

# МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА НА ТЕМУ «АЛГОРИТМ ОПТИЧНОЇ НАВІГАЦІЇ ДРОНА»

---

Виконала студентка 2 курсу  
МП «Інженерія програмного забезпечення»  
Бойко Христина  
Науковий керівник:  
д.т.н., проф. Глибовець Андрій Миколайович

## Актуальність

- Вразливість супутникової навігації БПЛА до РЕБ
- Оптиволоконне керування обмежує дальність польоту, маневреність і вантажопідйомність БПЛА
- Оптична навігація за зображеннями місцевості не залежить від GPS

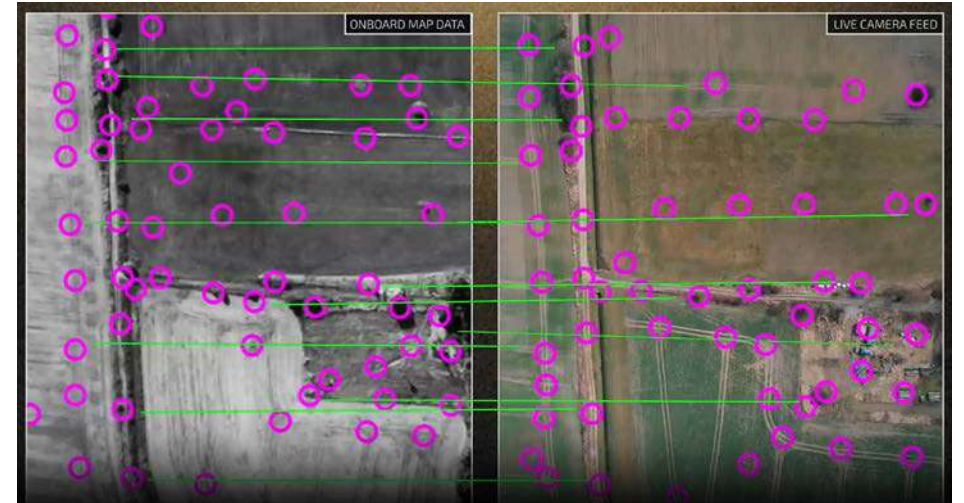
## Предмет дослідження

Розробка алгоритму оптичної навігації на основі аналізу відео зображення з камери дрона та попередньо обробленої карти



# Постановка задачі

- Попередня обробка карти місцевості
- Алгоритм оптичної навігації БПЛА за картою і кадрами
- Локалізація дрона через зіставлення кадрів з картою
- Стратегія навігації до цільової точки



# Розглянуті підходи до вирішення задачі

Алгоритм ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF):

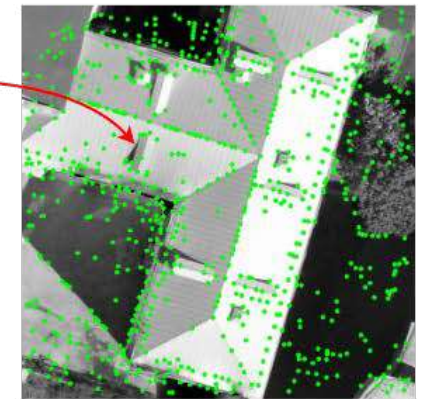
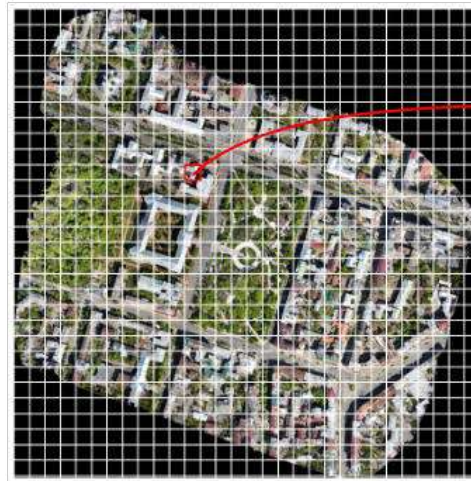
- Класичний алгоритм для виявлення і опису ключових точок
- Бінарні дескриптори забезпечують швидке зіставлення

Нейромережеві моделі SuperPoint і SuperGlue:

- SuperPoint поєднує виявлення ключових точок і побудову дескрипторів в єдиній, попередньо навченій моделі
- Забезпечує високу точність, меншу кількість хибних відповідностей і адаптується до нових візуальних умов

# Реалізація попередньої обробки карти

- Карту GeoTIFF розбито на квадратні фрагменти за полем зору дрона
- Для кожного фрагмента обчислено та збережено індекси, піксельні та GPS координати кутів і центрів
- Підходом SuperPoint / ORB виділено ключові точки та дескриптори
- Усі візуальні ознаки та координати збережено в .prz файл для подальшого пошуку відповідностей карти з кадрами дрона

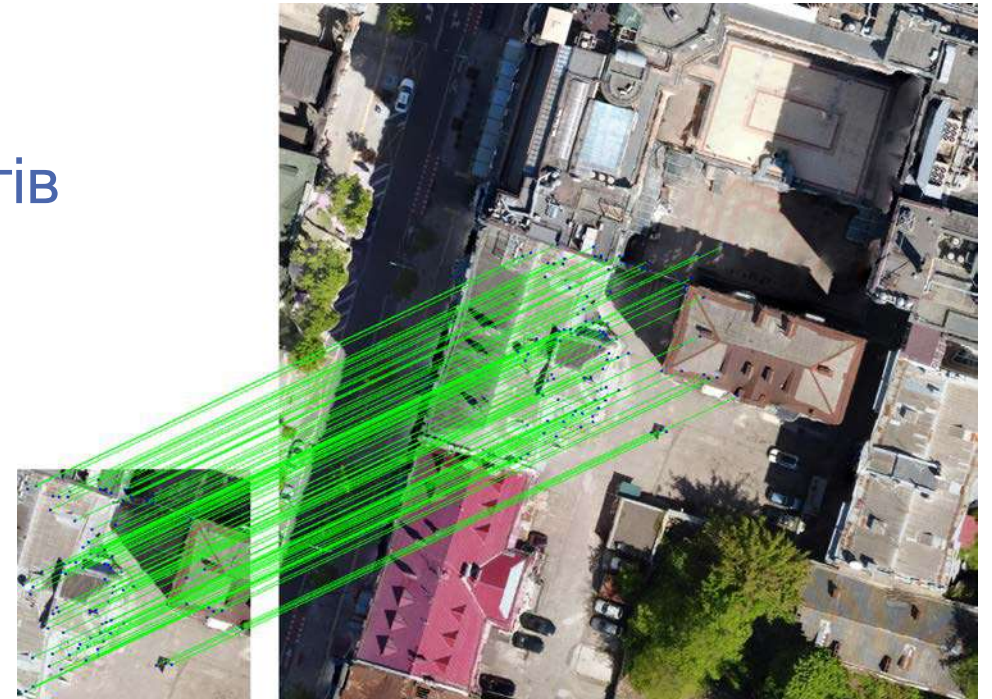


# Алгоритм навігації за кадрами з дрона і картою

- Попередня обробка карти
- Встановлення цільової точки та зони запуску дрона
  - Отримання кадру з камери дрона
  - Розрахунок візуальних ознак кадру через SuperPoint / ORB
  - Вибір фрагментів карти для зіставлення
  - Порівняння дескрипторів і вибір найбільш схожого фрагмента карти за кількістю збігів та відстанню до центра кадру
  - Оцінка положення дрона
  - Визначення подальшого напрямку руху
- Завершення польоту після досягнення цілі

# Локалізація дрона

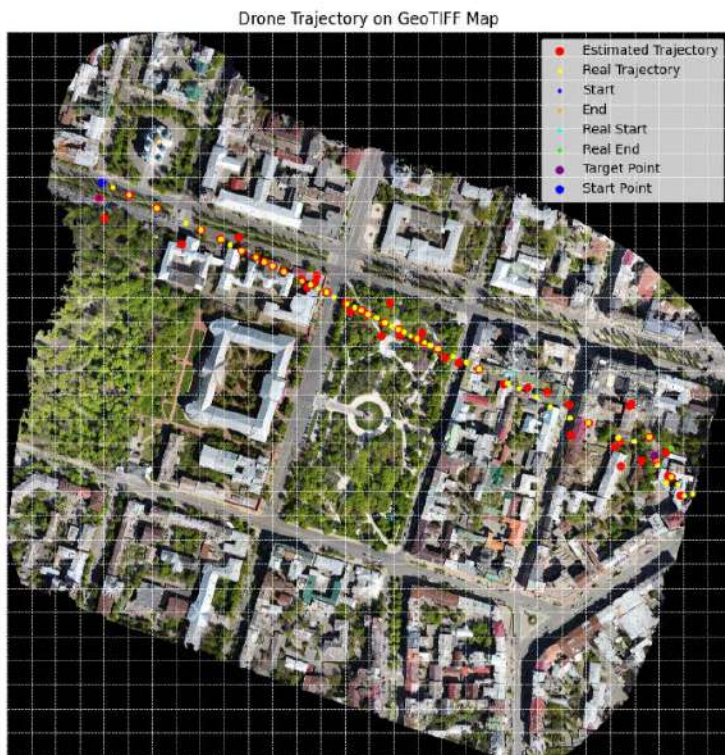
- Порівняння кадру лише з фрагментами поблизу поточного положення за напрямком руху дрона
- Пошук відповідностей за принципом найближчих сусідів
- Сортування фрагментів за кількістю збігів
- Побудова гомографії для визначення положення дрона



# Стратегія навігації до цілі

- Якщо є оцінене положення з заданою ймовірністю, тоді рух у напрямку до цілі за різницею попередньо визначених GPS-координат карти
- Якщо положення повторюється, тоді рух у випадковому напрямку для уникнення зависання
- Якщо позицію неможливо оцінити, тоді рух за кутом за замовчуванням між стартовою зоною і цільовою точкою

# Результати



SuperPoint + SuperGlue



ORB

# Результати

Підходи	Кількість кроків	Середня кількість збігів по точках	Час роботи (с)	Кількість фрагментів карти
SuperPoint + SuperGlue	13	152	631,5	930
ORB	16	86	25,8	930

## Висновки

- ✓ Створено алгоритм оптичної навігації дрона, що працює без GPS
- ✓ Здійснено попередню обробку карти місцевості: поділено на фрагменти, отримано візуальні ознаки за допомогою підходу SuperPoint+SuperGlue / ORB
- ✓ Реалізовано локалізацію дрона через зіставлення кадру з фрагментами карти за дескрипторами ключових точок
- ✓ Передбачено гнучку стратегію навігації: локальний і глобальний пошук у разі невизначеності
- ✓ Цільова точка була коректно визначена у 100% випадків (на основі 30 запусків алгоритму)

**Дякую за увагу!**