



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА  
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

**77-ї НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ПРОФЕСОРІВ,  
ВИКЛАДАЧІВ, НАУКОВИХ ПРАЦІВНИКІВ,  
АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ УНІВЕРСИТЕТУ**

**16 травня – 22 травня 2025 р.**

# СЕКЦІЯ АВТОМАТИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

УДК: 621.396.1

*Н.В. Єрмілова, к.т.н., доцент,  
Р.М. Царьков, аспірант,  
Р.О. Єрмілов, аспірант  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## РОЗПІЗНАВАННЯ АНТРОПОГЕННИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗА МЕТОДОМ ФРАКТАЛЬНОЇ СЕЛЕКЦІЇ

В наш час для підвищення безпеки руху залізничного транспорту варто використовувати безпілотні літальні апарати (БПЛА), за допомогою яких можна в режимі реального часу отримувати зображення стану транспортної інфраструктури. Особливий інтерес представляє автоматичне визначення росташування, оцінка стану та кількості рухомого складу залізничного транспорту.

Рішення такої задачі складається з декількох етапів [1].

На першому етапі необхідно виявити об'єкт штучного походження, в даному випадку рухомий склад залізничного транспорту. Під розпізнаванням об'єктів розуміється прийняття рішення про наявність чи відсутність їх у аналізованому зображенні. У полі зору знімальної камери БПЛА попадає, як правило, не один елемент рухомого складу, тому тут потрібно вирішувати питання про виявлення групових антропогенних (тобто створених людиною) об'єктів транспортної інфраструктури.

На другому етапі розпізнавання необхідно провести селекцію об'єкта: визначити його точне розташування, лінійні розміри, орієнтацію та геометричний центр у системі координат.

Третій етап включає саме розпізнавання, тобто пошук та аналіз ознак об'єктів для вирішення даної конкретної задачі. Зокрема, у деяких випадках за допомогою найпростіших методів можна розпізнати та віднести об'єкт до певного класу, аналізуючи лише лінійні розміри його зображення.

В останні роки завдання розпізнавання знаходять нові прикладні області застосування. Для моделювання об'єктів використовують фрактальну геометрію [2]. Фракталом називають математичну множину, яка володіє властивістю самоподібності. Фундаментальними характеристиками фракталів, що дозволяють моделювати природні об'єкти, є:

1) залежність їх метричних властивостей (довжина, ширина, площа) від масштабу виміру, що виражається параметром, який називається фрактальною розмірністю;

2) самоподібність - здатність збільшеного фрагмента виглядати ідентично вихідному об'єкту.

Для реальних об'єктів та їх зображень суворе математичне обчислення фрактальної розмірності не застосовується, натомість використовують різні оціночні методи [3]. Стосовно фрактального аналізу зображень, отриманих з БПЛА, можна використовувати ковзні вікна різних розмірів, що залежать від цільового призначення.

Для виділення областей зображень, в яких можуть бути цілі, варто застосовувати методи фрактальної обробки. Результатом їхньої роботи є бінарне зображення з виділеними ділянками, на яких розташовані антропогенні об'єкти (у даному випадку залізничні об'єкти).



Рис. 1. Виділення об'єктів методом фрактальної селекції

Фрактальні методи розраховують для кожної точки зображення значення фрактальної розмірності - базового параметра фрактальної геометрії. Результат фрактальної бінаризації цифрового зображення залізничного транспорту, отриманий з низьковисотного малого БПЛА, представлений на рис.1.

Слідом за обчисленням фрактальної розмірності для вирішення задачі фрактальної селекції цілей необхідно на бінарному зображенні виявити всі області, де передбачається наявність цих цілей. Як видно з рис.1, області розташування природних об'єктів мають майже нульову яскравість, а для антропогенних об'єктів яскравість максимальна. Фрактальне бінарне зображення деякого конкретного об'єкта є скупченням точок з максимальною яскравістю, розмір і форма якого відповідає еталонному зображенню даного об'єкта в заданому масштабі знімка. Для виявлення всіх ділянок знімка необхідно його сканувати за допомогою ковзного вікна, розмір якого повинен відповідати розміру об'єкта.

Рухомий склад залізничного транспорту має відомі розміри, за допомогою яких можна визначити довжину сторони ковзного вікна при пошуку об'єкта на цифровому зображенні. Як правило, фотограмметричні параметри зображення заздалегідь відомі, тому приведення лінійних розмірів об'єкта до передбачуваного його зображенню на знімку не викликають труднощів. Дослідження показують, що розмір ковзного вікна потрібно вибирати відповідно до конкретних умов зйомки та параметрів знімальної апаратури БПЛА з урахуванням ймовірності пропуску об'єкта та вірогідності помилкового виявлення.

Метод фрактальної селекції можна застосовувати до будь-яких типів цифрових зображень, він демонструє надійні результати у виявленні групових антропогенних об'єктів залізничної транспортної інфраструктури.

#### *Література*

1. Markov E. *Fractal methods for extracting artificial objects from the unmanned aerial vehicle images* / E. Markov // *J. Appl. Remote Sens.* – 2016. – № 10 (2).
2. Donets S., Lytvynenko V., Startsev O., Lonin Y., Ponomarev A., & Uvarov, V. (2023). *Fractal analysis of fractograms of aluminum alloys irradiated with high current electron beam. Physics and Chemistry of Solid State*, 24(2), 249–255.
3. Sun W. *Fractal analysis of remotely sensed images: A review of methods and applications* / W. Sun, G. Hu, P. Gong, S. Liang // *International Journal of Remote Sensing*, 2006, v. 27, n. 22, p. 4963–4990.

**УДК 004.89.032.26:681.518.2-044.964**

*О.І. Лактіонов, к.т.н., доцент  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АГРЕГУВАННЯ ОЦІНОК ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Попередні етапи досліджень акцентовано на процесі створення методів об'єднання масиву оцінок у одну оцінку для діагностики різних за складністю систем. З початку це були різні дослідження, зокрема [1], але згодом з'явилася думка об'єднання всіх напрацювань у єдине комплексне дослідження. За нашими спостереженнями це дозволить створити відповідну методологію.

Шляхів об'єднання різних шкал оцінок, які є на виході кожного методу є кілька. Перший варіант, де необхідно створити метод математичними інструментами, але це дуже складний шлях, оскільки не