

## РЕАЛІЗАЦІЯ СТЕГАНОГРАФІЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВІДЕО З ВИКОРИСТАННЯМ СИНГУЛЯРНОГО РОЗКЛАДАННЯ

Лісковський І.О., Кулик М.В.

*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*E-mail: lisaknod@gmail.com, maryna.kulyk2015@gmail.com*

### Implementation of steganographic system for video using singular value decomposition

In this paper a video steganography methodology using singular value decomposition (SVD) and discrete wavelet transform (DWT) is presented. The final results have been plotted and compared between peak signal to noise ratio (PSNR) with embedding strength and mean square error (MSE) with embedding strength. Experimental results indicate that the proposed steganography method provides high level of imperceptibility and robustness against many existing methods.

У даній статті представлена методологія відео-стеганографії з використанням сингулярного розкладу (SVD) та дискретного вейвлет-перетворення (DWT). Отримані результати були представлені графіками та порівняні між піковим відношенням сигнал / шум (PSNR) з стійкістю вбудовування та середньоквадратною помилкою (MSE) з стійкістю вбудовування. Експериментальні результати показують, що запропонований метод з використанням сингулярного розкладу (SVD) та дискретного вейвлет-перетворення (DWT), забезпечує високий рівень непомітливості та стійкості на відміну від багатьох існуючих методів.

Спочатку оригінальний відео-файл було перетворено в групу з Р-кадрів, після чого площини RGB були розділені і розкладені у різних діапазонах частот за допомогою дискретного вейвлет перетворення (ДВП). Для отримання трансформованого коефіцієнта застосовується дискретне косинусне перетворення (ДКП) на обраних частотних діапазонах, потім сингулярний розклад забезпечує сингулярні значення на наступному етапі.

Для отримання стего-фрейму використовується наступний вираз:

$$M(i, j) = S_0(i, j) + \alpha * S_w(i, j),$$

де  $M(i, j)$  - стего-фрейм;  $S_0(i, j)$  - сингулярні значення площини R, G, B кожного кадру в відео;  $S_w(i, j)$  - сингулярні значення площини R, G, B окремих водяних знаків;  $\alpha$  - масштабний коефіцієнт.

Для вилучення вбудованого зображення застосовується зворотна процедура. Виділений файл можна отримати за допомогою наступного виразу:

$$S_w(i, j) = (M(i, j) - S_0(i, j)) / \alpha .$$

Дослідження проводилося з використанням пакету Matlab R2012b. Щоб оцінити продуктивність, спочатку була проведена візуальна оцінка оригінального відео-файлу та файлу з вбудованим ЦВЗ. Але цей тест є чисто суб'єктивний за своїм характером і, отже, недостатнім. Тому для перевірки ефективності методу необхідні деякі раціональні методи.

Щоб оцінити продуктивність запропонованої методики були використані такі характеристики як пікове відношення сигналу до шуму (PSNR) і середньоквадратична помилка (MSE). Пікове відношення сигнал/шум необхідний для обчислення якості вилученого зображення у порівнянні з оригінальним прихованим зображенням. Пікове відношення сигнал/шум PSNR обчислюється за допомогою наступного виразу:

$$PSNR = 10 \log_{10} (255^2 / MSE),$$

де MSE - середньоквадратична помилка між початковим зображенням I розміру  $M \times N$  та виділеним зображенням оцінюється за формулою:

$$MSE = \frac{1}{MN} \left[ \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (I(i,j) - I_s(i,j))^2 \right].$$

Експериментальні значення MSE та PSNR стосовно вбудовування узагальнені в наступній таблиці.

Таблиця 1 Значення середньоквадратичної помилки та пікового відношення сигнал/шум

Embedding Strength	MSE	PSNR
0.1	.0161	152.13
1	0.161	129.10
2	0.3214	122.17
3	0.4821	118.12
4	0.6428	115.24
5	0.8035	113.01
6	0.9643	111.18
7	1.1250	109.6478
8	1.2857	108.3125
9	1.4464	107.1346
10	1.6071	106.0810

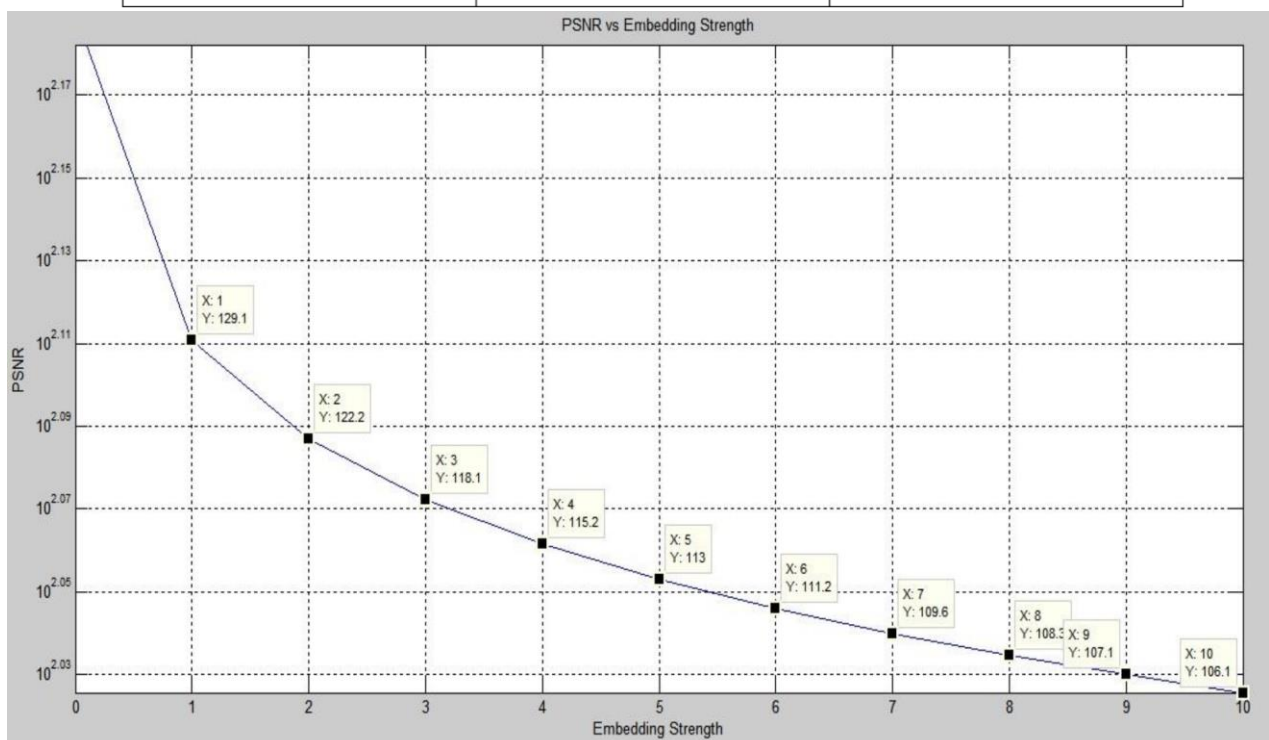


Рис. 1. Пікове відношення сигнал / шум та стійкість вбудовування

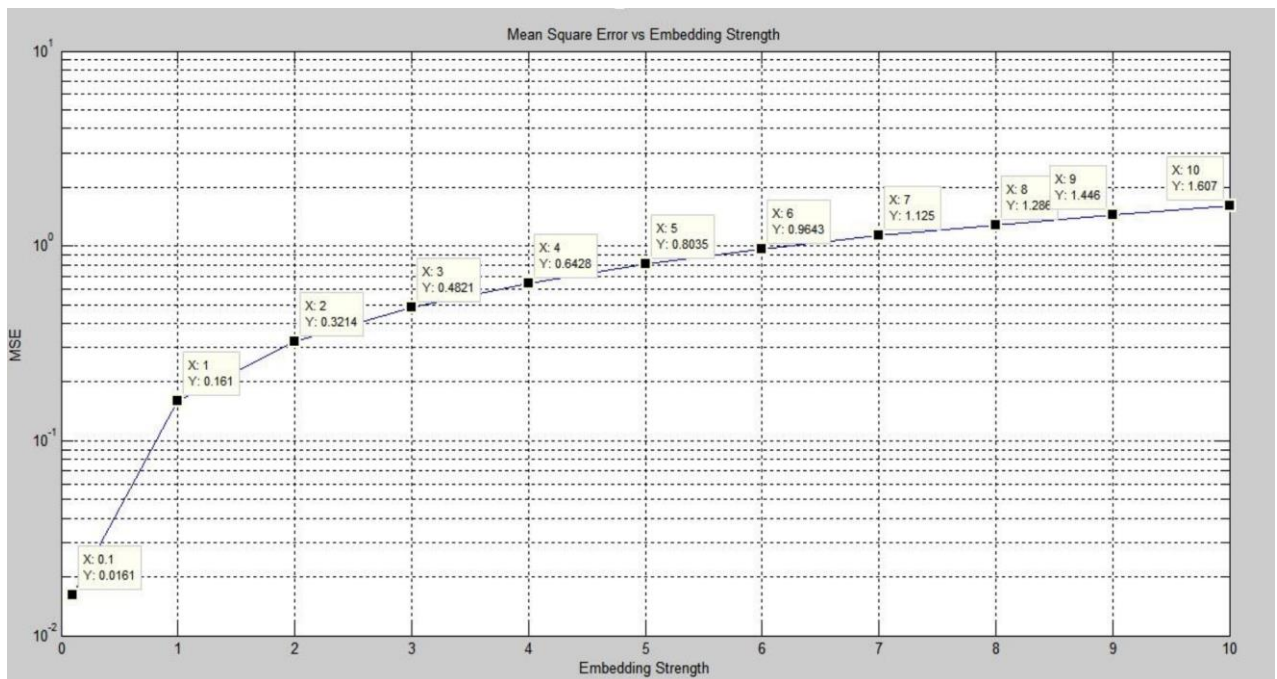


Рис. 2. Середньоквадратична помилка та стійкість вбудовування

З рисунків видно, що в міру збільшення стійкості вбудовування середньоквадратична помилка також збільшується, але пікове відношення сигнал / шум зменшується.

В статті представлений метод стеганографії відео на основі сингулярного розкладання, що використовує дискретне вейвлет-перетворення та дискретне косинусне перетворення. Це менш складний метод порівняно з багатьма іншими існуючими методами відео-стеганографії. Крім того, застосування дискретного вейвлет-перетворення робить наш метод обчислювально реальним. Результати експерименту вказують на те, що система на основі дискретного вейвлет-перетворення та сингулярного розкладу має більше непомітності, що призводить до підвищення рівня захищеності системи.

## Література

1. Diljeet Singh, Navdeep Kanwal, "Dynamic Video Steganography Using LBP on CIELAB Based K-Means Clustering". IEEE 2016.
2. Dhanya Job, Varghese Paul, "An Efficient Video Steganography Technique for Secured Data Transmission". IEEE 2016.
3. Ramandeep Kaur, Pooja, Varsha, "A Hybrid Approach for Video Steganography using Edge Detection and Identical Match Techniques". IEEE 2016.
4. Diksy M. Firmansyah, Tohari Ahmad, "An Improved Neighbouring Similarity Method for Video Steganography".
5. Ramadhan J. Mstafa, Khaled M. Elleithy, "A Novel Video Steganography Algorithm in DCT Domain Based on Hamming and BCH Codes". IEEE 2016.
6. Liyun Qian, Pei Zhou, Jian Chen, Zhitang Li, "An Improved Matrix Encoding Steganography Algorithm Based on H.264 Video". IEEE 2016.