

Олександр Житніков, Ігор Пірко*

¹ НЛТУ України, Львів, Україна, 122.24zhytnikov.o@nltu.lviv.ua

² НЛТУ України, Львів, Україна, pirko@nltu.edu.ua

Інтелектуальна система виявлення лісових пожеж з допомогою згорткових нейронних мереж

***Анотація.** Робота присвячена розробці інтелектуальної системи виявлення лісових пожеж за допомогою згорткових нейронних мереж. У роботі здійснено огляд літератури, що стосується застосування нейронних мереж у сфері моніторингу природних катастроф, зокрема лісових пожеж. Проаналізовано існуючі системи прогнозування та виявлення пожеж, визначені їхні переваги і недоліки. У результаті виконання завдань була розроблена математична модель системи та алгоритм її функціонування, а також реалізована програмна модель, яка забезпечує автоматичне розпізнавання ознак пожежі на основі обробки зображень.*

***Ключові слова** – згорткові нейронні мережі, глибоке навчання, лісові пожежі.*

Вступ. Актуальність роботи зумовлена зростаючою кількістю випадків лісових пожеж у всьому світі. Лісові пожежі можуть призводити до значних екологічних, економічних та соціальних наслідків, тому їх своєчасне виявлення є важливим. Традиційні методи моніторингу часто є недостатньо ефективними через суб'єктивність і обмеженість людського контролю. Використання згорткових нейронних мереж дозволяє автоматизувати процес виявлення пожеж і підвищити точність розпізнавання загроз. З розвитком технологій комп'ютерного зору та машинного навчання з'явилися нові можливості для створення ефективних систем виявлення. Актуальність цієї роботи також підкреслюється потребою в збереженні лісових ресурсів та зменшенні шкоди від природних катастроф. Вона сприятиме поліпшенню систем раннього попередження, що може зменшити ризики для населення та довкілля.

Розробка інтелектуальної системи. Мета роботи – розробка та реалізація інтелектуальної системи для розпізнавання лісових пожеж на зображеннях.

У рамках розробки інтелектуальної системи для виявлення лісових пожеж основним джерелом вхідних даних є цифрові зображення, що відображають ландшафти, території лісових масивів або їх сегменти, потенційно схильні до виникнення пожеж. Вхідні дані відіграють ключову роль у точності і надійності роботи системи.

Попередня обробка даних має включати кілька важливих етапів, що забезпечують якісну підготовку вхідних даних для подальшого навчання та тестування моделей згорткових нейронних мереж. Попередня обробка даних є важливою складовою етапу підготовки набору навчальних і тестових зображень, що дозволяє підвищити ефективність та точність роботи системи виявлення лісових пожеж. Вона включає процеси, які спрямовані на очищення, нормалізацію, покращення характеристик зображень для подолання проблем, які можуть виникнути в процесі машинного навчання.

Вихідна інформація є кінцевим продуктом роботи інтелектуальної системи і забезпечує користувача необхідною інформацією щодо результатів аналізу вхідних даних - зображень, отриманих у процесі моніторингу природних об'єктів. Вона повинна бути чіткою, інформативною та зручною для оцінки ситуації оператором або автоматизованою системою управління.

Основні компоненти вихідної інформації включають наступні елементи.

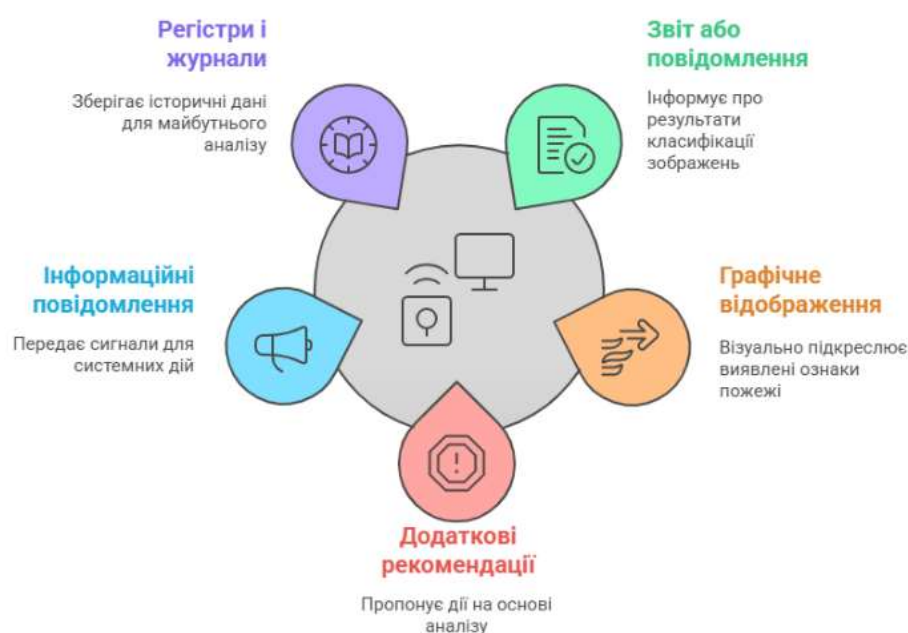


Рисунок 1. Основні компоненти вихідної інформації

Для прогнозування ризику пожеж використовуються такі дані.



Рисунок 2. Фактори, що впливають на прогнозування ризику пожеж

Основними компонентами програмного забезпечення є такі модулі. Програмне забезпечення розробленої інтелектуальної системи призначене для аналізу даних дистанційного зондування Землі та метеорологічних показників з метою прогнозування ризику лісових пожеж у карпатському регіоні України. Система побудована на основі сучасних технологій обробки просторових даних, методів машинного навчання та веб-візуалізації.



Рисунок 3. Компоненти програмного забезпечення інтелектуальної системи виявлення лісових пожеж

Система реалізована мовою програмування Python з використанням таких бібліотек:

	Google Earth Engine API	отримання та обробка супутникових даних
	Pandas	призначена для роботи з табличними даними, забезпечуючи структури для їх завантаження, обробки, аналізу та маніпулювання у проектах з обробки даних.
	Numpy	для виконання обчислень з багатовимірними масивами та матрицями, проведення математичних операцій в аналізі даних.
	Scikit-Learn	для побудови моделі машинного навчання
	Matplotlib	для створення графіків, діаграм та візуалізації даних у Python.
	Folium	для створення інтерактивних карт
	Joblib	для збереження навченої моделі

Програмне забезпечення працює в інтерактивному середовищі Google Colab, що дозволяє легко адаптувати його під потреби лісових господарств та служб цивільного захисту. Для ефективного функціонування інтелектуальної системи виявлення лісових пожеж необхідно мати актуальну інформацію про стан лісових масивів. У цій роботі використовується Google Earth Engine – хмарна платформа, яка забезпечує доступ до колекції супутникових знімків та геопросторових даних, що робить її джерелом інформації для моніторингу довкілля. Google Earth Engine дозволяє користувачам не завантажувати супутникові знімки на локальний комп'ютер, а виконувати обчислення прямо в хмарі Google. Це означає, що дані залишаються на серверах Google, а користувач відправляє запит скрипт на обробку, наприклад: обчислити середній NDVI для Ка-

рпат за останні 30 днів. GEE виконує цей запит на своїх серверах і повертає результат у вигляді зображення, карти або таблиці.

Розроблена інтелектуальна система продемонструвала високу ефективність у прогнозуванні та моніторингу пожежної небезпеки в умовах Українських Карпат. Система реалізує підхід, що поєднує методи машинного навчання, геопросторової візуалізації та аналітичну обробку даних.

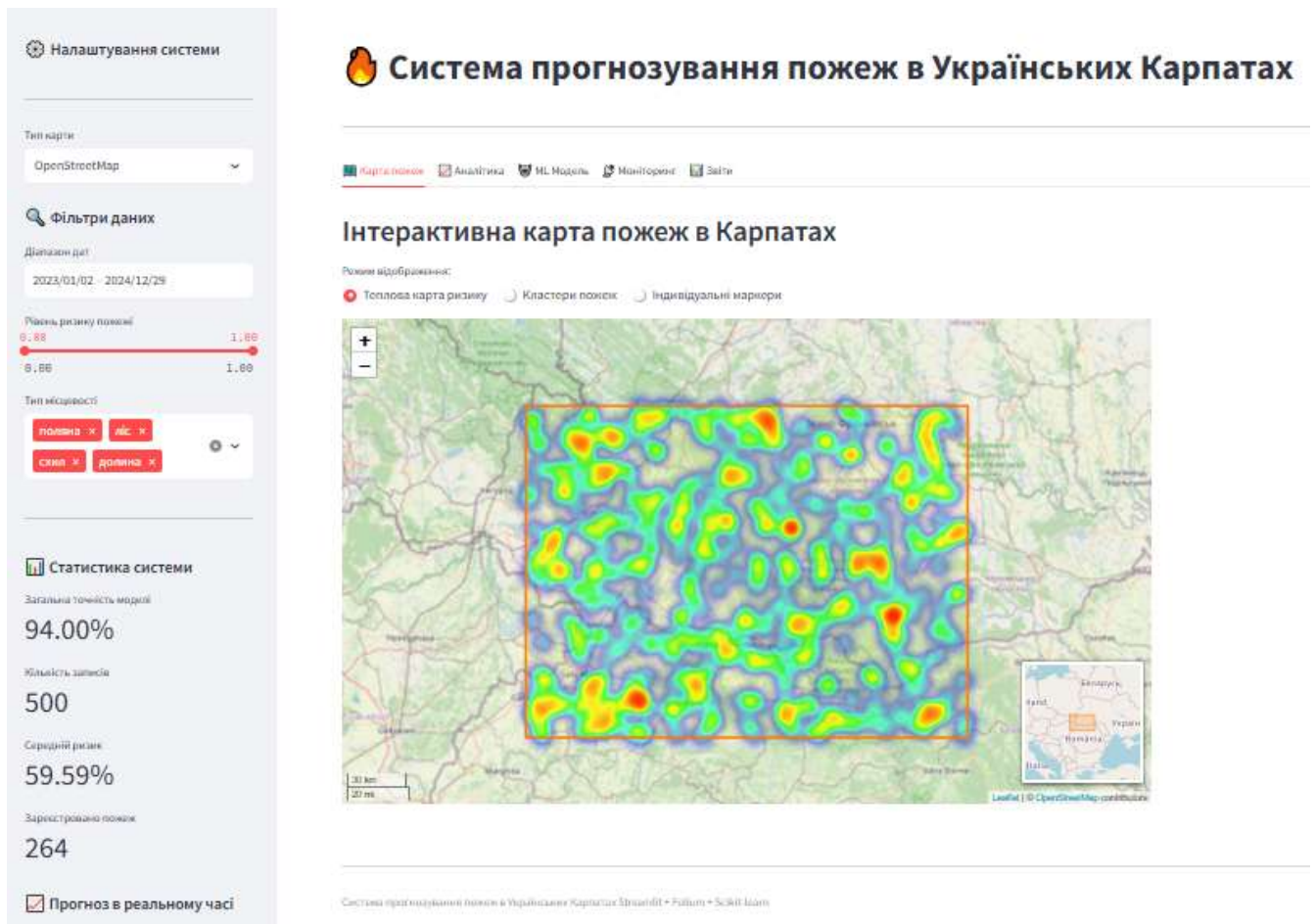


Рисунок 4. Інтерфейс інтелектуальної системи виявлення лісових пожеж

Висновок. У результаті проведеного дослідження було розроблено інтелектуальну систему для автоматизованого виявлення лісових пожеж на основі згорткових нейронних мереж. Створена модель здатна ефективно аналізувати супутникові знімки та визначати наявність ознак займання з високою точністю. Використання сучасних технологій машинного навчання, таких як Google Earth Engine, Pandas, Scikit-Learn та Folium забезпечило інтеграцію просторових і метеорологічних даних у єдину систему моніторингу. Розроблене програмне забезпечення може стати основою для створення систем раннього попередження

про пожежі в карпатському регіоні України. Практична цінність роботи полягає у підвищенні оперативності реагування на надзвичайні ситуації та мінімізації шкоди довкіллю. Запропонований підхід демонструє ефективність застосування глибокого навчання у вирішенні екологічних проблем.

Список використаних літературних джерел

- [1] Zhang, G, Zhang, Y. & Ding, Y. Research and application of fire and smoke detection algorithm based on yolo v5. Computational Intelligence and Neuroscience, vol. 2022, p. 1-8.
- [2] Mahdi,A & Mahmood, S. An edge computing environment for early wildfire detection. Annals of Emerging Technologies in Computing, vol. 6, 2022. p. 56-68.
- [3] Hossin, M. A review on evaluation metrics for data classification evaluations. International Journal of Data Mining Knowledge Management Process, vol. 5, p. 1-11.

Intelligent forest fire detection system using convolutional neural networks

Olesandr Zhitnikov, Igor Pirko

This work is devoted to the development of an intelligent system for detecting forest fires using convolutional neural networks. The work reviews the literature on the application of neural networks in the field of monitoring natural disasters, in particular forest fires. Existing fire forecasting and detection systems are analysed, their advantages and disadvantages are identified. As a result of the tasks, a mathematical model of the system and an algorithm for its functioning were developed, and a software model was implemented that provides automatic recognition of fire signs based on image processing.