

**АНАЛІЗ ПІДХОДІВ У ВИЯВЛЕННІ АНОМАЛІЙ В ЗОБРАЖЕННЯХ
ОПТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ**

Мельніченко Ф. О.

Науковий керівник - проф. Рубан І. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ЕОМ,
м. Харків, УкраїнаE-mail: fedir.melnychenko@nure.ua

In today's world, image processing and analysis from optical monitoring sources is an important area of research due to its wide range of applications. Analyzing such images poses a major challenge for researchers and scientists due to the high variability, low resolution, and large volume of satellite imagery data. One of the fundamental tasks of image analysis from optical monitoring sources is anomaly detection. Anomaly detection in optical monitoring images (satellites, drones, unmanned aerial vehicles) is an important area of remote sensing and geospatial analysis that uses advanced algorithms and machine learning models to detect unusual patterns or changes in data that deviate from the norm. This capability is essential for a wide range of applications, from environmental monitoring and urban planning to military defense, reconnaissance and disaster response. In this article, we will look at common anomaly detection methods and technologies.

В сучасному світі обробка та аналіз зображень з джерел оптичного моніторингу (супутники, дрони, безпілотні літальні апарати, тощо), є важливою сферою досліджень завдяки широкому спектру застосувань. Аналіз зображень такого роду створює ряд викликів для дослідників та науковців через високу мінливість та неоднорідність, низьку роздільну здатність та великі розміри зображень. Одна із фундаментальних задач в аналізі зображень оптичного моніторингу є виявлення аномалій та текстурних аномалій.

Процес виявлення аномалій (з англ. *anomaly detection*) – це процес виявлення незвичайних патернів або поведінки у даних, які суттєво відрізняються від більшості даних. Ці невизначені патерни, також відомі як аномалії, викиди, винятки або новинки, не відповідають очікуваній поведінці та часто вказують на критичні інциденти, нестандартну поведінку, або появу нового, тощо. В свою чергу, виявлення текстурних аномалій — це підмножина задач у виявленні аномалій, зосереджена саме на аналізі текстурних патернів у зображенні. Даний метод спрямований на виявлення областей, де структура текстури відхиляється від норми, що вказує на потенційні аномалії або дефекти. Можна побачити, що виявлення аномалій і виявлення текстурних аномалій – це методи, які використовуються для виявлення порушень у наборах даних або зображеннях, але вони зосереджені на різних аспектах і застосовуються в різних контекстах.

Розкриваючи методи та технології, що використовуються для виявлення аномалій на зображеннях, ми розглянемо, які методи існують, їх основні принципи та конкретні проблеми, які вони вирішують. Ця сфера поєднує методи обробки зображень, моделі машинного навчання та предметні знання для ефективного виявлення аномалій із даних оптичного моніторингу. Розглянемо їх.

Одним із перших класів методів можна виділити машинне навчання та глибоке навчання.

Метод навчання з вчителем: цей підхід вимагає позначених наборів даних для навчання моделей, які можуть класифікувати або ідентифікувати аномалії на нових зображеннях, які не бачили. Даний підхід особливо корисний, коли потрібно виявити певні типи аномалій або змін (тобто класифікація аномалій). Навчання з вчителем вимагає правильно формування набору даних для навчання та постійного тюнінгу моделі.

Метод навчання без вчителя: у випадках, коли помічених даних мало або аномалії не чітко визначені, алгоритми такого типу навчання можуть ідентифікувати незвичні шаблони або кластери в даних без попереднього помічення. Типовими прикладами є такі методи, як K-means кластеризація або аналіз головних компонентів (PCA).

Методи глибокого навчання: згорткові нейронні мережі (CNN) і рекурентні нейронні мережі (RNN) це доволі потужні моделі глибокого навчання, які використовуються для обробки та аналізу зображень. ЗНМ чудово розпізнають просторові візерунки на зображеннях, а РНМ можуть аналізувати часові зміни даних з часом. Також в цю категорію можна віднести Автокодери (Autoencoder), які використовуються для виявлення аномалій, навчаючись стискати (encoding process) та потім розтискати (decoding process) вхідні дані. Помилка реконструкції (різниця між входом і виходом) може сигналізувати про аномалії.

Наступним окремим класом методів можна винести виявлення змін. У контексті виявлення аномалій в зображеннях методи виявлення змін відповідають визначенням значних змін на поверхні з часом шляхом порівняння зображень, зроблених у різні дати однієї зони інтересу. Методи виявлення змін відрізняються за складністю та застосовністю залежно від конкретних вимог завдання, таких як роздільна здатність зображень, область інтересу та тип зміни, який потрібно виявити. Методи виявлення змін можуть бути реалізовані шляхом звичайного порівняння значень піксель, або їх співвідношень, закінчуючи методами комп'ютерного зору та машинного навчання.

Але все ж таки існують виклики та додаткові проблеми у виявленні аномалій. Це пов'язано в першу чергу з величезним обсягом і різноманітністю даних у поєднанні з такими проблемами, як хмарний покрив або атмосферні та погодні умови, створюють значні проблеми, що, в свою чергу, потребує додаткових методів та рішень для фільтрації та

підготовки вхідного зображення для подальшого процесу у виявленні аномалій.

Як підсумок можемо впевнено сказати, що виявлення аномалій в зображеннях оптичного моніторингу є багатогранним завданням, яке потребує поєднання методів, адаптованих до конкретних характеристик даних і характеру аномалій, що цікавлять. Можемо сказати впевнено, що досягнення у методах машинного та глибокого навчання разом із традиційними статистичними методами та методами комп'ютерного зору пропонують потужні інструменти для вирішення такого роду задач. Однак вибір методу залежить від різних факторів, включаючи тип аномалії, доступність даних, вплив погодних умов, тощо. Також маємо зазначити, що аналіз зображень такого роду для вирішення задачі у виявленні аномалій потребує попередньої обробки: фільтрація та вирівнювання зображення, зниження шумів, виявлення хмар, розподіл зображення на тайли для паралельних обчислень.

Список використаних джерел

1. Бодянский Е.В., Руденко О.Г. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения. // Телетех. 2004. Vol. 369.
2. Ruban I., Khudov H., Makoveichuk O., Khizhnyak I., Khudov V., Podlipaiev V., Shumeiko V., Atrasevych O., Nikitin A., Khudov R. Segmentation of Optical-electronic Images From On-board Systems of Remote Sensing of the Earth by the Artificial Bee Colony Method //Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. No 9. P. 37-45.
3. Ruban I., Smelyakov K., Martovytskyi V., Pribyl'nov D., Bolohova N. Method of neural network recognition of ground-based air objects. // IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT). 2018. Vol. 34. P. 589-592.
4. D. Jude Hemanth. Artificial Intelligence Techniques for Satellite Image Analysis. Springer. 2020.
5. Anomaly Detection Techniques: A Comprehensive Guide with Supervised and Unsupervised Learning. URL: <https://medium.com/@venujkvenk/anomaly-detection-techniques-a-comprehensive-guide-with-supervised-and-unsupervised-learning-67671cdc9680>