

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ ВОДЯНИХ ЗНАКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧАСТОТНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ НА PYTHON

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даному дослідженні представлено систему захисту цифрових зображень за допомогою цифрових водяних знаків, створену на основі частотних перетворень (DCT, DWT). Реалізація на Python із використанням бібліотек OpenCV, NumPy та PyWavelets забезпечує стійкість водяного знаку до атак, таких як стиснення чи обертання. Запропонований підхід ефективний для захисту авторських прав і цілісності зображень у цифровій медіа індустрії та електронній комерції.

Ключові слова: цифрові водяні знаки, захист зображень, частотні перетворення, Python, дискретне косинусне перетворення (DCT), дискретне вейвлет-перетворення (DWT).

Abstract

This article presents a digital image protection system using digital watermarks based on frequency transforms (DCT, DWT). The implementation in Python using OpenCV, NumPy and PyWavelets libraries ensures the watermark's resistance to attacks such as compression or rotation. The proposed approach is effective for protecting copyright and image integrity in the digital media industry and e-commerce.

Keywords: digital watermarks, image protection, frequency transforms, Python, discrete cosine transform (DCT), discrete wavelet transform (DWT).

Вступ

У сучасному цифровому світі захист зображень та інших медіа даних стає дедалі актуальнішою проблемою через стрімке зростання обсягу інформації та легкість її копіювання й поширення. Зокрема, питання забезпечення авторських прав і цілісності зображень є критичним для таких галузей, як медіа індустрія, електронна комерція, наука і технології. Одним із найбільш ефективних інструментів вирішення цих завдань є впровадження технології цифрових водяних знаків.

Основна частина

У даній роботі розглянуто метод захисту цифрових зображень за допомогою цифрових водяних знаків, реалізований через частотні перетворення. Водяний знак вбудовується у частотну область зображення, що дозволяє ефективно захищати авторські права, зберігаючи при цьому високу якість зображення. Основний етап алгоритму полягає в перетворенні зображення у частотну область за допомогою методів дискретного косинусного перетворення (DCT) або дискретного вейвлет-перетворення (DWT).

Першим кроком є перетворення оригінального зображення у частотну область. Для цього використовуються методи DCT або DWT. DCT дозволяє розкласти зображення на частотні компоненти, що в основному включають низькочастотні, середньочастотні та високочастотні коефіцієнти. Зазвичай для вбудовування водяного знаку використовуються середньочастотні коефіцієнти, оскільки вони менш чутливі до спотворень. Водночас DWT дає можливість поділити зображення на піддіапазони, що включають низькочастотні та високочастотні компоненти в різних рівнях. Це дозволяє краще контролювати рівень змін, що вносяться в зображення при вбудовуванні водяного знаку.

Другим етапом є власне вбудовування водяного знаку. Для цього водяний знак модифікує вибрані частотні коефіцієнти зображення. Наприклад, це можуть бути цифрові тексти, логотипи чи інші зображення. Процес модифікації здійснюється таким чином, щоб зміни були непомітні для людського ока, що важливо для того, щоб зображення виглядало майже ідентичним до оригіналу. Водночас водяний знак може бути витягнутий і виявлений за допомогою зворотного перетворення частотних компонентів зображення.

Після внесення змін виконується зворотне частотне перетворення (IDCT або IDWT), яке дозволяє отримати зображення з вбудованим водяним знаком. Це зображення виглядає схожим на оригінал, але містить приховану інформацію, яка може бути використана для перевірки авторства або автентичності. Схема процесу захисту зображень цифровими водяними знаками наведена на рисунку 1.

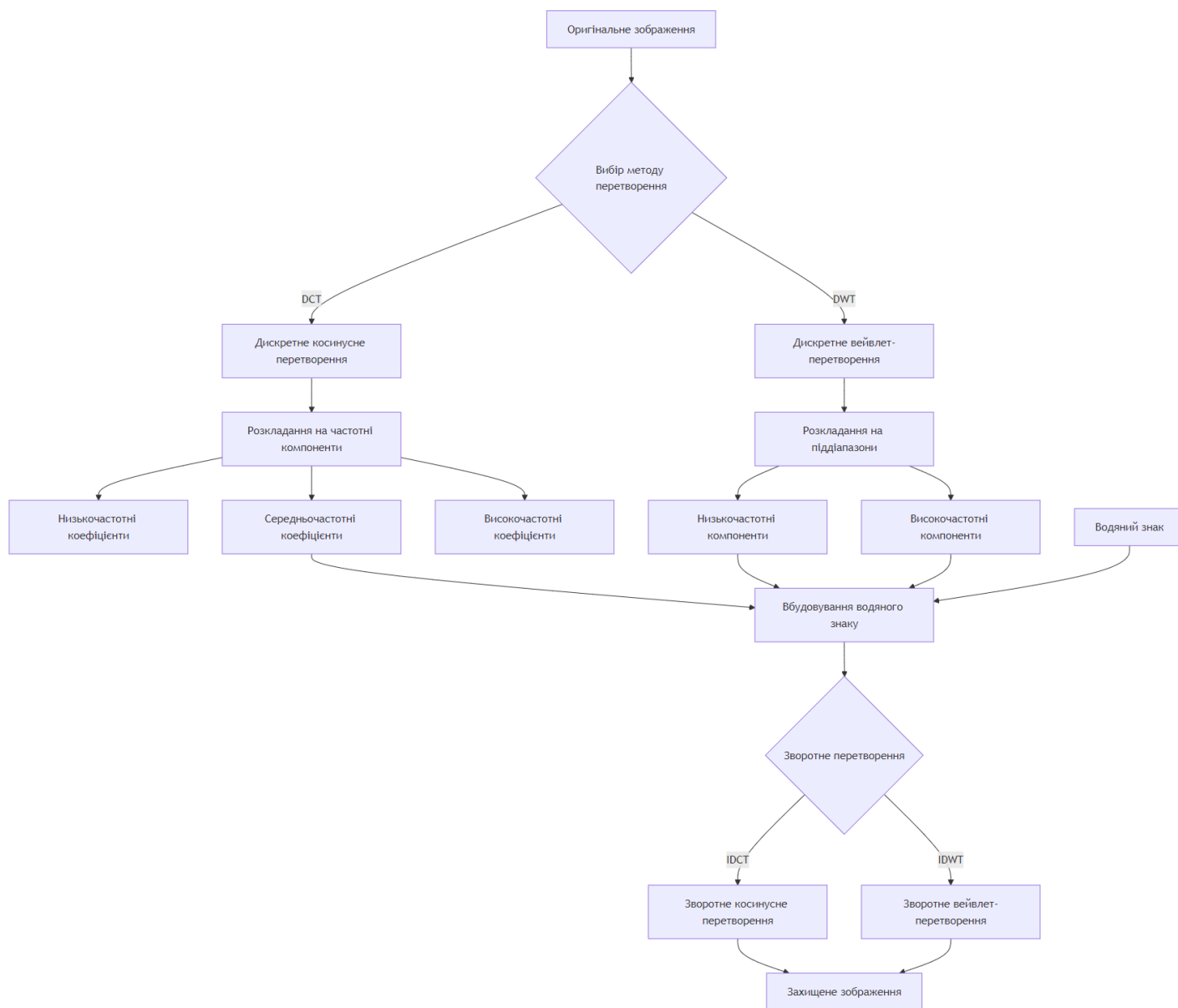


Рисунок 1 – Схема процесу захисту зображень цифровими водяними знаками

Результати дослідження

На заключному етапі алгоритм виконує витягнення водяного знаку з обробленого зображення. Процес витягнення базується на аналізі змін у частотних коефіцієнтах після модифікацій. Витягнутий водяний знак порівнюється з оригінальним, що дозволяє оцінити його точність і надійність.

Вигляд обробленої фотографії за допомогою розробленої програми представлено на рисунку 2.

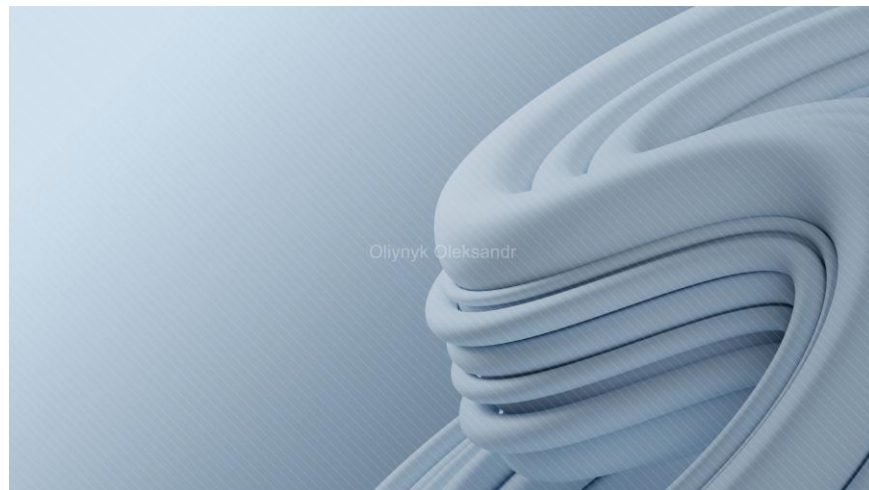


Рисунок 2 – Результат роботи програми

Код програми, за допомогою якої створено водяні знаки:

```
from PIL import Image, ImageDraw, ImageFont
def add_watermark_overlay(input_image_path, output_image_path,
watermark_text):
    try:
        input_image = Image.open(input_image_path)
        input_image = input_image.convert('RGBA')
        width, height = input_image.size
        overlay = Image.new('RGBA', input_image.size, (255, 255, 255, 0))
        draw = ImageDraw.Draw(overlay)
        watermark_color_pattern = (255, 255, 255, 30)
        for i in range(0, width + height, 50):
            draw.line([(0, height - i), (i, height)],
fill=watermark_color_pattern, width=5)
        font_size = 80
        try:
            font = ImageFont.truetype('arial.ttf', font_size)
        except IOError:
            font = ImageFont.load_default()
        text_bbox = font.getbbox(watermark_text)
        text_width = text_bbox[2] - text_bbox[0]
        text_height = text_bbox[3] - text_bbox[1]
        x = (width - text_width) // 2
        y = (height - text_height) // 2
        watermark_color_text = (255, 255, 255, 80)
        draw.text((x, y), watermark_text, fill=watermark_color_text,
font=font)
        watermarked_image = Image.alpha_composite(input_image, overlay)
        watermarked_image.save(output_image_path, "PNG")
        print(f"Водяний знак успішно додано та збережено в
{output_image_path}")
    except FileNotFoundError:
        print(f"Помилка: файл {input_image_path} не знайдено.")
    except Exception as e:
        print(f"Сталася помилка: {e}")
input_image_path = 'input_image.jpg'
output_image_path = 'output_image.png'
watermark_text = "Oliynyk Oleksandr"
add_watermark_overlay(input_image_path, output_image_path, watermark_text)
```

Висновки

Застосування частотних перетворень, таких як DCT і DWT, зберігається висока якість зображення, що є важливим фактором у застосуванні цього методу до реальних задач. Водяний знак стає малопомітним для ока користувача, що робить його ефективним для використання в різноманітних сферах, де важливий захист авторських прав або перевірка автентичності

зображень. Програмна реалізація алгоритму на Python із використанням бібліотек OpenCV, NumPy та PyWavelets дозволяє легко адаптувати його до різних умов і типів зображень. Водяний знак можна вбудовувати в будь-який тип зображень: чорно-білі, кольорові, а також зображення з високою роздільною здатністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Електронне джерело «Цифровий водяний знак» URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Цифровий_водяний_знак
2. Електронне джерело «LUT архітектура» URL: <http://dspace.opu.ua/xmlui/handle/123456789/1545>
3. Електронне джерело «Додавання водяного знаку Python» URL: <https://python-scripts.com/watermark-your-photos-with-python>
4. Твердохліб, Ю. В. Методи та інформаційна технологія комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Твердохліб Юлія Володимирівна ; ХНЕУ. — 3., 2018. — 178 с.
5. Дубровін, В. І. Огляд методів вейвлет-перетворення для аналізу фоно- та електрокардіограм / В. І. Дубровін, Ю. В. Твердохліб, А. В. Рашавченко // Журнал Бионика интеллекта. — 2013. — № 2(8). — С. 87-92.
6. Lin, E.T., Video and Image Watermark Synchronization, in Center for Education and Research in Information Assurance and Security. PhD thesis, Purdue University: West Lafayette.2015.

Олійник Олександр Миколайович – студент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: rubicon536@gmail.com

Софіна Ольга Юрївна – к.т.н., доцент кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olsofina@gmail.com

Olexandr Oliynyk– student of the Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rubicon536@gmail.com

Olga Sofina – PD, Associate Professor of Automation and Intelligent Information Technologies, Faculty of Computer Systems and Automatics Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olsofina@gmail.com