

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра ЕОМ
Кваліфікаційна робота магістра

Метод нанесення цифрових водяних знаків
з використанням хаотичних карт

Виконав:
ст. гр. СПм-23-5
Шандиба А.С.

Керівник:
проф. Рубан І.В.

МЕТА РОБОТИ

- Об'єкт дослідження – технологія цифрових водяних знаків.
- Предмет дослідження – способи нанесення цифрових водяних знаків з використанням хаотичних карт..
- У цій роботі розглянуто теоретичні засади цифрових водяних знаків, проведено аналіз існуючих методів їх нанесення, а також детально вивчено можливість застосування хаотичних карт у цій сфері. Запропоновано методику використання хаотичних карт для генерування ключів і вбудовування водяних знаків. Проаналізовано сильні та слабкі сторони цього підходу, а також окреслено перспективи майбутніх досліджень у цій галузі.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

- У сучасному цифровому середовищі питання охорони авторських прав та безпеки інформації стають надзвичайно важливими.
- Одним з дієвих способів захисту мультимедійного контенту є технологія цифрових водяних знаків, яка дає змогу ідентифікувати та відстежувати незаконне використання цифрових файлів.
- Водночас, традиційні способи нанесення водяних знаків мають певні недоліки, що стимулює пошук нових рішень.

3

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЦИФРОВИХ ВОДЯНИХ ЗНАКІВ

Цифрові водяні знаки — це процес непомітного вбудовування спеціальної інформації, відомої як цифровий водяний знак, у різні типи цифрового контенту, такі як зображення, аудіо, відео чи текст.

Вбудований водяний знак виконує різноманітні функції, серед яких:

- захист авторських прав,
- автентифікація контенту,
- відстеження розповсюдження матеріалів,
- контроль за цілісністю даних.

Цифровий водяний знак має відповідати кільком ключовим вимогам:

- Непомітність
- Стійкість
- Ємність
- Безпека
- Однозначність

4

Методи нанесення цифрових водяних знаків

Цифрові водяні знаки можуть вбудовуватись у контент двома основними способами:

- у просторовій (часовій)
- частотній області

Вбудовування цифрового водяного знаку у файл зазвичай складається з кількох ключових етапів:

- Генерування водяного знаку
- Вбудовування водяного знаку
- Витягування водяного знаку



Схема загального принципу роботи хаотичної

5

ХАОТИЧНІ КАРТИ ЯК ОСНОВА ДЛЯ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Хаотичні системи — це особливий тип динамічних систем, які хоч і визначаються точними математичними правилами, демонструють поведінку, що на перший погляд здається випадковою або безладною.

До основних характеристик таких систем належать:

- Детермінованість
- Нелінійність
- Висока чутливість до початкових умов
- Топологічне перемішування
- Наявність великої кількості нестійких періодичних траєкторій

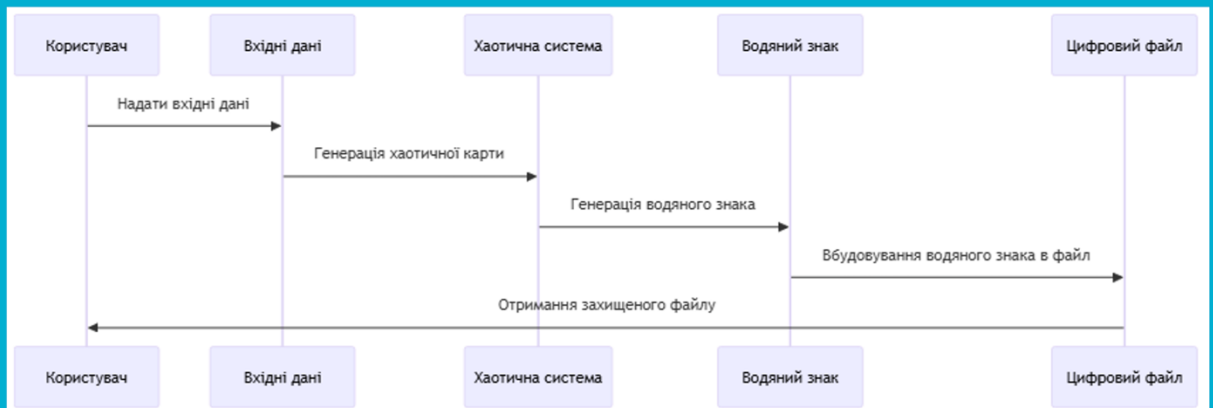
Їх головна особливість полягає в тому, що навіть незначні зміни на початковому етапі призводять до суттєвих відмінностей у подальшому розвитку системи.

Серед найбільш відомих можна виділити:

- Логістична карта
- Карта Ено
- Карта пекаря
- Карта-намет

6

Використання хаотичних карт у цифровому водяному маркуванні



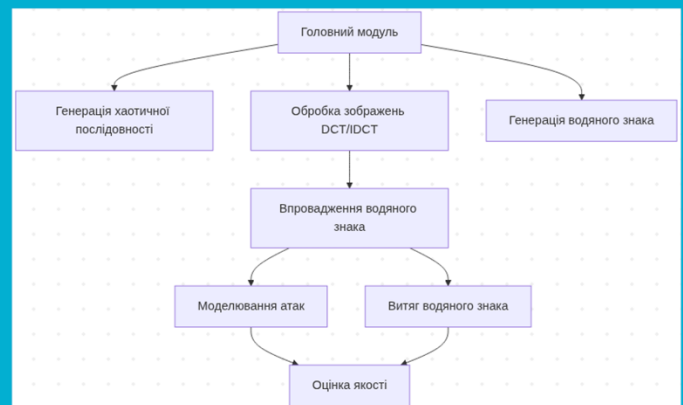
Алгоритм генерації хаотичної карти

7

Структура програми та архітектура

Основні компоненти програми:

- Головний модуль (main.py)
- Блок для генерації хаотичної послідовності реалізований у функції `logistic_map`
- Блок обробки зображень
- Функція `generate_text_watermark` створює текстовий водяний знак
- Функція `embed_watermark` виконує інтеграцію водяного знака
- Функція `extract_watermark` дозволяє відновити водяний знак із зображення



Організація компонентів програми

8

Генерація хаотичної послідовності

- Генерація хаотичної послідовності є важливим етапом у процесі нанесення цифрового водяного знака.
- Формула логістичної карти має вигляд:

$$x(n+1) = r * x(n) * (1 - x(n))$$

```
def logistic_map(seed, r, n):
    # Ініціалізація послідовності
    sequence = []
    x = seed
    # Генерація послідовності
    for _ in range(n):
        x = r * x * (1 - x) # Формула логістичної карти
        sequence.append(x)
    return sequence
```

Генерація хаотичної послідовності

9

Обробка зображень

```
def apply_dct(image):
    # Перетворення зображення у float32 для точності обчислень
    image_float = np.float32(image)
    # Виконання DCT
    dct_coefficients = cv2.dct(image_float)
    return dct_coefficients
def apply_idct(dct_coefficients):
    # Виконання IDCT
    restored_image = cv2.idct(dct_coefficients)
    # Перетворення результату у формат uint8
    return np.uint8(np.clip(restored_image, 0, 255))
```

Реалізація функцій DCT та IDCT



10

Генерація текстового водяного знака

```
def generate_text_watermark(text, width, height, font_scale=1, thickness=2):
    # Створення порожнього зображення (чорно-білого)
    watermark = np.zeros((height, width), dtype=np.uint8)
    # Вибір шрифту
    font = cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX
    # Розрахунок розміру тексту
    text_size = cv2.getTextSize(text, font, font_scale, thickness)[0]
    text_width, text_height = text_size
    # Визначення позиції тексту для центрування
    text_x = (width - text_width) // 2
    text_y = (height + text_height) // 2
    # Нанесення тексту на зображення
    cv2.putText(watermark, text, (text_x, text_y), font, font_scale, 255,
                thickness)
```

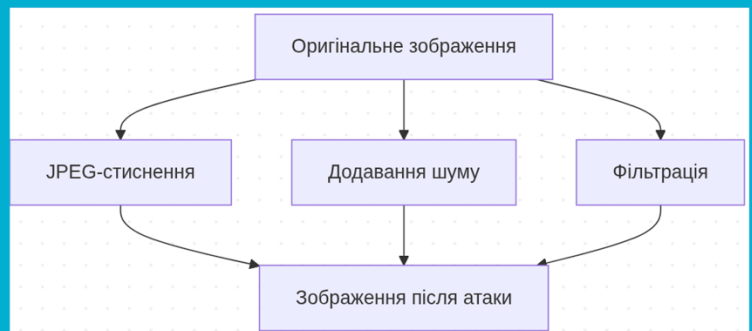


11

Моделювання атак

Основні типи атак

- JPEG-стиснення
- Додавання шуму
- Фільтрація



12

Тестування

```
python main.py --host image.png --watermark_text "WATERMARK" --alpha 0.1 --wm_width 200 --wm_height 100 --font_scale 1.0 --thickness 2 --seed 0.3 --r 3.99 --attack none
```



Стартове зображення



Зображення після введення
водяного знаку



Результат виконання
програми

13

ВИСНОВОК

- Внаслідок аналізу застосування хаотичних карт у контексті впровадження цифрових водяних знаків, можна виділити кілька ключових спостережень.
- Хаотичні карти, що демонструють властивості непередбачуваності та залежності від початкових умов, забезпечують посилений захист від різноманітних впливів.
- Використання хаотичних карт у технологіях цифрових водяних знаків демонструє значний потенціал для створення більш складних та захищених методів захисту цифрової інформації.
- Хаотичні системи, які мають здатність формувати унікальні та комплексні послідовності, можуть значно покращити стійкість до атак
- Методи впровадження водяних знаків на основі хаотичних карт мають великий потенціал у сучасних технологіях забезпечення безпеки.
- Їх можна використовувати для захисту авторських прав у медіа-індустрії, у фінансових технологіях для забезпечення цілісності транзакцій, а також у галузях, які вимагають високого рівня конфіденційності даних, наприклад, у сфері охорони здоров'я та державної безпеки.
- Результати дослідження опубліковано у статті : Шандиба А. С., Сітніков В. І. Нанесення цифрових водяних знаків з використанням хаотичних карт Системи управління, навігації та зв'язку. 2024. №4 208-214 с.

14