

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Яровий Андрій, Поперечний Степан

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Здійснено аналіз методів та моделей розпізнавання зображень дистанційного зондування Землі. На основі експериментальних досліджень сформовано рекомендації щодо ефективного застосування методів розпізнавання зображень дистанційного зондування Землі.

Abstract

The analysis of methods and models of image recognition for remote sensing of the Earth is carried out. The recommendations based on experimental investigations for effective application of methods of image recognition remote sensing were generated.

Вступ

Питання аналізу космічних знімків (кольорових і мультиспектральних), одержуваних як з інформаційних потоків службової відеотелеметрії, так і засобами дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), залишаються актуальними і потребують розробки та вдосконалення моделей і програмно-інструментальних засобів. Результати обробки знаходять широке застосування в картографуванні, міському та господарському плануванні, екології, військовій справі, сільському і лісовому господарстві, а також при вирішенні низки практичних завдань: виділення характерних регіонів на знімках, пошуку цільових об'єктів, отриманні кількісних даних (координат, відстаней, площі і т.д.) [1].

Аналіз методів розпізнавання зображень дистанційного зондування Землі

Процес обробки та розпізнавання зображення дистанційного зондування Землі починається із отримання зображення програмним модулем. Наступний крок, – детектування критичних точок. Детектування виконується автоматично, після обрання необхідного детектора. Наступним кроком буде описання знайдених точок дескриптором, описання виконується в автоматичному режимі, після обрання потрібного дескриптора. Детектор і дескриптор вибрані за замовчуванням з самого початку роботи модуля. Далі необхідно, обрати еталони для пошуку на зображенні. Після задання еталонів, вони будуть автоматично опрацьовані обраними детектором та дескриптором. Далі автоматично виконається пошук еталонів на зображенні, якщо дані еталони співпадуть із об'єктами на зображенні то об'єкт буде виділений, якщо еталони не співпадуть то об'єкт вважається не знайденим.

Критичні точки – це унікальні характеристики об'єкта, які дозволяють зіставляти об'єкт сам з собою або зі схожими класами об'єктів. Виділяють три класи методів, що дозволяють знайти критичні точки. Перший клас методів дозволяє знайти критичні точки, які є стабільними протягом декількох секунд. Другий клас методів дозволяє знайти критичні точки, які є стабільними при зміні освітлення і невеликих рухах об'єкта. Наприклад, примітиви Хаара, пошук відблисків, пошук інших специфічних функцій. До таких точок відносяться точки, знайдені методом гістограм спрямованих градієнтів. Третій клас методів дозволяють знайти стабільні точки. Такі методи дозволяють знаходити особливі точки навіть при повороті зображення. Основні методи цього класу SURF, SIFT, BRISK, а також інші, що є їхніми подальшими модифікаціями [2].

Метод SIFT дозволяє порівнювати зображення, піддані таким трансформаціям як зміна масштабу, зміщення об'єкта на сцені, повороти камери або об'єкта. Алгоритм SIFT працює з чорно-білими зображеннями [3].

Основним аспектом у детектуванні критичних точок є побудова піраміди гаусіанів і різниць гаусіанів. Гаусіаном (або зображенням, розмитим гаусовим фільтром) є зображення:

$$L(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) * I(x, y, \sigma), \quad (1)$$

де L - значення гауссіана в точці з координатами (x, y) , а σ - радіус розмиття, G - гауссове ядро, I - значення вихідного зображення, $*$ - оператор згортки.

Різницею гаусіанів називають зображення, отримане шляхом попіксельного віднімання одного гауссіана вихідного зображення від гауссіана з іншим радіусом розмиття:

$$D(x, y, \sigma) = (G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)) * I(x, y) = L(x, y, k\sigma) - L(x, y, \sigma) \quad (2)$$

Метод SURF вирішує два завдання – пошук критичних точок вихідного зображення і створення їх дескрипторів, інваріантних до масштабування і обертання [4].

Матриця Гессе для двовимірної функції та її детермінанта визначається так:

$$H(f(x, y)) = \begin{bmatrix} \frac{d^2 f}{dx^2} & \frac{d^2 f}{dxdy} \\ \frac{d^2 f}{dxdy} & \frac{d^2 f}{dy^2} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\det(H) = \frac{d^2 f}{dx^2} \frac{d^2 f}{dy^2} - \left(\frac{d^2 f}{dxdy} \right)^2 \quad (4)$$

Метод BRISK, так як і SURF здійснює пошук критичних точок вихідного зображення і створення їх дескрипторів, інваріантних до масштабування і обертання [5].

У моделі BRISK, в основному використовують маску з 9-16 пікселів, яка потребує щонайменше 9 послідовних пікселів в 16-піксельному околі, що досить відрізняється за рівнем яскравості, ніж центральний піксель.

Комп'ютерне моделювання та експериментальні дослідження методів та моделей розпізнавання зображень дистанційного зондування Землі

Комп'ютерне моделювання обробки та розпізнавання зображень ДЗЗ являє собою проведення практичних експериментів з використанням методів: SIFT, SURF та BRISK. Експерименти проводилися над зображеннями з розширеннями 1920x1080 пікселів. Умови проведення експериментів - пошук об'єкту проводиться протягом 10 секунд із швидкістю зйомки 30 кадрів/секунду.

Метод SIFT, показав свою ефективність в пошуку об'єктів на зображенні, що мають велику кількість критичних точок (рис. 1). Виходячи з результату наведеного експерименту 9 з 10 заданих об'єктів були знайдені. Критичні точки визначаються на переходах змін кольору геометричних форм. Для пошуку малих об'єктів на зображенні необхідно, щоб вони мали достатню кількість критичних точок. Один об'єкт не був знайдений, так як метод SIFT знайшов невелику кількість критичних точок.

Метод SURF, ефективний в пошуку об'єктів на зображенні, що мають велику кількість критичних точок. Критичні точки визначаються на переходах змін кольору геометричних форм. Для пошуку малих об'єктів на зображенні необхідно, щоб вони мали достатню кількість критичних точок. Об'єкти відносно один одного нерозподілені на великі, середні, малі, так як на даному зображенні відсутні різкі перепади кольорів. Один об'єкт не був знайдений. 9-й об'єкт не знаходиться в 30% випадків. Результат роботи метода SURF із наведеного експерименту відображено на рис. 2.

Метод BRISK показав велику швидкодію при пошуку великих об'єктів на зображенні. Але має низьку точність при пошуку малих об'єктів, що мають меншу кількість критичних точок. Даний метод, можна застосовувати в режимі реального часу, для пошуку великих об'єктів. Результат роботи метода BRISK відображені на рис. 3.

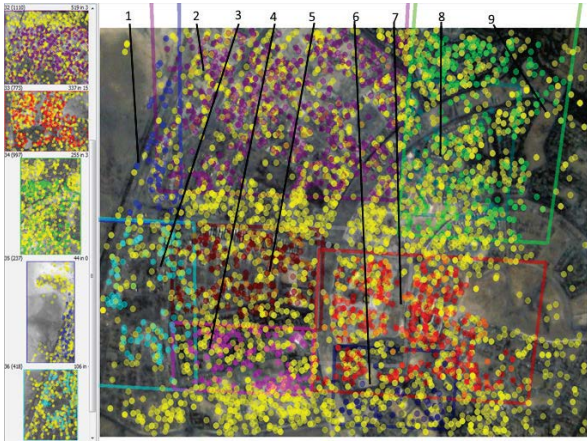


Рисунок 1 – Метод SIFT знайшов 9 із 10 об'єктів

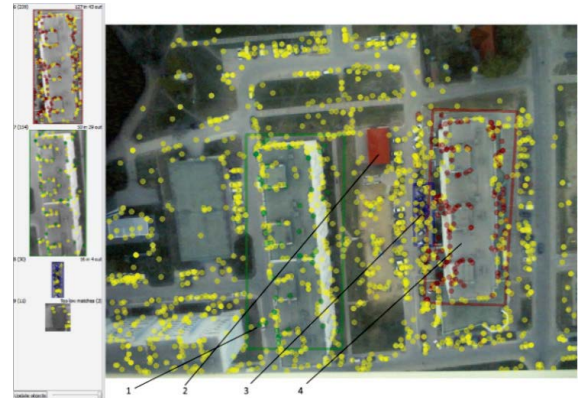


Рисунок 4 – SIFT знайшов 3 об'єкти з 4 за 517 мс, об'єкт №2 не знайдений

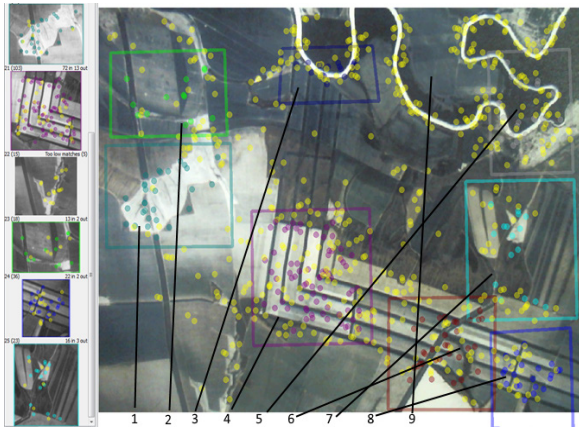


Рисунок 2 – SURF знайшов 9 із 10 об'єктів

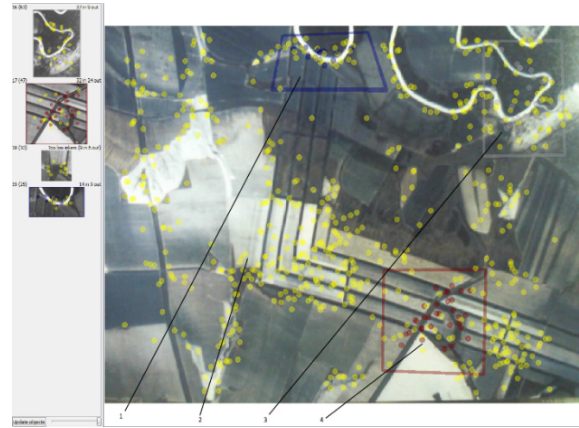


Рисунок 5 – SURF знайшов 3 із 4 об'єкти за 173 мс

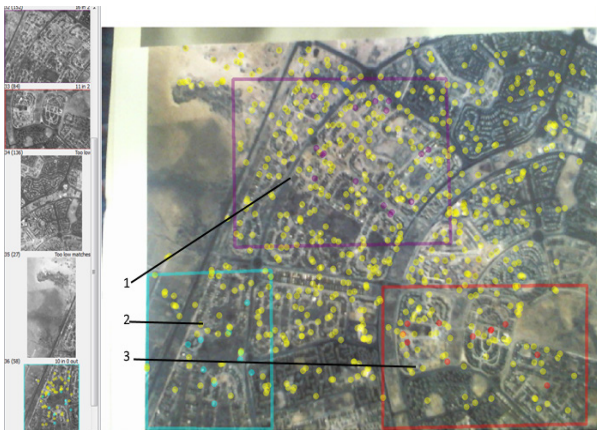


Рисунок 3 – BRISK знайшов 3 об'єкти із 10

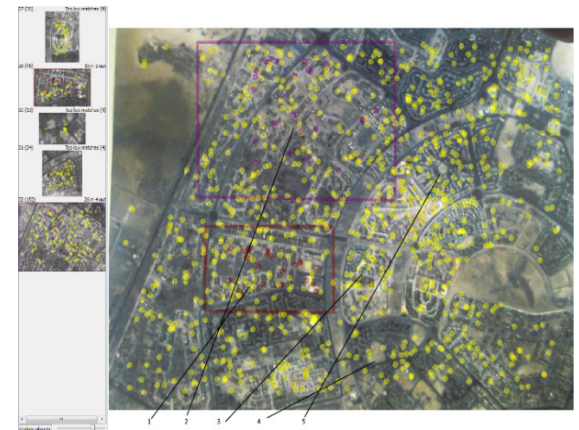


Рисунок 6 – BRISK знайшов 2 об'єкти з 5 за 46мс

Приклад роботи інтелектуальної системи і аналіз результатів

Інтелектуальну систему реалізовано через простий інтерфейс, щоб спробувати реалізацію на OpenCV методів SIFT, SURF, BRISK та інших детекторів і дескрипторів. Використовуючи веб-камеру, початково задаються еталони для пошуку об'єктів на зображенні, які можуть бути виявлені і виділені після обробки відповідними детекторами та дескрипторами.

Основні функціональні можливості: можливість вибору детекторів та дескрипторів; використання веб-камери для роботи з програмою; задання декількох об'єктів для пошуку; пошук заданих еталонів на зображенні та подальше їх виділення; виконання пошуку в реальному часі; відображення статистичних даних.

Тестування програми проводилось на зображеннях однакових розмірностей 1920x1080px, зображення мали різну складність для виявлення критичних точок. Приклади роботи алгоритму SIFT наведено на рис. 4, алгоритму SURF на рис. 5, алгоритму BRISK на рис. 6.

На рис. 4 відображено результати пошуку чотирьох об'єктів, з них 1 не знайдений, оскільки об'єкт є малим і являє собою дім із червоним дахом, попередні 3 об'єкти були знайдені за 517 мс.

На рис. 5 відображено результати пошуку чотирьох об'єктів, з них 1 не знайдений, попередні 3 об'єкти були знайдені за 173 мс. Ймовірна причина незнаходження об'єкту – мала кількість критичних точок, оскільки об'єкт є невеликий.

На рис. 6 відображено результати пошуку 5 об'єктів. Із них 3 не знайдені, оскільки об'єкти є невеликими і мають недостатню кількість точок для цього методу.

Висновки

Здійснено аналіз методів та моделей розпізнавання зображень дистанційного зондування Землі, таких як, SIFT, SURF, BRISK. На основі експериментальних досліджень сформовано рекомендації щодо ефективного застосування методів розпізнавання зображень дистанційного зондування Землі. Наведено основні функціональні можливості розробленої інтелектуальної системи та результати тестування її роботи з використанням алгоритмів SIFT, SURF, BRISK.

Список використаних джерел:

1. Проклад Г.Г. Гриднев С.П. Геодезия учебное пособие для вузов / Г. Г. Проклад, С.П. Гриднев — М. : Академический проект, 2006. — 368 с.
2. Поперечний С.В. Аналіз підходів до оброблення цифрових зображень дистанційного зондування Землі [Електронний ресурс]: Конференції ВНТУ / Режим доступу: <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2016/paper/view/1052/642> - Назва з екрану.
3. SIFT [Електронний ресурс]: Хабрахабр / Режим доступу: <https://habrahabr.ru/post/106302/> - Назва з екрану.
4. SURF [Електронний ресурс]: Хабрахабр / Режим доступу: <https://habrahabr.ru/post/152679/> - Назва з екрану.
5. BRISK [Електронний ресурс]: Роботи / Режим доступу: <https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/rg/papers/brisk.pdf> - Назва з екрану.