



Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра інформаційних систем та технологій

Лабораторна робота №5
З дисципліни «Технології Computer Vision»

*ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ СЕГМЕНТАЦІЇ ТА
КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧ
COMPUTER VISION*

Виконала
студент кафедри
ІСТ ФІОТ,
групи ІА-12:
Яковенко Д. О.

Перевішив:
пос. Баран Д. Р.

Київ 2024

I. Мета:

Дослідити принципи та особливості практичного застосування технологій сегментації та кластеризації цифрових зображень для задач Computer Vision з використанням спеціалізованих програмних бібліотек.

II. Завдання:

Розробити програмний скрипт, що забезпечує цифрову обробку зображень для розрізнення та ідентифікації обраних об'єктів на цифровому знімку земної поверхні з низькою роздільною здатністю за цифровими зображеннями відкритих джерел даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) із космосу.

Порядок організаційних дій та функціонал програмного скрипта:

1. Обрати район спостереження та об'єкти ідентифікації – однакові за оперативними та високоточними джерелами даних ДЗЗ – див. табл.
2. Отримати цифрові растрові знімки обраного району земної поверхні з оперативних та високоточних джерел даних ДЗЗ із збереженням їх у файлі відповідного типу.
3. За допомогою програмного скрипта провести кольорову корекцію та / або фільтрацію даних ДЗЗ від оперативних та високоточних джерел відносно об'єкта ідентифікації.
4. Реалізувати програмно кольорову кластеризацію покращених в п.3 зображень об'єкта ідентифікації на даних ДЗЗ від оперативних та високоточних джерел.
5. Здійснити сегментацію кластеризованих в п.4 цифрових зображень від оперативних та високоточних джерел даних ДЗЗ із виділенням контуру об'єкта ідентифікації.
6. Шляхом візуального та / або програмного порівняння контурів обраних об'єктів векторизованих зображень від оперативних та високоточних джерел даних ДЗЗ здійснити ідентифікацію цих об'єктів.

Вимоги та обмеження:

Об'єктами для ідентифікації можуть бути площадні або точкові об'єкти: лісові насадження, вирубки лісів, водойми, площі ерозії поверхні Землі, сільськогосподарські угіддя, посівні площі, будівлі, автівки, техногенні / критичні об'єкти.

Ідентифікація – полягає у встановленні лінгвістичної назви об'єкта та здійснюється за геометрією контура.

Всі процеси обробки повинні бути спрямовані та реалізовані відносно об'єкта ідентифікації.

Порядок, зміст, методи і технології етапів обробки цифрового зображення, вказаних у п.3,4,5 – є результатами обґрунтованих власних R&D досліджень, відносно обраних на даних ДЗЗ об'єктів та спрямовані на головний результат – об'єктова ідентифікація.

Дозволяється змінювати джерела оперативних та еталонних даних ДЗЗ за власним обґрунтованим рішенням.

II – максимально 9 балів, функціонал скрипта реалізовано у повному обсязі, п.6

технічних вимог (ідентифікація об'єкта) реалізовано шляхом програмного порівняння контурів.

Варіант (місяць народження)	Джерела даних ДЗЗ	Технічні умови
3	<p>1. Оперативні: https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=14&lat=52.04212&lng=29.27444&themeId=WILDFIRES-NORMAL-MODE&visualizationUrl=https%3A%2F%2Fservices.sentinel-hub.com%2Fogc%2Fwms%2Faae18701-6b25-4001-8b2a-b98a1b3806c1&datasetId=S2L2A&fromTime=2022-03-16T00%3A00%3A00.000Z&toTime=2022-03-16T23%3A59%3A59.999Z&layerId=1FALSE-COLOR</p> <p>2. Високоточні: https://www.google.com.ua/maps</p>	<p>Район спостереження – Полісся. Об’єкти ідентифікації – лісові насадження. Дата оперативних даних – 07.01.22.</p> <p>Метод і технологія кластеризації / сегментації – повинні забезпечувати</p> <p>можливість розрізнення та ідентифікацію обраних об’єктів спостереження.</p>

III. Результати виконання лабораторної роботи.

3.1. Синтезована математична модель перетворень графічних об’єктів відповідно до індивідуального завдання.

Відповідно до умов задачі синтезовано математичну модель операцій над цифровими растровими знімками району Полісся (Україна) земної поверхні з оперативних та високоточних джерел даних ДЗЗ.

Модель реалізує операцію ідентифікації лісових насаджень на цифрових растрових знімках обраного району земної поверхні з оперативних та високоточних джерел даних ДЗЗ.

- **Перетворення в RGB:** Завантажені зображення, які за замовчуванням знаходяться в BGR кольоровому просторі (формат OpenCV), перетворюються в RGB кольоровий простір за допомогою функції cv2.cvtColor().
- **Гаусове розмиття:** Для зменшення шумів і згладжування зображення використовується Гаусове розмиття (cv2.GaussianBlur()). Цей метод застосовує Гаусове ядро для згладжування зображення, що робить його менш чутливим до дрібних деталей і шумів.
- **HSV кольоровий простір:** Зображення конвертується з RGB в HSV (Hue, Saturation, Value) кольоровий простір за допомогою функції cv2.cvtColor(). HSV кольоровий простір є зручнішим для обробки кольорів, оскільки дозволяє легко виділяти певні кольорові діапазони.
- **Діапазони кольорів для лісових насаджень:** Визначаються діапазони кольорів, які відповідають лісовим насадженням у HSV кольоровому просторі.
 - Для високоякісного зображення: forest_lower_bound_hq та forest_upper_bound_hq.
 - Для оперативного зображення: forest_lower_bound_op та forest_upper_bound_op.
- **Маска:** Маска створюється за допомогою функції cv2.inRange(), яка виділяє пікселі зображення, що належать до заданого діапазону кольорів. Маска - це двовимірне

зображення, де пікселі, які відповідають діапазону кольорів, мають значення 255, а всі інші - 0.

- **Морфологічне закриття:** Для видалення шумів і заповнення дрібних прогалин використовується морфологічне закриття (`cv2.morphologyEx()` з параметром `cv2.MORPH_CLOSE`). Ця операція застосовує розширення пікселів, а потім ерозію (звуження), використовуючи ядро `np.ones((5, 5), np.uint8)`.

Додатково підраховуємо кількість пікселів, що відповідають лісовим насадженням, і розраховуємо їх відсоток від загальної кількості пікселів у зображенні. Результат виводимо в консолі програми.

3.2. Блок схема алгоритму та її опис.

Застосування синтезованих моделей здійснюється у порядку, що відображає суть алгоритму реалізації завдань лабораторної роботи.

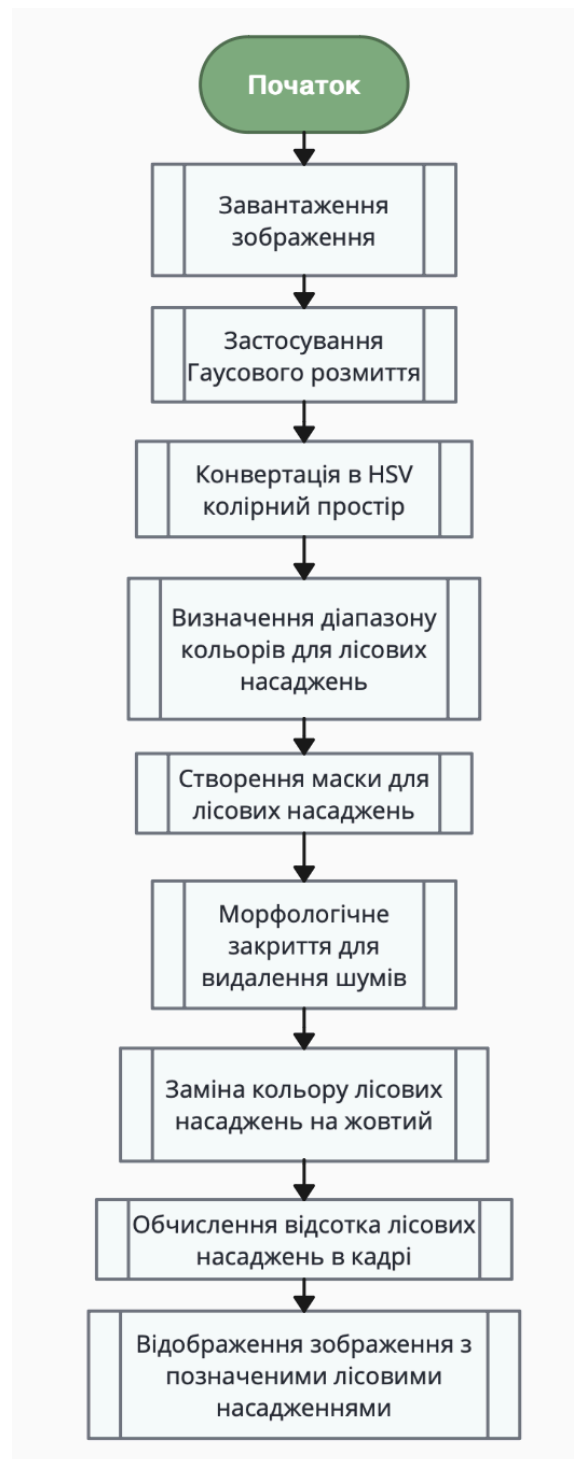


Рис.1. Блок-схема алгоритму програми для завдання другої складності.

Розглянемо даний алгоритм. Алгоритм програми для обробки зображень складається з наступних кроків. Спочатку визначається функція ``process_image`` (власне для неї створений алгоритм розташований вище), яка приймає чотири параметри: шлях до зображення, нижню та верхню межі кольорового діапазону для маски, а також текстове

повідомлення для виводу. Далі у функції виконується завантаження зображення з використанням OpenCV, після чого зображення конвертується з BGR в RGB колірний простір. Потім застосовується Гаусове розмиття для зменшення шумів на зображенні.

Наступним етапом є конвертація зображення в HSV колірний простір, що полегшує сегментацію за кольором. Після цього створюється маска на основі заданих нижньої та верхньої меж кольорового діапазону, яка виділяє пікселі, що відповідають лісовим насадженням. Для видалення шумів на масці застосовується морфологічна операція закриття з використанням прямокутного ядра розміром 5x5. Пікселі, що відповідають лісовим насадженням, змінюються на жовтий колір.

Після цього обчислюється відсоток лісових насаджень у зображенні. Це робиться шляхом підрахунку кількості білих пікселів у масці і ділення цієї кількості на загальну кількість пікселів у зображенні, а потім множення на 100 для отримання відсотка. Результат виводиться у консоль разом з текстовим повідомленням.

Нарешті, відображається зображення з позначеними лісовими насадженнями за допомогою бібліотеки matplotlib.

Для обробки зображення з високоякісного джерела викликається функція `process_image` з параметрами: шлях до зображення, межі кольорового діапазону для лісових насаджень (нижня - (20, 60, 30), верхня - (150, 125, 65)) та повідомлення для виводу результату. Для обробки зображення з оперативного джерела викликається та ж функція з іншими параметрами: шлях до зображення, межі кольорового діапазону (нижня - (0, 150, 0), верхня - (255, 255, 255)) та відповідне повідомлення для виводу.

На цьому робота алгоритму завершується.

3.3. Опис структури проекту програми в середовищі PyCharm.

Для реалізації розробленого алгоритму мовою програмування Python з використанням можливостей інтегрованого середовища PyCharm сформовано проект.

Проект базується на лінійній бізнес-логіці функціонального програмування та має таку структуру.

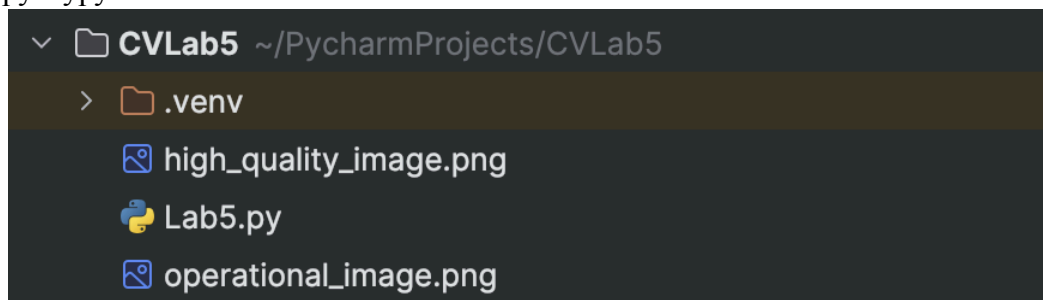


Рис.2. Структура проекту.

CVLab5 – головний каталог проекту

high_quality_image та operational_image – зображення для обробки

Lab5.py – файл програмного коду лабораторної роботи;

3.4. Результати роботи програми відповідно до завдання.

Результатом роботи програми є програма, в якій при її запуску отримуємо такий результат:

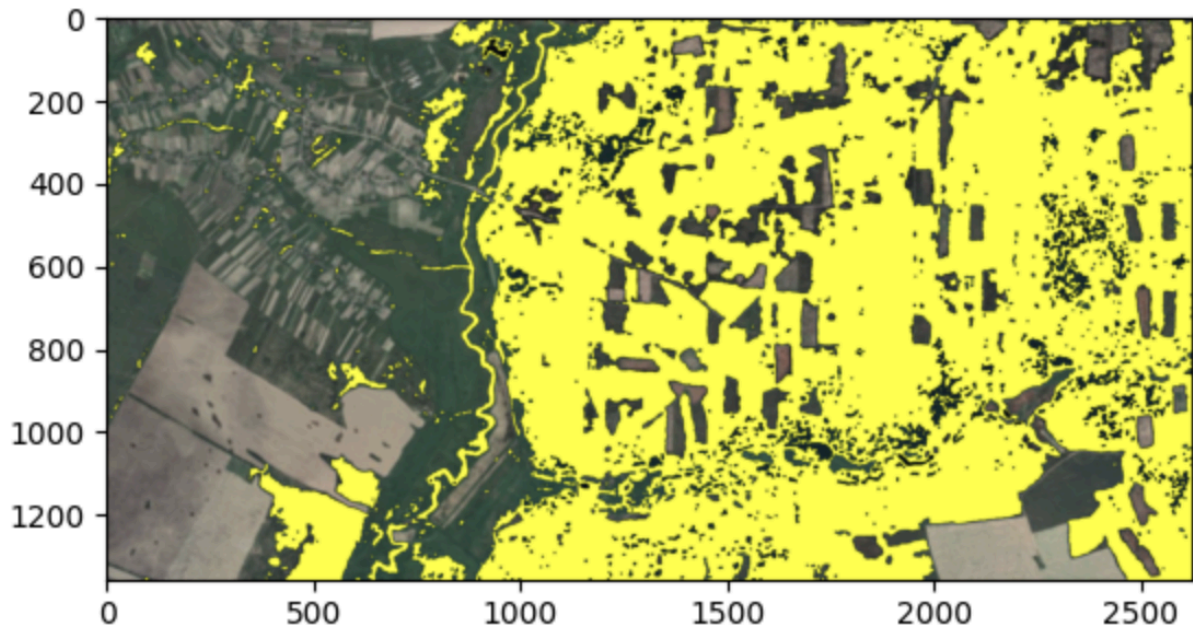


Рис.3. Результат обробки зображення з високоточного джерела.

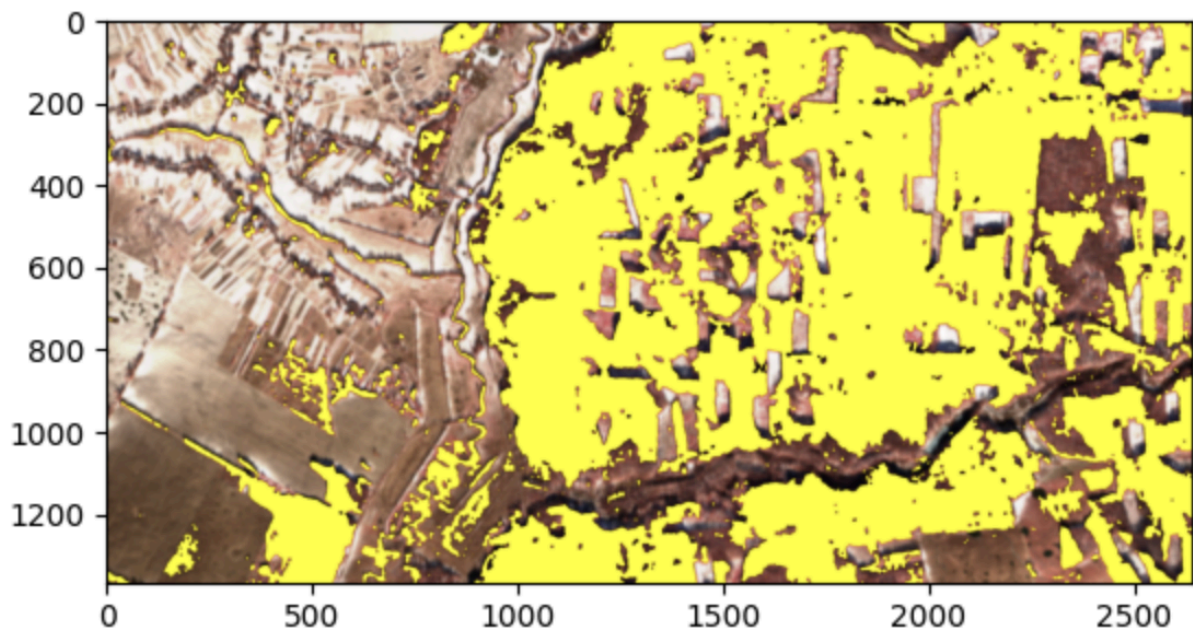


Рис.4. Результат обробки зображення з оперативного джерела.

```
/Users/daria/PycharmProjects/CVLab5/.venv/bin/python /Users/daria/PycharmProjects/CVLab5/Lab5.py  
На високоякісному зображенні лісові насадження займають 49.6% кадру.  
На оперативному зображенні лісові насадження займають 45.1% кадру.
```

Рис.5. Результат обробки зображень (консоль).

Обробка двох зображень, високоточного та оперативного, демонструє різницю в якості виявлення лісових насаджень через обмеження кольорового діапазону для маски.

На високоточному зображенні (Рис.3) видно чіткіші межі та краще розпізнавання лісових масивів, тоді як на оперативному зображенні (Рис.4) є значні шуми і менша точність.

Таким чином, представлені результати у повному обсязі відповідають завданню лабораторної роботи.

3.5. Програмний код.

Програмний код послідовно реалізує алгоритми для виконання завдання другого рівня складності.

При цьому використано можливості Python бібліотек: `openCV`, `numpy`, `matplotlib`.

```
import cv2
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt

def process_image(image_path, lower_bound, upper_bound, message):
    # Завантаження зображення
    img = cv2.imread(image_path)
    img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB)

    # Застосування Гаусового розмиття
    img = cv2.GaussianBlur(img, (7, 7), 3)

    # Конвертація в HSV колірний простір
    hsv_img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_RGB2HSV)

    # Створення маски
    mask = cv2.inRange(hsv_img, lower_bound, upper_bound)

    # Морфологічне закриття для видалення шумів
    kernel = np.ones((5, 5), np.uint8)
    mask = cv2.morphologyEx(mask, cv2.MORPH_CLOSE, kernel)

    # Заміна кольору лісових насаджень на жовтий
    img[mask > 0] = (255, 255, 0)

    # Обчислення відсотка лісових насаджень в кадрі
    img_shape = img.shape
    forest_area = np.sum(mask == 255)
    print(f"{message} {(forest_area / (img_shape[0] * img_shape[1]) * 100):.1f}%  
кадру.")

    # Відображення зображення з позначеними лісовими насадженнями
    plt.imshow(img)
    plt.show()

'''
Обробка зображення з високоякісного джерела ДЗЗ
'''
process_image(
    "high_quality_image.png",
    lower_bound=(20, 60, 30),
    upper_bound=(150, 125, 65),
    message="На високоякісному зображенні лісові насадження займають"
)

'''
Обробка зображення з оперативного джерела ДЗЗ
'''
```



```
process_image(  
    "operational_image.png",  
    lower_bound=(0, 150, 0),  
    upper_bound=(255, 255, 255),  
    message="На оперативному зображенні лісові насадження займають"  
)
```

3.6. Аналіз результатів відлагодження та верифікації результатів роботи програми.

Результати відлагодження та тестування довели працездатність розробленого коду.

Верифікація функціоналу програмного коду, порівняння отриманих результатів з технічними умовами завдання на лабораторну роботу доводять, що завдання виконано у повному обсязі.

IV. Висновки.

У ході виконання лабораторної роботи проведено дослідження технологій сегментації та кластеризації цифрових зображень. Здійснено його обробку таким чином, аби мати змогу розпізнавати лісові насадження та обраховувати їх відсоток на поточному кадрі. По отриманих зображеннях я здійснила аналіз території Полісся України. Я обрала саме цю територію, оскільки це та частина нашої країни, де здійснюється масова вирубка лісів. Сподіваюся, отриманий відсоток підрахунку територій буде зростати саме у таких програмах, а не в тих, що підраховують кількість вирубані території.

Виконала: студент Яковенко Д.О.