

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ: Методи нанесення цифрових водяних знаків на
цифрові зображення для захисту авторських прав та
автентифікації

ВИКОНАВ:

• Студент гр. СПм-22-1 Єфімов А. Ю.

КЕРІВНИК:

доц. Мартовицький В.О.

ХАРКІВ
2024р.

Причини використання зображень в якості контейнера для стегосистем

- існування завдання захисту фотографій та цифрових зображень від незаконного тиражування та розповсюдження;
- великим обсягом цифрових зображень, що дозволяє впроваджувати ЦВЗ великого обсягу чи підвищувати робастність використання;
- відомим до вбудови та не змінним розміром контейнера, відсутністю обмежень, що накладаються вимогами систем реального часу;
- наявністю у зображеннях текстурних областей, що мають шумову структуру та добре підходять для вбудовування інформації;
- слабкою чутливістю людського ока до певних змін кольорів зображення, його яскравості, спотворень поблизу контурів;
- методами цифрової обробки зображень, що розвиваються.

Мета та завдання

Метою кваліфікаційної роботи є розробка метода нанесення цифрових водяних знаків на цифрові зображення для захисту авторських прав та автентифікації

У ході виконання кваліфікаційної роботи було виконано наступні завдання:

- проаналізовано методи автентифікації;
- проаналізовано методи стеганографії;
- розроблено метод захисту авторських прав та автентифікації.

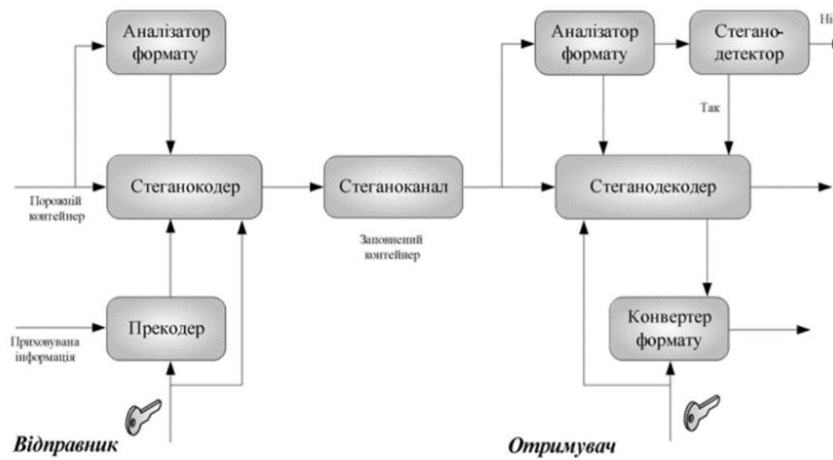
3

Сфери застосування ЦВЗ

- Захист фотографій від незаконного тиражування
- Захист витворів мистецтва
- Вбудовування інтерактивної інформації
- Автентифікація змісту повідомлення

4

Схема типової стегосистеми



5

Математична модель стегосистеми (1)

За W^*, K^*, I^*, B^* позначимо множину можливих ЦВЗ, ключів, контейнерів і повідомлень, що приховуються, відповідно.

Тоді генерування ЦВЗ може бути представлено в наступному вигляді: $F: I^* \times K^* \times B^* \rightarrow W^*$, $W = F(I, K, B)$, де W, K, I, B — представники відповідних множин.

Функція F зазвичай є складовою: $F = T \circ G$, де $G: K^* \times B^* \rightarrow C^*$ і $T: C^* \times I^* \rightarrow W^*$, тобто цифровий водяний знак залежить від властивостей контейнера.

Оператор T модифікує кодові слова C^* , внаслідок чого виходить ЦВЗ W^* . На цю функцію не можна накладати обмеження.

Функція T повинна бути обрана так, щоб вихідний контейнер I_0 , заповнений контейнер I_W та незначно модифікований заповнений контейнер I'_W : $T(C, I_0) = T(C, I_W) = T(C, I'_W)$,

Процес вбудовування ЦВЗ $W(i, j)$ у вихідне зображення $I_0(i, j)$ може бути описаний як суперпозиція двох сигналів:

$\varepsilon: I^* \times W^* \times L^* \rightarrow I_W^*$, $I_W(i, j) = I_0(i, j) \oplus L(i, j)W(i, j)p(i, j)$, де $L(i, j)$ — маска вбудови ЦВЗ, що враховує характеристики СЛЗ, служить зменшення помітності ЦВЗ; $p(i, j)$ — функція проєкції, яка залежить від ключа, та позначений $\oplus$ оператор суперпозиції.

6

Математична модель стегосистеми (2)

Позначимо операцію детектування через D . Тоді

$$D: I_W^* \times K^* \rightarrow \{0,1\}, D(I_W, W) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } I_W \text{ містить } W \\ 0, & \text{якщо } I_W \text{ не містить } W \end{cases}$$

Нехай у половини пікселів зображення значення яскравості збільшено на 1, а решта – зменшено на 1. Тоді

$$I_W = I_0 + W, \text{ де } F(I_0, K) = W.$$

Спочатку детектор ЦВЗ обчислює величину $I_W * W = (I_0 + W) * W = I_0 * W + W * W$. Оскільки W може приймати значення ± 1 , то $I_0 * W$ буде дуже мало, а $W * W$ буде завжди позитивно. Тому $I_W * W$ буде дуже близько до $W * W$. Тоді можна записати ймовірність невірної виявлення стего, як додаткову функцію помилок від квадратного кореня з відношення $W * W$ («Енергія сигналу») до дисперсії значень пікселів яскравості («Енергія шуму»).

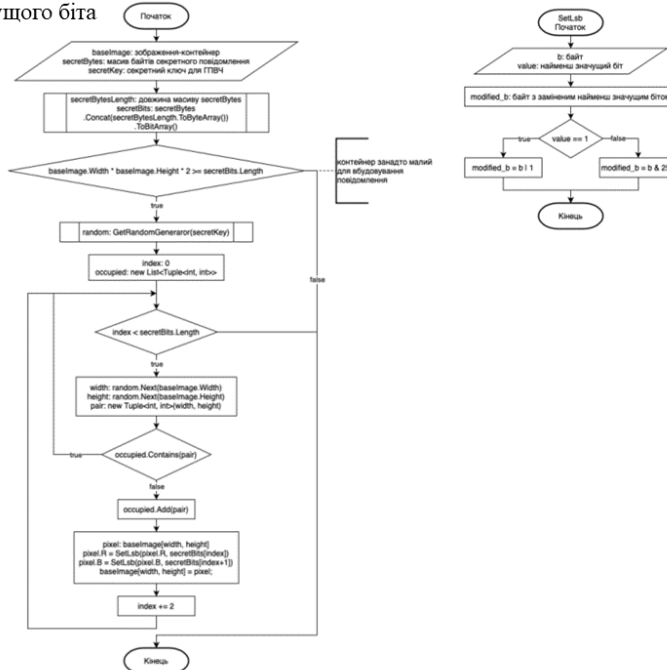
Для випадку м'якого детектора та закритої стегосистеми маємо два основні заходи схожості:

$$\delta = \frac{I_0 \cdot I_W}{\|I_0\| \cdot \|I_W\|} - \text{нормований коефіцієнт взаємної кореляції}$$

$$\delta = N - \sum_{i=1}^N i_0 i_w - \text{відстань по Хеммінгу}$$

7

Метод заміни найменш значущого біта



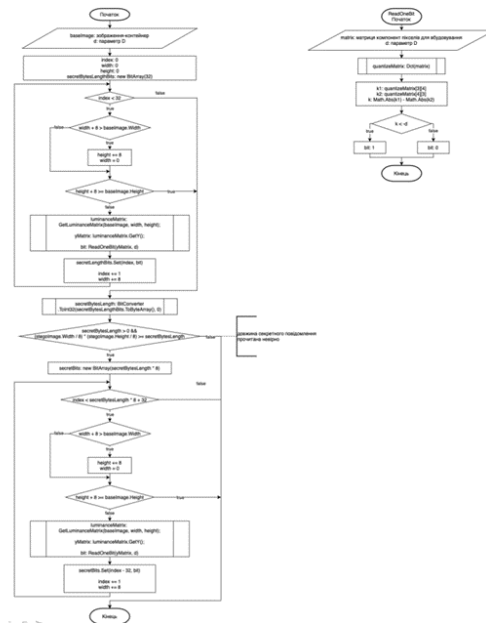
8

Метод Куттера-Джордана-Боссена



9

Метод відносної заміни величин коефіцієнтів ДКП (метод Коха та Жао)



10



Рисунок 1 – Зображення пейзажа (Nure.jpg)



Рисунок 2 – Зображення з багатою палітрою кольорів (Tulips.jpg)

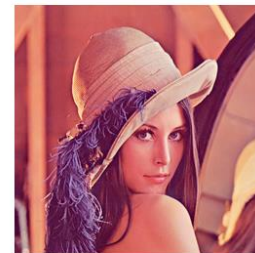


Рисунок 4 – Точкове зображення-портрет (Lena.bmp)



Рисунок 3 – Фотографія з невисокою чіткістю, зроблена з аматорської фотокамери (photo.jpg)



Рисунок 5 – репродукція картини (city.png)



Рисунок 6 – Логотип, створений у графічному редакторі (Logo.png)



Рисунок 7 – Космічний знімок, представлений у форматі TIFF (sky.tiff)

13

Значення параметрів візуального спотворення при вбудовуванні зображення

Таблиця 1 – Значення параметрів візуального спотворення зображення Nure.jpg

	AD	NAD	SNR	PSNR	IF
LSB	0,480371	0,003992	34762,4	121153	99,997%
Kutter	4,14126	0,034373	27,0141	87,912	96,556%
Cox	0,938733	0,009512	23456,9	66099,6	99,995%
Smith	0,873914	0,009255	18567,1	50406,7	99,994%

Таблиця 2 – Показники візуального спотворення зображення Tulips.jpg

	AD	NAD	SNR	PSNR	IF
LSB	0,50	0,0072	30098	130021	99,99%
Kutter	0,64	0,0095	96,96	404,761	98,96%
Cox	0,61	0,0090	24078,8	104635	99,99%
Smith	0,93	0,0140	9989,6	44986,9	99,99%

Таблиця 3 – Показники візуального спотворення зображення photo.jpg

	AD	NAD	SNR	PSNR	IF
LSB	0,500186	0,005061	29710,2	130002	99,9966%
Kutter	0,207647	0,002101	2441,74	10684,2	99,959%
Cox	0,994167	0,01006	14947,8	65406,5	99,9933%
Smith	0,871591	0,00882	13141,3	57501,7	99,9924%

Таблиця 4 – Показники візуального спотворення зображення Lena.bmp

	AD	NAD	SNR	PSNR	IF
LSB	0,50032	0,004746	24526,8	101185	99,9959%
Kutter	0,9866	0,00936	1723,36	7109,71	99,942%
Cox	18,2043	0,1727	35,8981	148,097	97,2143%
Smith	0,859631	0,008155	11852,6	48897,7	99,9916%

Таблиця 5 – Показники візуального спотворення зображення City.png

	AD	NAD	SNR	PSNR	IF
LSB	0,499378	0,007036	13332,3	88309,9	99,9925%
Kutter	0,188796	0,00266	6548,79	43377,6	99,9847%
Cox	27,9807	0,394223	8,25231	54,6611	87,8821%
Smith	0,827543	0,011659	7248,92	48015,1	99,9862%

Таблиця 6 – Показники візуального спотворення зображення Logo.png

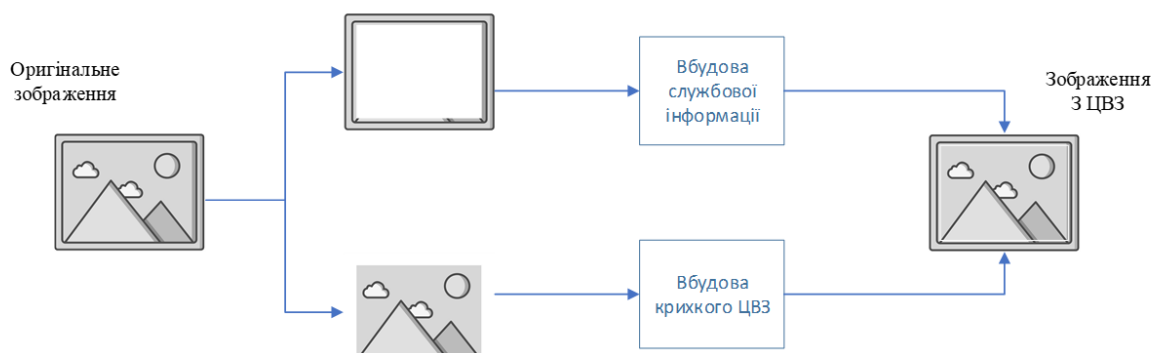
	AD	NAD	SNR	PSNR	IF
LSB	0,499449	0,002513	95744,2	130193	99,999%
Kutter	10,9237	0,054136	19,6862	26,6672	94,9203%
Cox	0,883	0,004376	54150,1	73352,4	99,9982%
Smith	0,996071	0,004936	27691,8	37511,7	99,9964%

Час роботи алгоритму вбудови у найменш значний біт

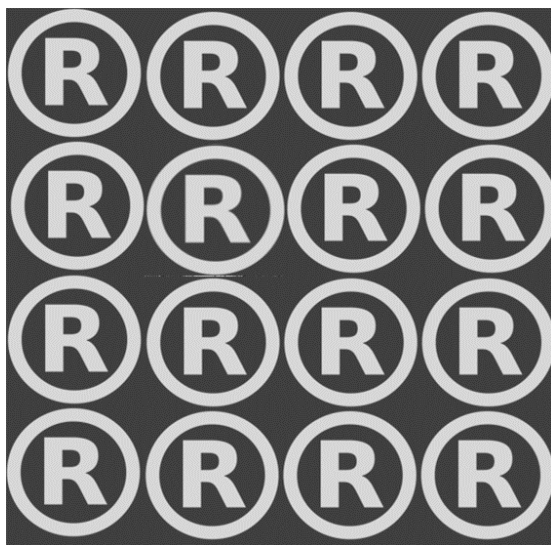
	Шифрування+ Генерування	Вбудовуванн я	Вилучення+ Дешифруванн я	Загальне
Nure.jpg	0,427	1,362	1,036	2,825
Tulips.jpg	0,423	1,312	1,033	2,768
Photo.jpg	0,984	3,254	2,594	6,832
Lena.bmp	0,151	0,467	0,362	0,98
City.png	0,517	1,75	1,29	3,557
Logo.png	0,137	0,508	0,341	0,986
MilkyWay.tiff	0,185	0,546	0,415	1,146
Середній час	0,403	1,314	1,01	2,728

15

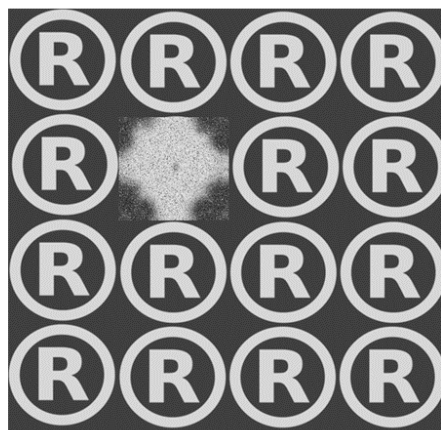
Вбудова гібридних водяних знаків



16



17



18

Висновок

Метою кваліфікаційної роботи була розробка метода нанесення цифрових водяних знаків на цифрові зображення для захисту авторських прав та автентифікації

У ході виконання кваліфікаційної роботи було викано наступні завдання:

- проаналізовано методи автентифікації;
- проаналізовано методи стеганографії;
- розроблено метод захисту авторських прав та автентифікації.

