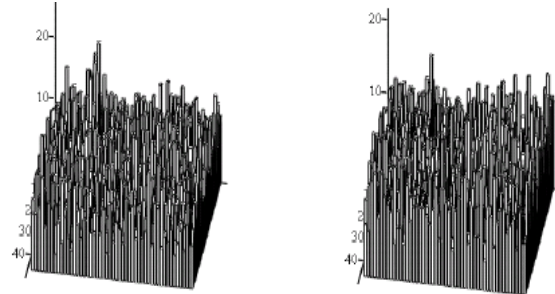


Рис. 2. Технічна реалізація зображень сигнал+шум: а – початкового; б – відновленого

Аналіз отриманих результатів засвідчив, що при значному рівні завади якість відновленого зображення сигнал+шум значно погіршується, зокрема відношення сигнал+шум. Для подальшої оцінки алгоритму WAVELET було проведено кореляційне відновлення сигналу. Використовуючи вираз (1) розраховувалася кореляційна матриця, елементи якої містили обчислені значення кореляційного інтеграла для строба розміром 4 на 4 пікселя.

$$Y(x_i, y_i, t_i) = \iiint S(x - x_i, y - y_i, t - t_i) \cdot n(x, y, t) \cdot dx \cdot dy \cdot dt \quad (1)$$

де $n(x, y, t)$ – реалізація; $S(x - x_i, y - y_i, t - t_i)$ – очікуваний сигнал відповідного зображення.

На рис. 3 наведені графіки залежності кореляційного інтеграла, що характеризують відновлюваність інформації для вихідного і відновленого зображень при значенні $\lambda_{III} = 9$.

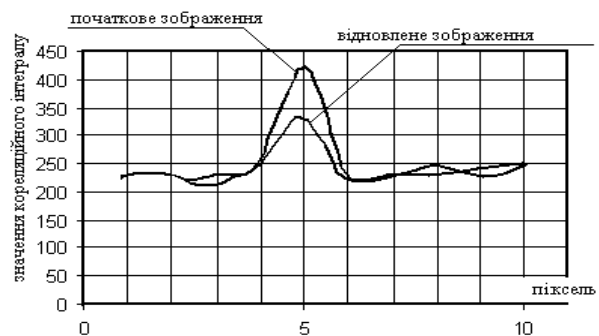


Рис. 3. Графік кореляційного інтеграла

Порівняльний аналіз отриманих результатів показав, що при значному рівні завади відновлюваність зображення за допомогою кореляційного виявлення сигналу має тенденцію до погіршення. Тобто, чим більше λ_{III} шуму тим гірше відновлюваність графічної інформації після декомпресії стиснутого зображення.

Було проведено дослідження компресії (при різних коефіцієнтах стиснення) і декомпресії зображення-сигналу і зображення-шуму (при різних значеннях $\lambda_{ш}$). Розрахунок параметрів розподілу вироблявся з використанням виразів розрахунку дисперсії (2) і середнього значення (3) для випадків початкового зображення і відновленого зображення.

$$D = \frac{1}{(m-1)(n-1)} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (S_{i,j} - \bar{S})^2, \quad (2)$$

де
$$\bar{S} = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_{i,j}. \quad (3)$$

На рис. 4 наведені графіки порівняння дисперсії і середнього значення для зображення-сигналу і зображення-шуму при різному ступені стиску для випадків початкового зображення і відновленого зображення.

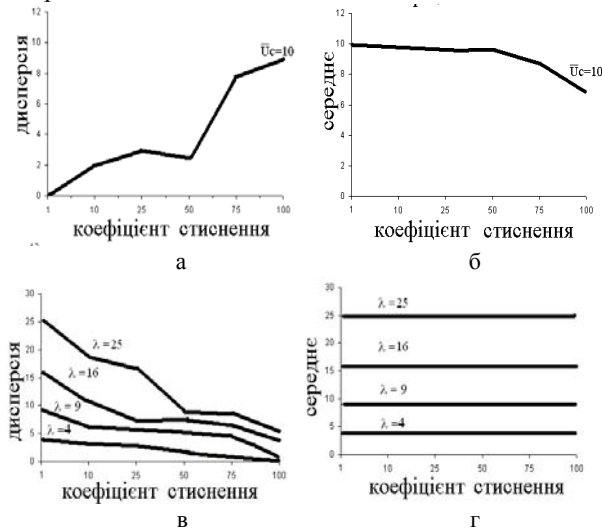


Рис. 4. Графіки порівняння дисперсії (а, в) і середнього значення (б, г) для тестового зображення і зображення-шуму

Аналіз даних графічних залежностей показав, що при збільшенні ступеня стиснення середнє значення сигнального компонента зображення-сигналу зменшується, у той же час середнє значення для зображення-шуму зі зростом ступеня стиску практично не змінюється при будь-яких значеннях $\lambda_{ш}$. З аналізу графіка дисперсії випливає, що при збільшенні ступеню стиснення дисперсія сигнального компонента зображення-сигналу збільшується, у той же час дисперсія для зображення-шуму з ростом ступеня стиснення зменшується при будь-яких значеннях $\lambda_{ш}$.

Далі, використовуючи отримані результати був знайдений графік (рис. 5) залежності відношення сигнал/шум (ϕ) від ступеня стиснення зображення використовуючи наступний вираз:

$$\phi = \bar{U}_C / \sqrt{D_C + D_{ш}}, \quad (4)$$

де D_C – дисперсія сигнальної компоненти тестового зображення; $D_{ш}$ – дисперсія зображення-шуму.

Отримані результати показали, що при збільшенні ступеня стиснення відношення сигнал/шум зменшується при будь-яких значеннях $\lambda_{ш}$.

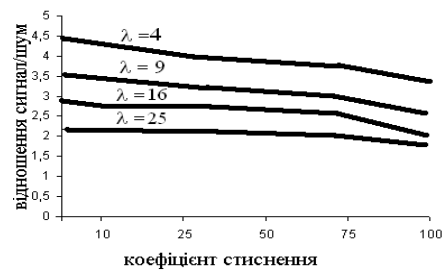


Рис 5. Графік залежності відношення сигнал/шум від ступеня стиснення зображення

Отже, оптимальне стиснення алгоритм забезпечує при малих значеннях коефіцієнта стиснення (менше 25), тому що відношення сигнал/шум на зазначеному відрізку зменшується на 10% від вихідного відношення сигнал/шум.

ВИСНОВКИ

У результаті досліджень можливостей алгоритму Wavelet при стисненні зашумленого зображення було встановлене наступне:

- при значному рівні завади якість відновленого зображення значно погіршується;
- при значному рівні завади відновлюваність зображення за допомогою кореляційного відновлення значно погіршується.
- при збільшенні ступеня стиснення середнє значення сигнального компонента тестового зображення зменшується, у той же час середнє значення для зображення-шуму з ростом ступеня стиснення практично не змінюється при будь-яких значеннях $\lambda_{ш}$.
- при збільшенні ступеня стиснення дисперсія сигнального компонента тестового зображення збільшується, у той же час дисперсія для зображення-шуму з ростом ступеня стиснення зменшується при будь-яких значеннях $\lambda_{ш}$.
- при збільшенні ступеня стиснення відношення сигнал/шум зменшується при будь-яких значеннях $\lambda_{ш}$.

Бачиться актуальним досліджувати умови і можливість застосування алгоритму Wavelet для виявлення й оцінки параметрів сигналу на фоні різноманітних за своєю природою завад.

Список літератури

1. Ватолин Д.С. Алгоритмы сжатия изображений: Методическое пособие. – М.: Наука, 1999. – 76 с.
2. Д.Сэломон, Сжатие данных изображения и звука. – М.: Наука, 2004. – 368 с.
3. Diego Santa-Cruz and Touradj Ebrahimi, An analytical study of JPEG 2000 functionalities // Proc. of the International Conf. on Image Processing (ICIP). – 2000. – Vol. 2. – P. 49-52.
4. Marcellin M.W., Gormish M. J., Bilgin A., Boliek M.P. An Overview of JPEG-2000 // Proc. of 2000 Data Compression Conference. – 2000. – P. 523-541.

Надійшла до редколегії 6.04.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.І. Карпенко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.