

Розробка методів та програмних засобів для підвищення ефективності порівняння зображень

Виконав: ст. групи 2ПІ-19м Ніколайчук Владислав

Керівник: к.т.н., доцент Романюк О.В.

Мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження

Метою роботи є підвищення ефективності порівняння зображень та пошуку модифікованих дублікатів з використанням кластерного методу, що базується на використанні перцептивних хешів та покращеного методу на базі різниці гаусіанів.

Об'єкт дослідження – процес порівняння зображень між собою.

Предмет дослідження – методи та програмні засоби для порівняння зображень.

Основними задачами дослідження є:

- аналіз наявних методів порівняння зображень;
- аналіз методів для визначення функціональних детекторів;
- розробка удосконалених методів пошуку дублікатів зображень;
- розробка кластерного методу для підвищення точності порівняння зображень, незалежно від ступенів модифікації;
- розробка методу на базі різниці гаусіанів для підвищення точності порівняння зображень;
- розробка програмної системи, на основі якої буде можливе впровадження та дослідження удосконалених методів;
- аналіз ефективності розроблених методів;
- тестування розробленої програмної системи.

Наукова новизна та практична цінність

1. Удосконалено кластерний метод порівняння зображень через перцептивні хеші, який на відміну від відомого, дозволяє генерувати список перцептивних хешів, де кожен з хешів описує певну ключову частину зображення, що збільшує точність порівняння зображень при наявності модифікацій на них.
2. Подальшого розвитку набув метод порівняння зображень на базі різниці гаусіанів, який на відміну від відомого, дозволяє побайтово порівнювати не все зображення, а лише ключові області зображення, що збільшує точність порівняння зображень при наявності модифікацій на них.
3. Удосконалено метод пошуку дублікатів зображень, який на відміну від наявних, що дозволяє знаходити не лише точні копії зображення, але і часткові дублікати.

сучасні методи порівняння

Проблематика порівняння зображень

Недоліки наявних алгоритмів:

- великі затрати часу;
- необхідно потужне апаратне забезпечення для їх реалізації;
- двояка ефективність та область даних;
- велика частина алгоритмів запатентована.

Труднощі, що знижують точність результатів:

- масштабування – однакові зображення можуть бути різного масштабу;
- перешкоди, спотворення, фон – абсолютно однакові зображення можуть бути зашумлені, спотворені або ж мати різний фон;
- обертання – зображення може бути обернене на певний кут або віддзеркалено.

Сучасні методи порівняння

Цікавим підходом для порівняння зображень є перцептивні хеш-алгоритми, які базуються на аналізі зовнішнього вигляду зображення. На відміну від класичних хеш-функцій, перцептивні алгоритми генерують хеші, вхідні дані яких можна порівняти:

- середній хеш;
- медіанний хеш;
- блоковий хеш;
- хеш різниці;
- перцептивний хеш;
- вейвлет хеш;

Для визначення ключових точок найпопулярнішими є наступні методи:

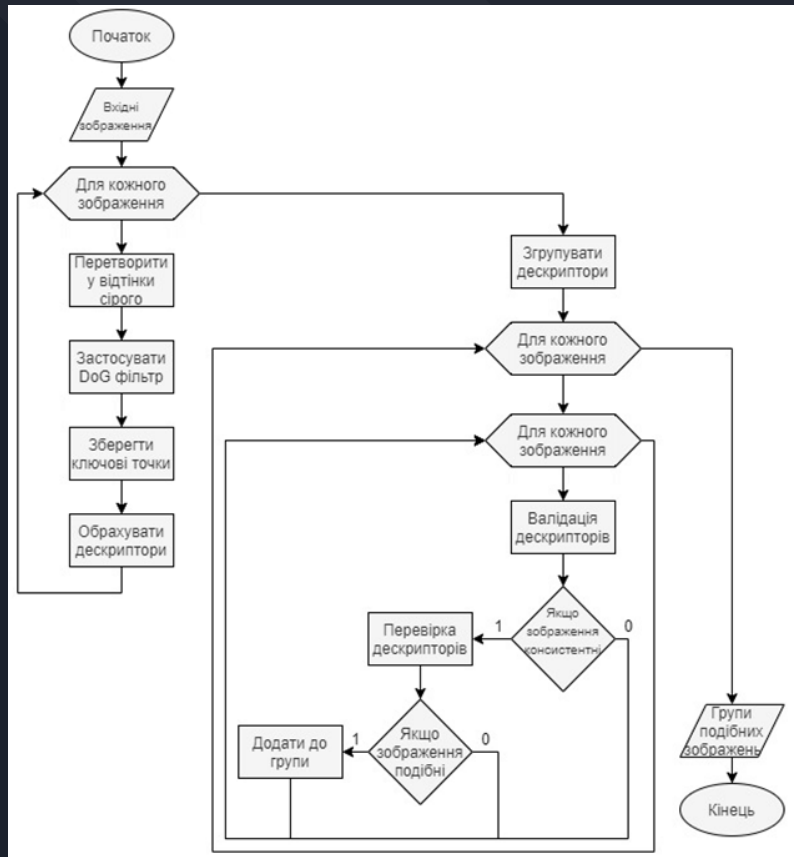
- Масштабонезалежне перетворення ознак (SIFT) - є наближенням Лапласіана-Гаусса (LoG);
- Метод прискорених надійних функцій (SURF) - заснований на детермінанті матриці Гессе;
- Функції тестування прискореного сегмента (FAST) - це метод виявлення кутів.
- Двійкові міцні незалежні елементарні функції (BRIEF) - це дескриптор точок загального призначення, який є стійким до геометричних перетворень.
- Орієнтований FAST і обернений BRIEF (ORB) - Алгоритм, що заснований на добре відомому детекторі ключових точок FAST і дескрипторі BRIEF.

Метод порівняння зображень на базі різниці гаусіанів

Алгоритм методу порівняння зображень на базі

різниці гаусіанів наступний:

1. Перетворити зображення у відтинки сірого.
2. Знайти різницю гаусіанів для зображення.
3. Представити усі знайдені особливі точки у вигляді дескрипторів.
4. Провести етап фінальної валідації:
 - а. Провести перевірку геометричної консистентності та групування.
 - б. Сформуванати ключові області зображення з знайдених особливих точок.
 - в. Стиснути ключову область до розміру 16x16 пікселів.
 - д. Порівняти пікселі обох областей між собою.



Метод порівняння зображень на базі різниці гаусіанів (продовження)

Для порівняння зображень використовують метод порівняння заснований на обчисленні відстаней всіх можливий пар дескрипторів:

$$\begin{cases} d - \text{дескриптор першого зображення, вектор з ознак } \alpha_k \\ d' - \text{дескриптор другого зображення, вектор з ознак } \alpha'_k \end{cases}$$

Для визначення відстаней зазвичай використовується евклідова метрика, однак вона може бути застосована тільки для дескрипторів, описуваних кількісними змінними, а не у вигляді бінарного рядка. Тому застосовуватися буде відстань Хеммінга:

$$\rho(d_i, d'_j) = \sum_{k=0}^{|K|-1} I(a_k \neq a'_k)$$

Але відфільтрувати дескриптори тільки по дистанції недостатньо для досягнення високої точності визначення схожих об'єктів на зображеннях. Для вирішення цієї проблема буде застосовуватися алгоритм RANSAC, схема роботи якого полягає в циклічному повторенні пошуку матриці трансформації H між випадковими чотирма особливими точками s_i на одному і іншому зображеннях:

Найкращою матрицею трансформації вважається матриця в якій досягнутий мінімум суми відхилень будь-яких спеціальних точок зображень при перетворенні H , за задану кількість циклів (≤ 2000):

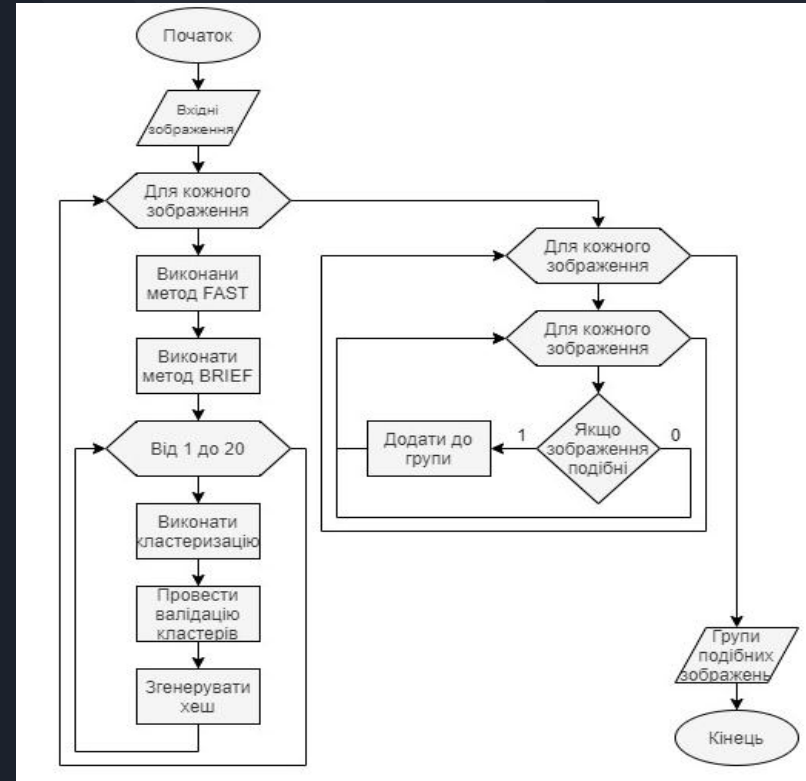
$$\sum_i \left[x_i - \frac{h_{11}x'_i + h_{12}y'_i + h_{13}}{h_{31}x'_i + h_{32}y'_i + h_{33}} + \left(y_i - \frac{h_{21}x'_i + h_{22}y'_i + h_{23}}{h_{31}x'_i + h_{32}y'_i + h_{33}} \right)^2 \right]$$

Для того щоб визначити чи дійсно на зображеннях розташований один і той же об'єкт був розроблений критерій подібності *averageDeviation*. Експериментальним шляхом було визначено оптимальне порогове значення: якщо *averageDeviation* < 0.2 , то дескриптори вважаються схожим за змістом.

Кластерний метод порівняння зображень

Алгоритм кластерного методу порівняння зображень наступний:

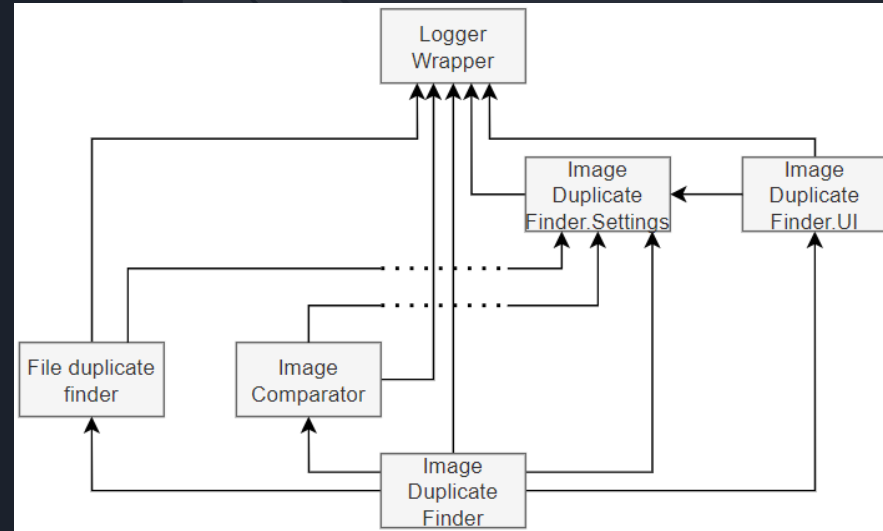
1. Перетворити зображення у відтинки сірого.
2. Виконати метод oriented FAST.
3. Виконати метод rotated BRIEF.
4. Провести кластеризацію методом k-середніх.
5. Провести валідацію кластерів.
6. Згенерувати хеш для кожного кластера
7. Провести етап фінальної валідації:
 - а. Провести перевірку геометричної консистентності та групування.
 - б. Порівняти перцептивні хеші між собою.



Архітектура системи

Програмну систему розділено на декілька 6 проектів, 5 з яких компілюється в DLL-файл (Dynamic Link Library), а 6 – в виконуваний файл (.exe).

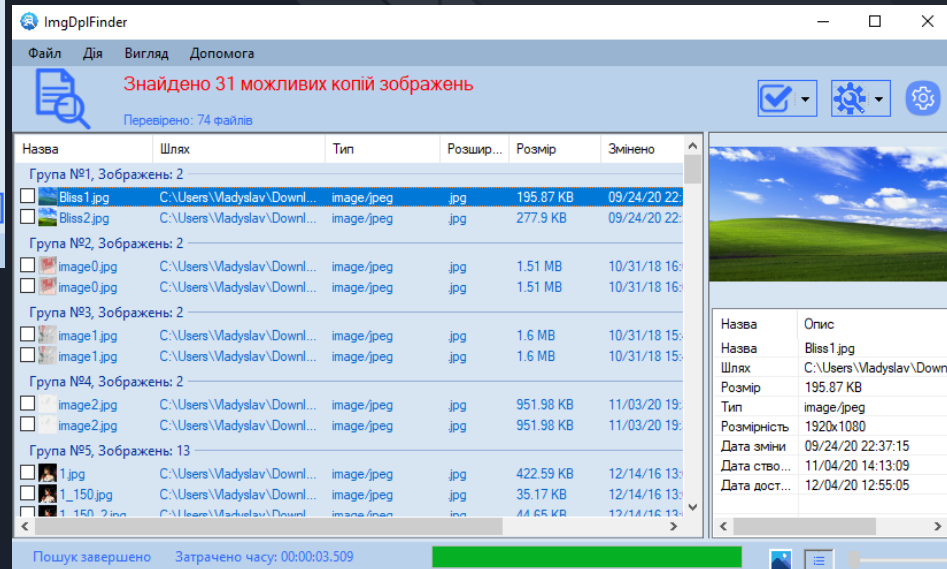
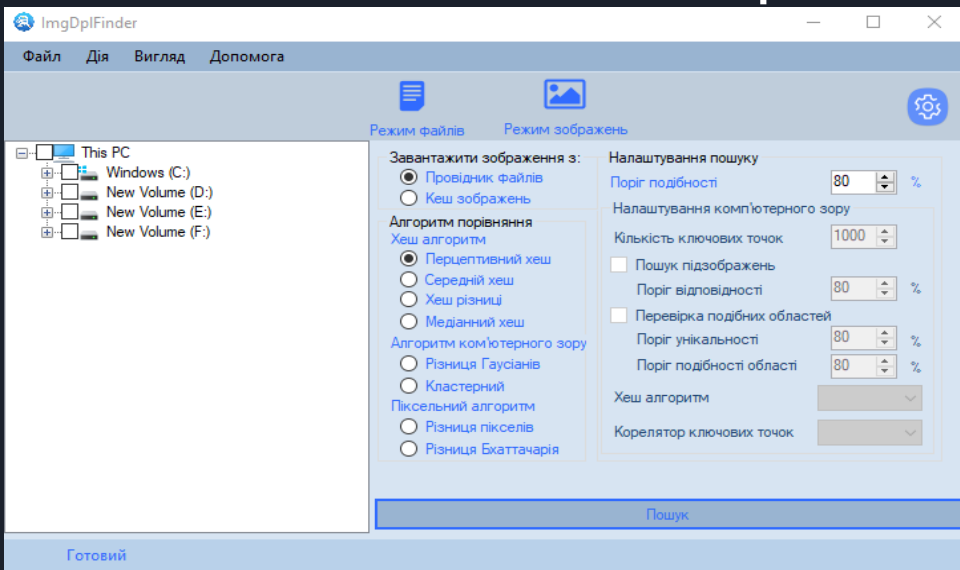
На рисунку зображено діаграму залежностей розроблюваного програмного забезпечення. Діаграми залежностей допомагають побачити, яким чином код поєднується один з одним без читання файлів і рядків коду.



Тестування системи

Код тест-кейса	Опис тест-кейса		
	Хід тестування		Очікуваний результат
	Дата тестування	Результат	Примітка
005	Перевірка роботи алгоритму на базі різниці гаусіанів		
	1. Відкрити програмний додаток. 2. Натиснути кнопку «Режим зображень». 3. Обрати шлях для пошуку дублікатів. 4. Обрати алгоритм на базі різниці гаусіанів. 5. Обрати параметри пошуку. 6. Натиснути кнопку «Пошук».	В робочій області відображено знайдені групи зображень повних та часткових дублікатів	
	20.11.2020	Пройдено	-
006	Перевірка роботи кластерного алгоритму		
	1. Відкрити програмний додаток. 2. Натиснути кнопку «Режим зображень». 3. Обрати шлях для пошуку дублікатів. 4. Обрати кластерний алгоритм. 5. Обрати параметри пошуку. 6. Натиснути кнопку «Пошук».	В робочій області відображено знайдені групи зображень повних та часткових дублікатів	
	20.11.2020	Пройдено	-
007	Перевірка роботи режиму перегляду знайдених дублікатів		
	1. Відкрити програмний додаток. 2. Натиснути кнопку «Режим зображень». 3. Обрати шлях для пошуку дублікатів. 4. Обрати алгоритм порівняння. 5. Обрати параметри пошуку. 6. Натиснути кнопку «Пошук». 7. Змінити режим перегляду дублікатів	В робочій області змінено відображення знайдених груп дублікатів-зображень.	
	20.11.2020	Пройдено	-

Використання системи



Аналіз ефективності розроблених методів для порівняння зображень

Етап	Хеш-алгоритм		Алгоритм на базі різниці гаусіанів		Кластерний алгоритм	
	Швидкість (сек.)	Знайдено дублікатів	Швидкість (сек.)	Знайдено дублікатів	Швидкість (сек.)	Знайдено дублікатів
1	5.33	31	9.72	49	7.19	39
2	9.92	58	16.49	99	13.21	87
3	13.27	93	21.37	147	18.54	133

Після обрахування усіх наведених значень у таблиці, було виявлено, що кластерний метод порівняння зображень покращує ефективність пошуку чітких та нечітких дублікатів на 35%, а метод на базі різниці гаусіанів – на 50%.

Економічне обґрунтування

Аналіз комерційного потенціалу розробки показав, що програмний продукт за своїми характеристиками випереджає аналогічні програмні продукти і є перспективною розробкою. Він має кращу точність і є більш ефективним продуктом, а тому є конкурентоспроможним товаром на ринку. Існуючі переваги нової розробки дозволять швидко її поширити та популяризувати.

Згідно із розрахунками всіх статей витрат на виконання науково-дослідної, дослідно-конструкторської та конструкторсько-технологічної роботи загальні витрати на розробку складають 65649,31 грн.

Розрахована абсолютна ефективність вкладених інвестицій в сумі 659530,61 грн свідчить про отримання прибутку інвестором від комерціалізації програмного продукту.

Щорічна ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій складає 122 %, що вище за мінімальну бар'єрну ставку дисконтування, яка складає 25%. Це означає потенційну зацікавленість інвесторів у фінансуванні розробки.

Термін окупності вкладених у реалізацію проекту інвестицій становить 0,82 року, що також свідчить про доцільність фінансування нової розробки.

Апробація, публікації, впровадження

Апробація результатів роботи:

- XLVIII Науково-технічна конференція факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії (Вінниця, 2019);
- III Міжнародна науково-практична конференція "SCIENCE, SOCIETY, EDUCATION: TOPICAL ISSUES AND DEVELOPMENT PROSPECTS" (Харків, 2020);
- XLIX Науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ (Вінниця, 2020);
- Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості» (Івано-Франківськ, 2020).

Публікації:

Основні результати дослідження опубліковано у 4 наукових працях, у тому числі 4 – у матеріалах конференцій.

Впровадження

Результати роботи впроваджені у ТОВ «Дельфи» в сфері мультимедіа, що підтверджується відповідним актом (акт №321 від 17 листопада 2020 р.)



Дякую за увагу