

Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця
Факультет інформаційних технологій
Кафедра інформатики та комп'ютерної техніки



Розроблення модуля інформаційної системи для виявлення зображень близького змісту

Виконав студент 4 курсу
групи 6.04.126.010.18.1
Патер Марк

Керівник проекту:
доцент кафедри інформатики та
комп'ютерної техніки
Гороховатський Олексій

Харків, 2022

Мета та завдання

Метою дипломного проекту є розроблення застосунку, який через обраний метод порівняння на основі зіставлення ключових точок буде порівнювати два зображення та знаходити коефіцієнт схожості між ними.

Завданнями дипломного проекту є:

- дослідження методів виявлення зображень близького змісту
- аналіз методів виявлення і зіставлення ключових точок
- розроблення застосунку для порівняння зображень
- тестування застосунку
- аналіз результатів моделювання

Актуальність теми дослідження обумовлюється тим, що сучасні системи обробки зображень потребують способу виявлення зображень близького змісту, щоб мати можливість уникати дублікатів.

Near duplicates

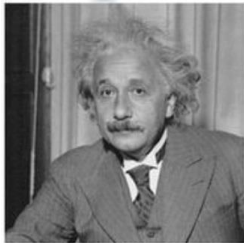


Методи порівняння зображень

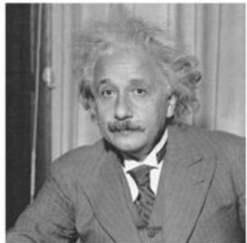
Піксельні методи

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

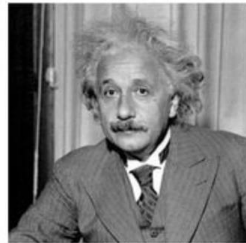
$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)}$$



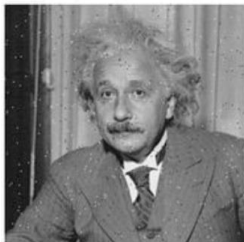
(a) Original
MSE = 0; SSIM = 1



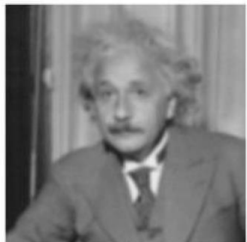
(b) Mean luminance shift
MSE = 144, SSIM = 0.988



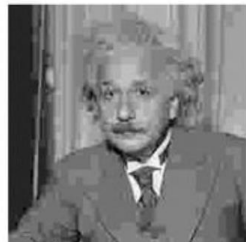
(c) Contrast stretch
MSE = 144, SSIM = 0.913



(d) Impulse noise contamination
MSE = 144, SSIM = 0.840



(e) Blurring
MSE = 144, SSIM = 0.694



(f) JPEG compression
MSE = 142, SSIM = 0.662

Методи з використанням хешу

Середній хеш

Диференційний хеш

Перцептивний хеш

Медіанний хеш

Хешування блоків



Source image



Grayscale image



Gray value image, size 8x8



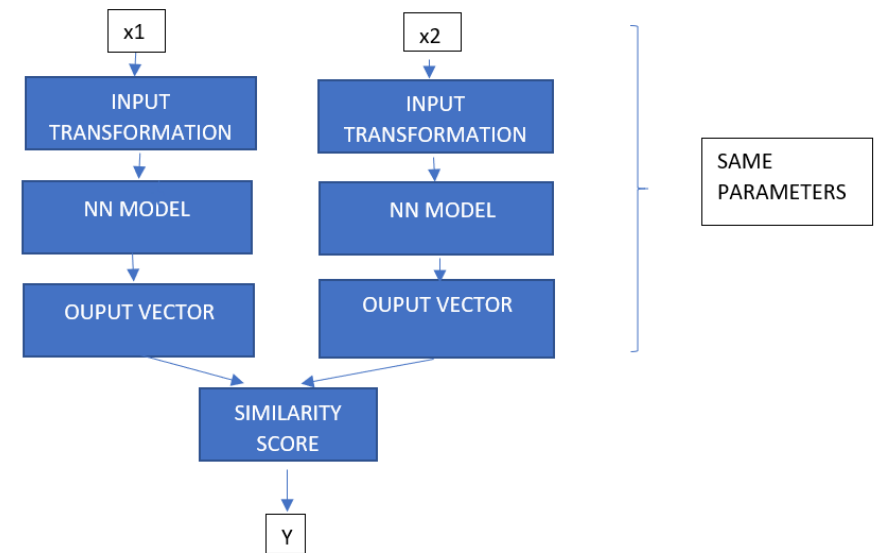
Comparison to average

Нейромережеві методи

$$similarity(x, y) = \cos(\theta) = \frac{x * y}{|x||y|}$$

Оцінка [-1, 1]

Косинусна відстань



Методи порівняння зображень на основі зіставлення відомих ознак



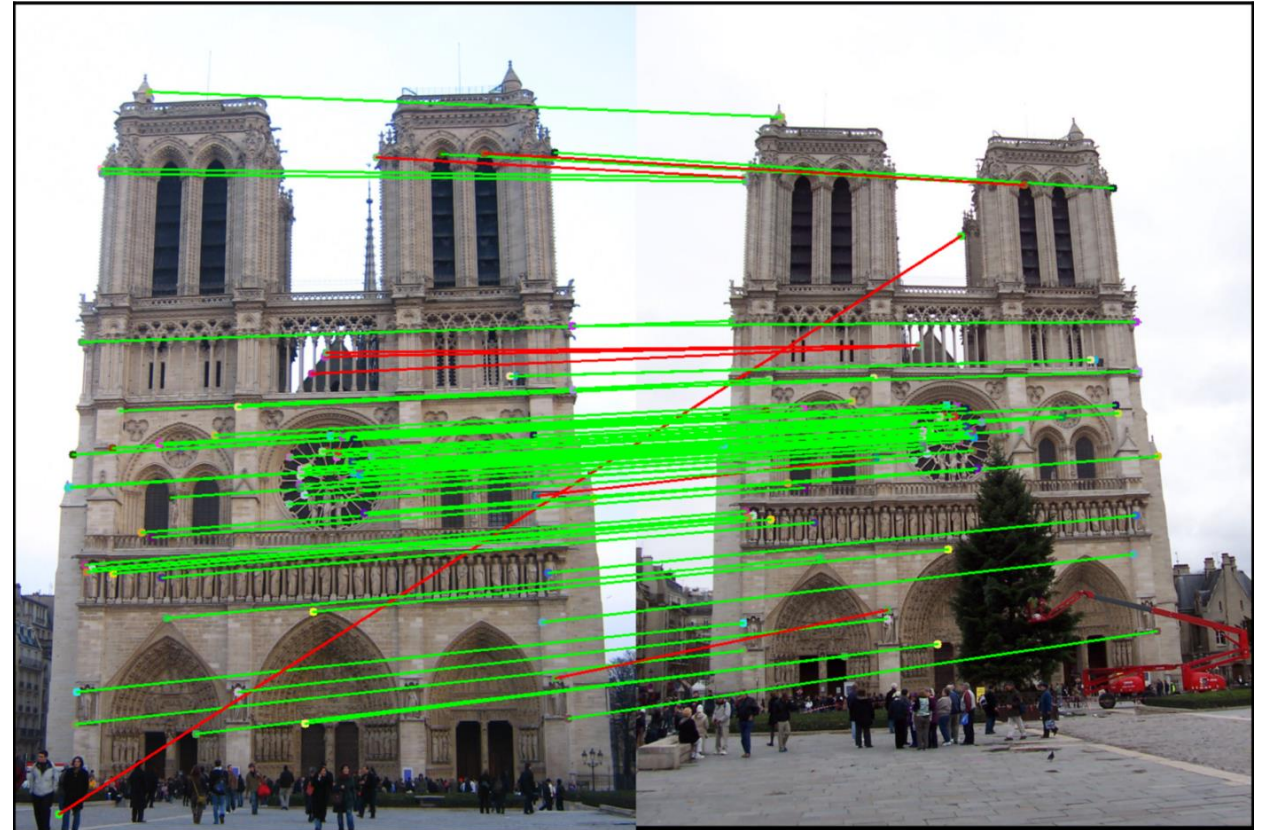
Алгоритм порівняння

1. Трансформація зображень у відтінки сірого кольору;
2. Знаходження ключових точок (КТ) за допомогою детектора;
3. Створення дескрипторів на основі знайдених КТ;
4. Зіставлення дескрипторів та знаходження відповідних пар;
5. Проведення тесту Девіда Лоу для знайдених пар;
6. Проведення гомографії між відфільтрованими КТ;
7. Розрахунок значення схожості двох зображень, як:

$$Similarity = \frac{inliers \cdot 100\%}{matched}$$

де *matched* – кількість КТ, отриманих після трансформації;

inliers – кількість КТ, які були успішно зіставлені.



Порівняні ключові точки на двох зображеннях

Детектори ключових точок

Перехресний оператор Робертса

Оператор Собеля

Детектор Кені



Edge detection

Кутовий детектор Харріса

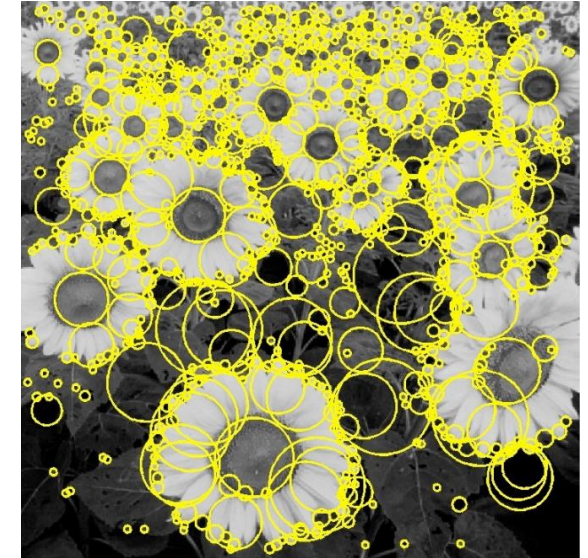
Кутовий детектор FAST



Corner detection

Диференціальні методи

Методи на основі локальних екстремумів



Blob detection



Дескриптори ключових точок

Окрім розташування особливих точок (ознак) для подальшого порівняння необхідно мати інформацію про властивості кожної ознаки, щоб їх можна було розрізнити не тільки за місцезнаходженням, але й за особливостями зовнішньої області навколо точки.

Для цього існує дескриптор ознак. Щоб ідентифікувати один і той самий об'єкт на двох різних зображеннях, треба знайти дескриптори на двох зображеннях та порівняти їх за допомогою пошуку відповідних дескрипторів (feature matching).

Існує декілька відомих методів пошуку ознак та побудови дескрипторів. Наприклад SIFT, SURF, ORB, AKAZE, BRISK – це комбінації дескриптора та детектора, в той час як FAST – це лише детектор, а BRIEF і FREAK – це лише дескриптори.

Дескриптори можуть бути:

- з плаваючою комою (SIFT і SURF);
- бінарними (BRIEF, ORB, BRISK і FREAK).



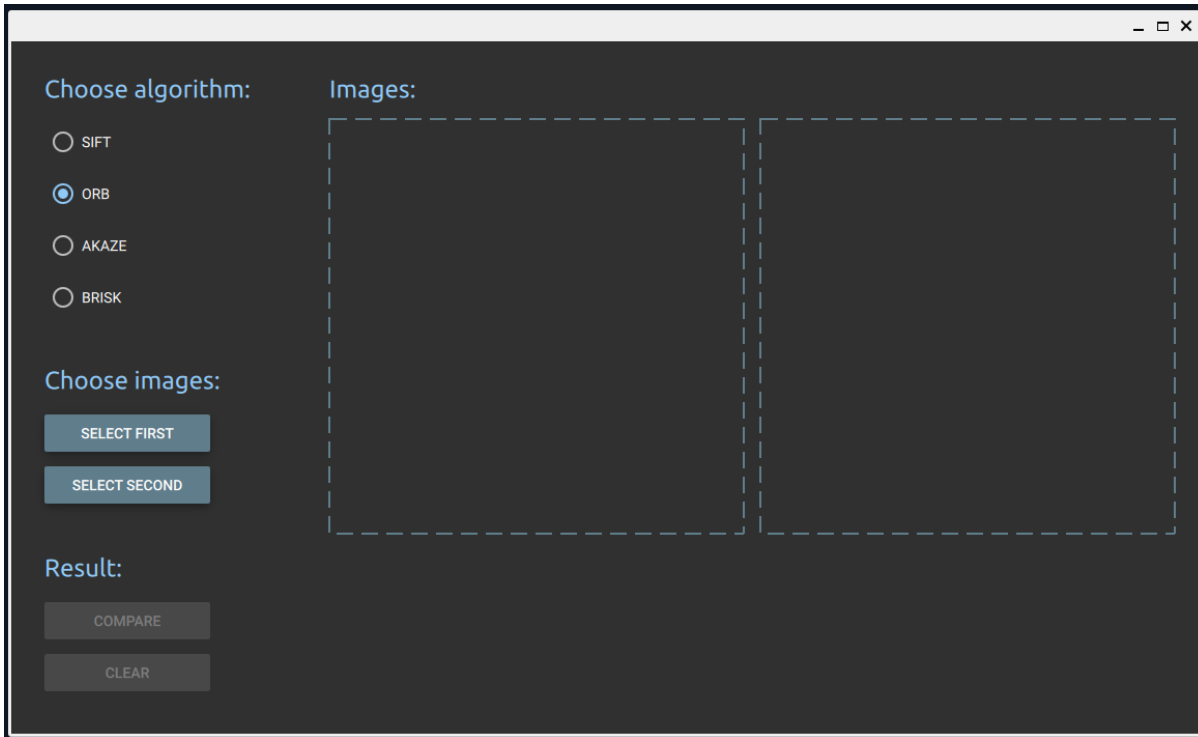
Співставлення ознак

Щоб ідентифікувати один і той самий об'єкт на двох різних зображеннях, треба порівняти розраховані дескриптори на двох зображеннях за допомогою пошуку відповідних дескрипторів (feature matching). Існує 2 основних алгоритмів, які використовуються для цієї задачі:

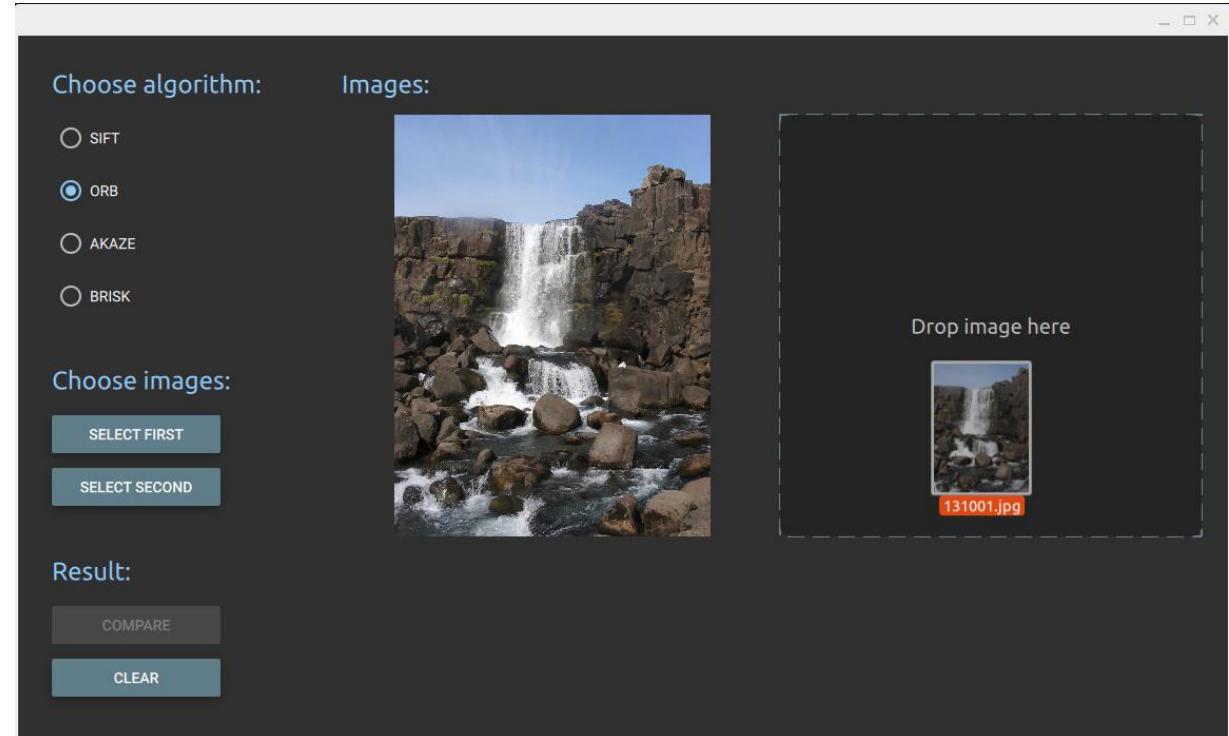
- Алгоритм повного перебору (brute force);
- Метод співставлення ознак FLANN.

Алгоритм повного перебору використовується в тому випадку, коли кількість зображень, над якими нам потрібно виконати відповідність функцій, відносно невелика. Він бере дескриптор однієї ознаки в першому наборі та порівнює з усіма іншими ознаками у другому наборі за допомогою обчислення відстані. Та відстань, яка буде найменша, і буде вважатися парою. При цьому для різних детекторів використовуються різні міри розрахунку відстані. Так, для ORB, BRIEF і BRISK використовується розрахунок відстані Хеммінга, а для SIFT і SURF - манхеттенська та евклідова відстані.

Інтерфейс програми



Після запуску



Вибір зображень

Результат порівняння зображень

Choose algorithm:


- SIFT
- ORB
- AKAZE
- BRISK

Choose images:

SELECT FIRST

SELECT SECOND

Images:



Result:

COMPARE

CLEAR

File paths of selected images: `/home/pater/dev/jpg2/131000.jpg`
`/home/pater/dev/jpg2/131001.jpg`

Features found: 20035
20124

Inliers / Matched: 2037 / 2183

Similarity: 93.31%

Near duplicates

Choose algorithm:


- SIFT
- ORB
- AKAZE
- BRISK

Choose images:

SELECT FIRST

SELECT SECOND

Images:



Result:

COMPARE

CLEAR

File paths of selected images: `/home/pater/dev/jpg2/130303.jpg`
`/home/pater/dev/jpg2/138304.jpg`

Features found: 147
2045

Inliers / Matched: 1 / 0

Similarity: 0

Not near duplicates

Результат порівняння зображень

Choose algorithm:

- SIFT
- ORB
- AKAZE
- BRISK

Choose images:

SELECT FIRST

SELECT SECOND

Images:

Result:

COMPARE

CLEAR

File paths of selected images: `/home/pater/dev/jpg2/143400.jpg`
`/home/pater/dev/jpg2/143400.jpg`

Features found: 3491
3491

Inliers / Matched: 3491 / 3491

Similarity: 100.00%

Порівняння дублікатів

Оцінка ефективності методів

Після реалізації застосунку, який визначає, чи є два зображення близькими за змістом, залишається питання ефективності підходу, що використовується. Невідомо, вибір яких дескрипторів із якими налаштуваннями є найбільш вдалим. Врешті-решт, навіть остаточне прийняття рішення про те, чи є пара зображень схожими, є суб'єктивним і залежить від людини, яка оцінює відсоток схожості.

Результати моделювання показали, що комбінація методів на основі порівняння гістограм, ORB та BRISK дозволяє правильно класифікувати 85% пар як для класу ND, так і для NND, що є хорошим результатом.

Окремо один від одного методи показали наступний результат:

- метод на основі порівняння гістограм, 1-й етап – 0.8476 ND, 0.8452 NND; 2-й етап – 0.8397 ND, 0.7983 NND; середній час обробки: 0.35 сек.
- ORB: 1-й етап 0.8571 ND, 0.8859 NND; 2-й етап – 0.6786 ND, 0.8608 NND; середній час обробки: 1.7 сек.
- BRISK: 1-й етап 0.8381 ND, 0.8469 NND; 2-й етап – 0.6554 ND, 0.8343 NND; середній час обробки: 1.7 сек.



Висновки

У результаті дипломного проекту було розроблено модуль «Виявлення зображень близького змісту», а також було:

- проаналізовано предметну область, відомі методи для порівняння зображень
- розглянуто та порівняно основні детектори та дескриптори, були виділені їх сильні та слабкі сторони
- оцінено ефективність та швидкодію декількох методів
- протестовано застосунок

За темою дипломного проекту було опубліковано тези доповіді:

Патер М., Піксельні методи порівняння зображень. – Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів та студентів “Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених”: тези доповідей, 17 – 18 лютого 2022 р. – Х.: ХНЕУ імені Семена Кузнеця, 2022. – С. 90.



Дякую за увагу!