

Застосування методів ключових точок для інтелектуального аналізу даних на супутникових знімках



Автор: Дичко Віктор Миколайович

Науковий керівник: Дідковська Марина Віталіївна

Задача, що розв'язується



Система
співставлення



Актуальність

- Пошук лісових пожеж, моніторинг стану доріг та трубопроводів
- Оновлення супутникових знімків
- Використання в оптичній навігаційній системі БПЛА
- Використання при розвідці в АТО
 - відмінності кута зору
 - відмінності масштабу
 - зміни об'єктів

Аналіз існуючих підходів

	SIFT	SURF	ASIFT
Час роботи (секунд)	0,348	0,100	6,519
Правильних співставлень точок (фрагмент)	6	8	165
Всього співставлень точок (фрагмент)	12	16	338
Всього ключових точок (зображення 1 та 2)	743; 447	398; 260	14178; 7040
Правильність співставлення зображень	—	—	—

Постановка задачі

Мета: Розробити автоматичну систему співставлення супутникових знімків із знімками з БПЛА

- Проаналізувати існуючі підходи до співставлення зображень та виявлення ключових точок
- Провести порівняльний аналіз якості роботи алгоритму при застосуванні різних методів виявлення ключових точок:
 - SIFT
 - SURF
 - ASIFT

Предмет та об'єкт

Об'єкт: методи інтелектуального аналізу даних для зображень

Предмет: карти, методи ключових точок та дескриптори

Математичні основи – ключові точки

SIFT

1. Згортка зображення із гаусовими фільтрами

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)},$$

2. Обчислення різниці гаусіанів

$$D(x, y, \sigma) = (G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)) * I(x, y)$$

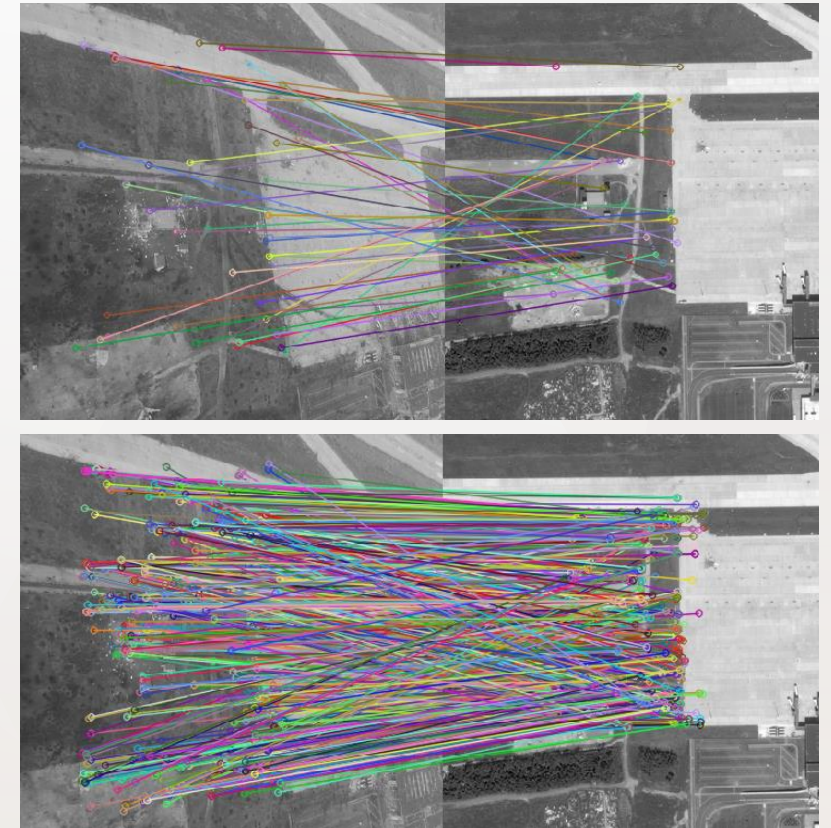
3. Вибір екстремальних точок

4. Відкидання точок, розташованих вздовж ребр

$$\frac{\text{tr}^2(H)}{\det(H)} < \frac{(r+1)^2}{r}, \quad r \approx 10$$

3. Знаходження екстремумів гістограми орієнтації

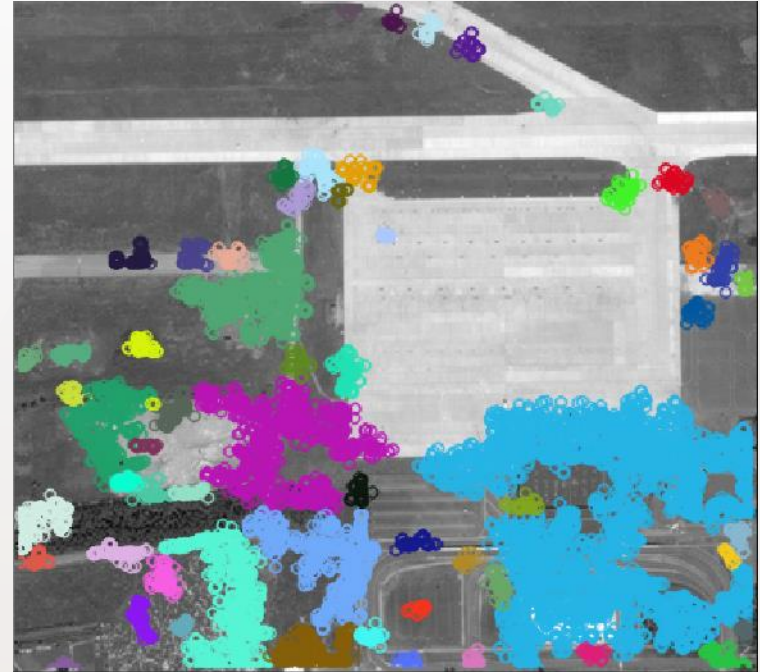
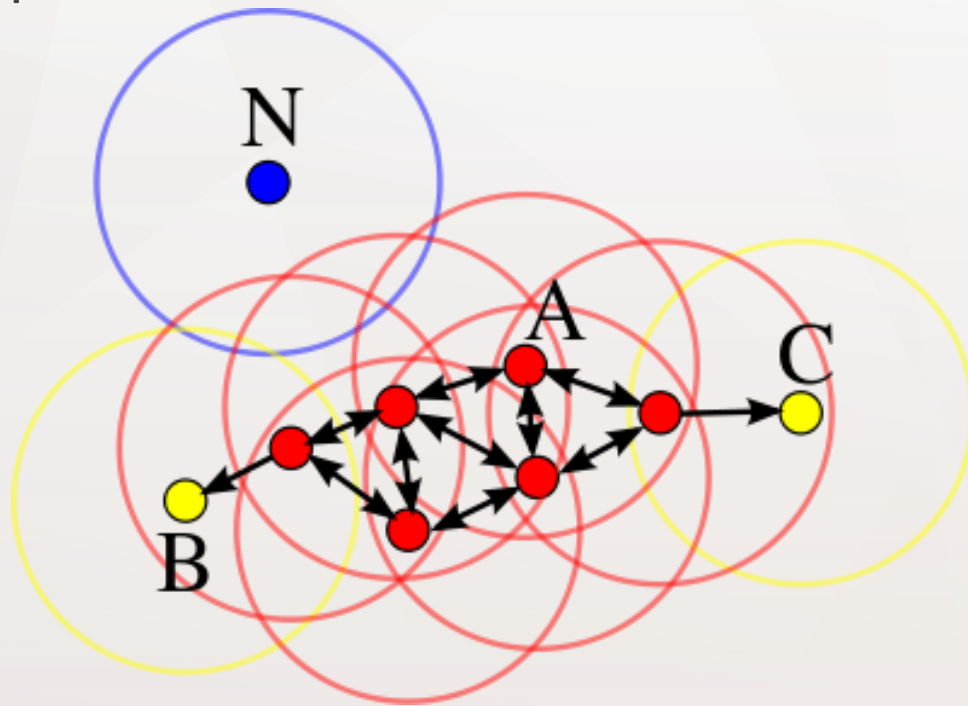
$$\theta(x, y) = \text{arctg} \left(\frac{L(x, y+1) - L(x, y-1)}{L(x+1, y) - L(x-1, y)} \right)$$



SIFT та ASIFT

Алгоритм кластеризації

DBSCAN – Density-based spatial clustering of applications with noise – алгоритм кластеризації на основі щільності



Критерії якості системи

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)}$$

де μ_x – середнє x , μ_y – середнє y

σ_x^2 – дисперсія x , σ_y^2 – дисперсія y

σ_{xy} – коваріація x і y

$$Q_R = \frac{SSIM_A}{SSIM_M},$$

Приклади



Знімок з БПЛА



Супутникове зображення



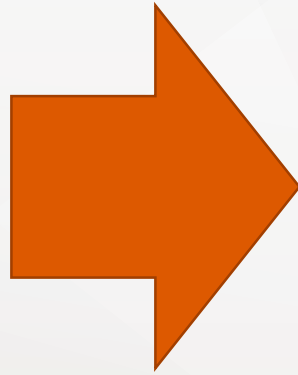
$$Q_R = 0,92$$



Знімок з БПЛА



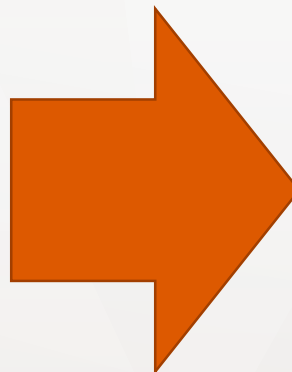
Супутникове зображення



$$Q_R = 0,84$$



Знімок з БПЛА



$$Q_R = 0,99$$



Супутникове зображення



Знімок з БПЛА



Супутникове зображення



$$Q_R = 1$$



Знімок з БПЛА



Супутникове зображення

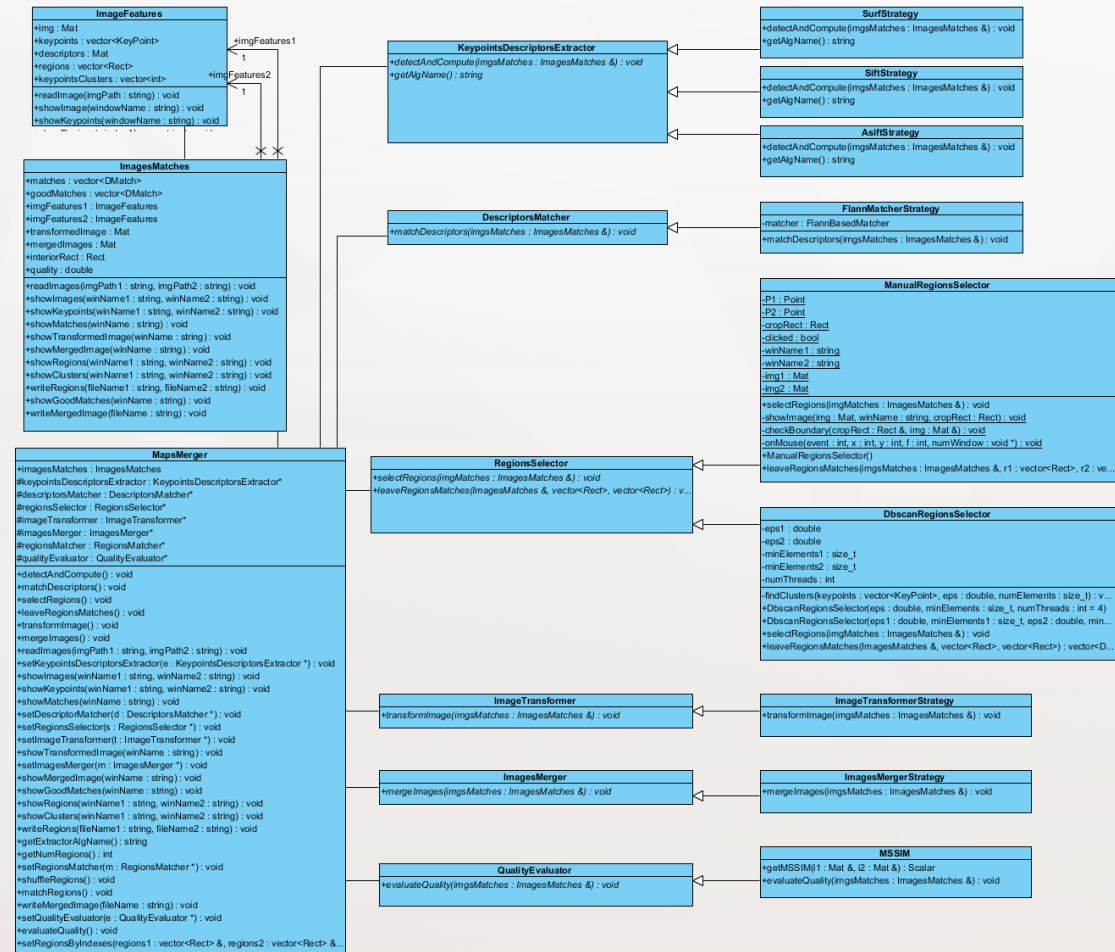


$$Q_R = 1$$

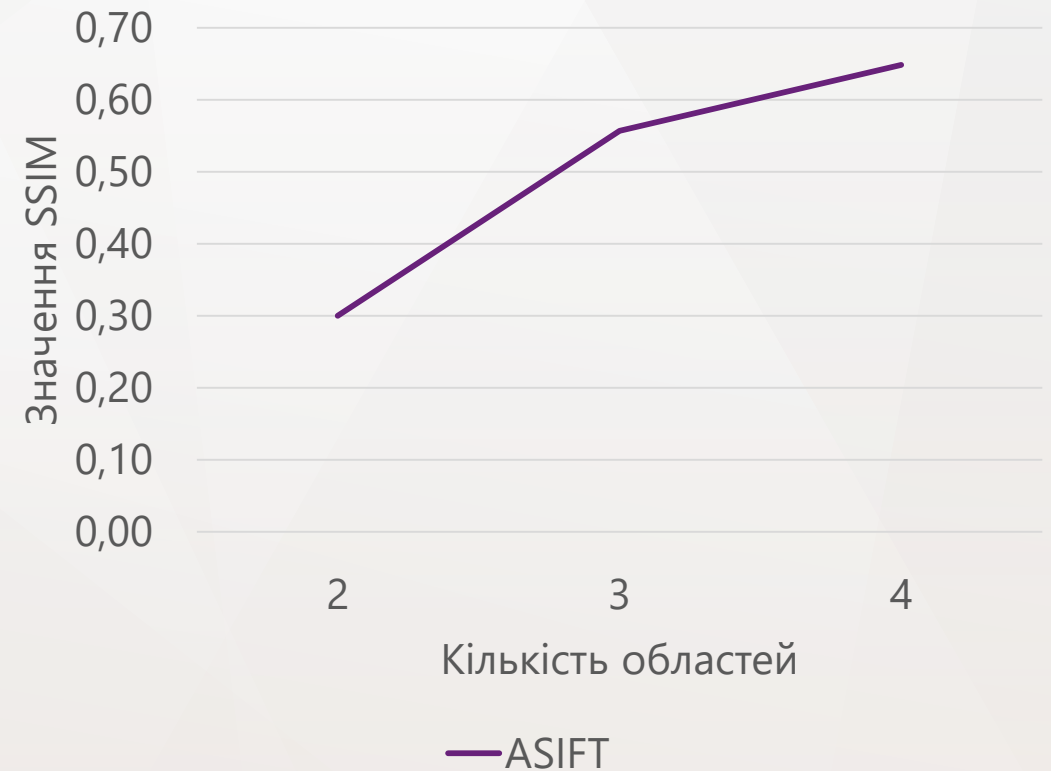
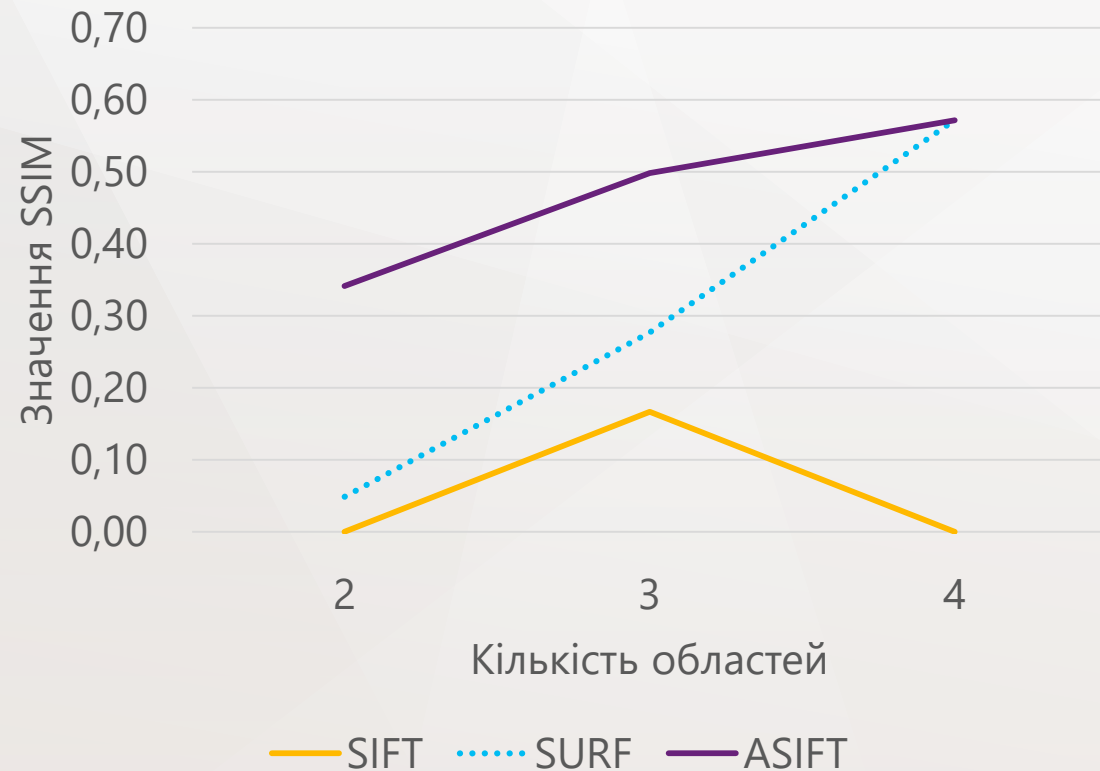
Алгоритм роботи системи

1. Знаходження ключових точок на обох зображеннях
2. Виділення областей відповідностей
 - у ручному режимі
 - за допомогою DBSCAN
3. Виключення із подальшого розгляду всіх ключових точок, що не потрапили у відповідні області
4. Знаходження проєктивного перетворення одного зображення до іншого на основі відповідних точок обох зображень
5. Визначення результуючої якості

Архітектура програмного продукту



Аналіз практичних результатів

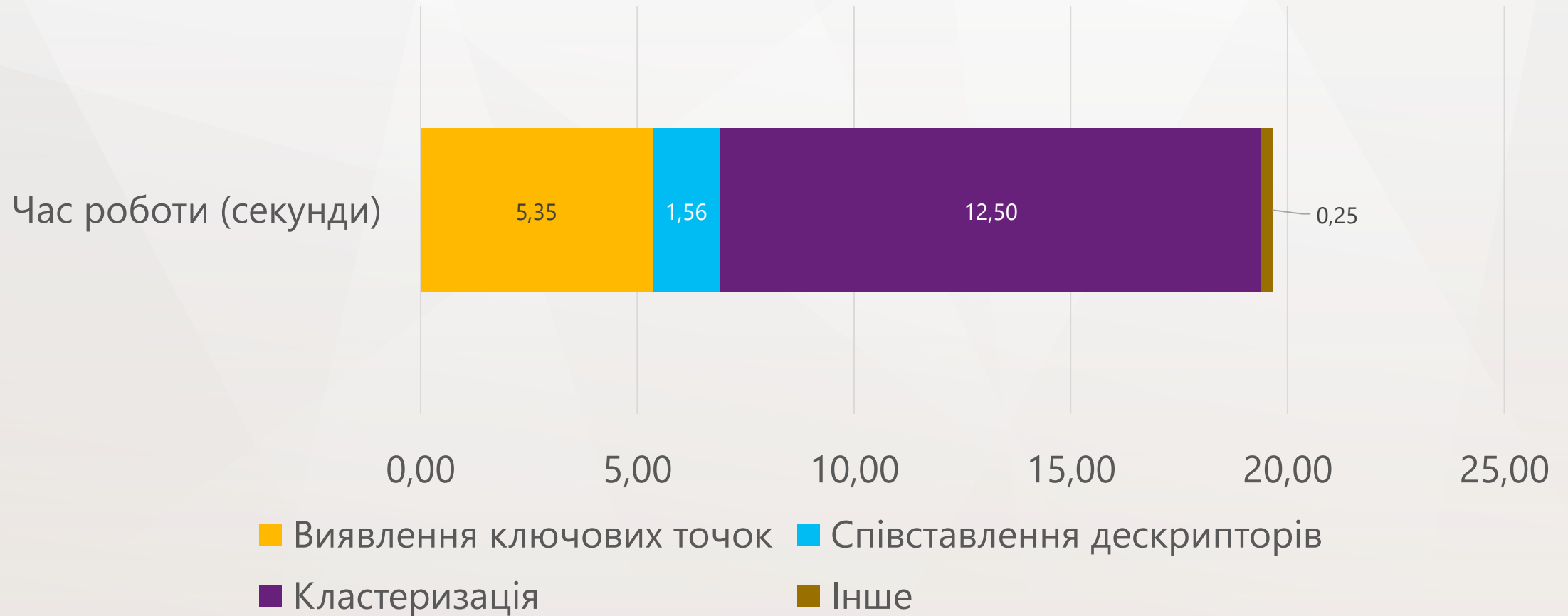


$$Q_r = 0,91$$

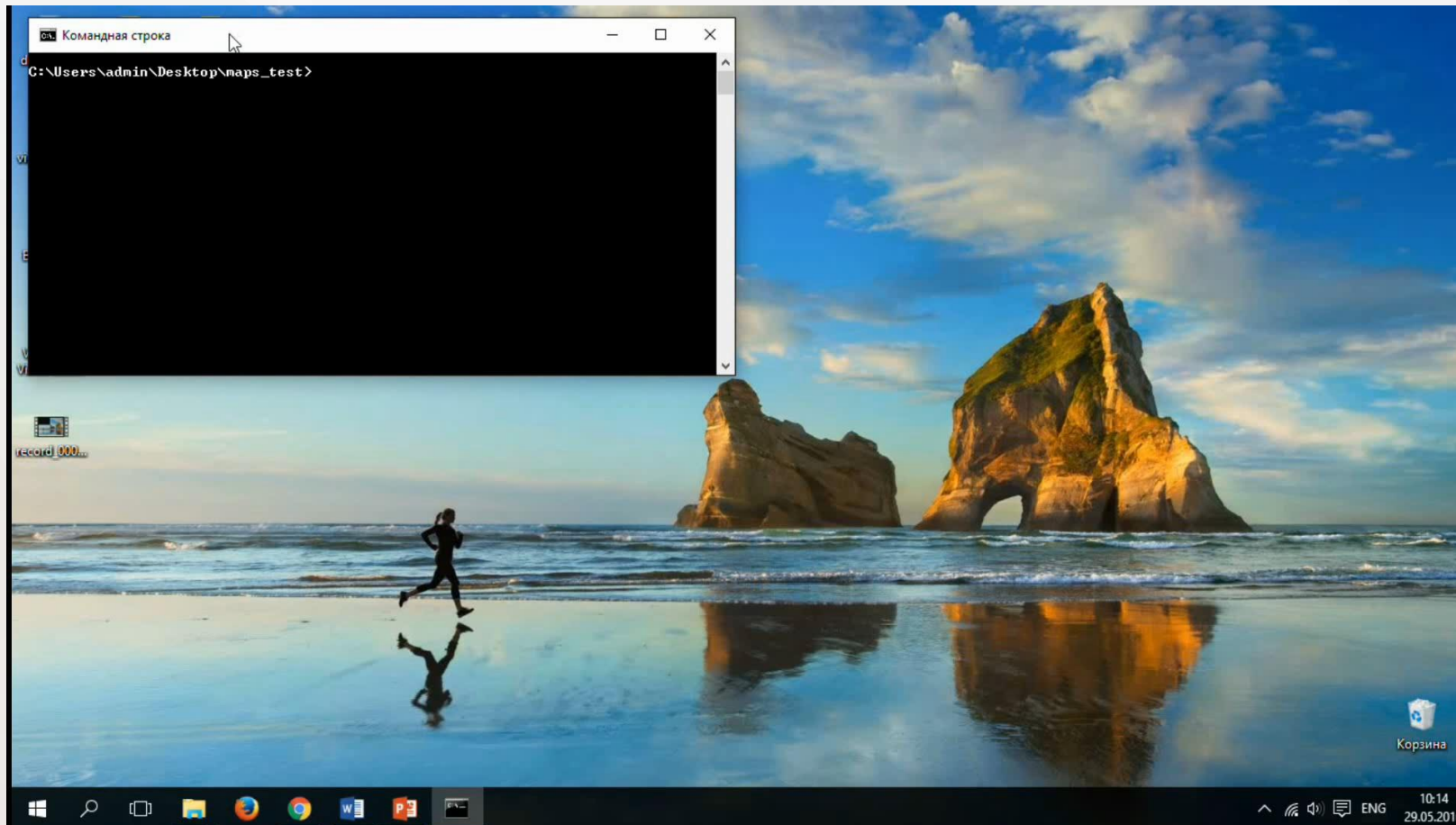
Аналіз практичних результатів



Аналіз швидкодії



Демонстрація роботи продукту



Наукова новизна

- Запропоновано алгоритм співставлення зображень карт на основі методу виявлення ключових точок ASIFT та кластеризації DBSCAN з урахуванням критерію якості на основі метрики SSIM.

Практична цінність

- Розроблено програмний продукт для співставлення знімків що мають
 - відмінності перспективи
 - відмінності масштабу
 - зміни об'єктів
- Застосування: оновлення зображень території, навіть при частковій зміні об'єктів
- Показник якості $Q_r = 0,91$

Шляхи подальшого розвитку

- Покращення швидкодії роботи програмного продукту
- Підвищення точності знаходження відповідних ключових точок
- Підвищення якості співставлення зображень

Апробація роботи

1. Дичко В.М., Ляхевич С.В. «Оптична навігаційна система БПЛА: порівняльний аналіз алгоритмів знаходження ключових точок» - Міжнародний науковий журнал
2. Дичко В.М. «Система співставлення супутникових зображень» - 18-та міжнародна науково-технічна конференція «SAIT»

Дякую за увагу!