

Виявлення вирубок лісу з використанням фундаційних моделей

Богдан-Ярема Дехтяр

Факультет інформатики
Національний університет “Києво-Могилянська академія”
Науковий керівник: Крюкова Галина Віталіївна, кандидат наук,
доцент катедри математики

2025

Актуальність

Виявлення
вирубок лісу

Богдан-
Ярема
Дехтяр

- Щороку у світі втрачається понад 10 млн га лісу, що є ключовий чинник глобального потепління та втрати біорізноманіття [3].
- В Україні зафіксовано значні вирубки, особливо після 2014 року, з високою інтенсивністю в зоні Східного Лісостепу [5].
- Супутникові знімки, зокрема Sentinel-2, забезпечують регулярне покриття з роздільною здатністю до 10 м — це відкриває широкі можливості для автоматизованого моніторингу [2].
- Глибокі нейронні мережі дозволяють точно виявляти зміну ландшафту, перевершуючи класичні методи оброблення зображень [10].

Мета та постанова завдання

Виявлення
вирубків лісу

Богдан-
Ярема
Дехтяр

Мета

Підвищити точність автоматизованого виявлення вирубків на супутникових знімках шляхом тонкого налаштування фундаційного моделю Segment Anything Model (SAM).

Постанова завдання

Бінарна сегментація:

- На **вхід** приймаємо супутникове зображення в декількох спектрах (як мінімум - RGB).
- На **вихід** одержуємо односпектрову піксельну маску з нулів та одиниць, де 1 — це вирубка, а 0 — інше.

Використані підходи

Виявлення
вирубок лісу

Богдан-
Ярема
Дехтяр

Базовий модель

U-Net з енкодером ResNet-50 [9, 4].

Пропонований підхід

Тонке налаштування фундаційного моделю SAM [8]:

- GSAM — модифікація SAM із підтримкою змінного розміру вхідного зображення [7].
- AdaptFormer — ефективне налаштування зорових трансформерів (ViT) [1].

Порівняльні метрики

Виявлення
вирубків лісу

Богдан-
Ярема
Дехтяр

- Коефіцієнт Дайса (F1-міра). Середнє гармонічне влучности (precision) і повноти (recall).
- Міра Жаккара (IoU).

Обидві міри повертають значення від 0 до 1, де 0 означає відсутність правильно передбачених пікселів, а 1 є повний збіг істинної та передбаченої масок.

Набір даних

Виявлення
вирубок лісу

Богдан-
Ярема
Дехтяр

- Відкритий датасет “Deforestation in Ukraine from Sentinel-2 data” [6].
- Знімки з супутника Sentinel-2 (2016–2019), Харківська область, тайли 36UXA та 36UYA.
- Географічний поділ на тренувальний, валідаційний і тестовий набори.
- У результаті препроцесингу отримано 8000 зображень.

Приклад супутникового знімка та маски

Виявлення
вирубків лісу

Богдан-
Ярема
Дехтяр

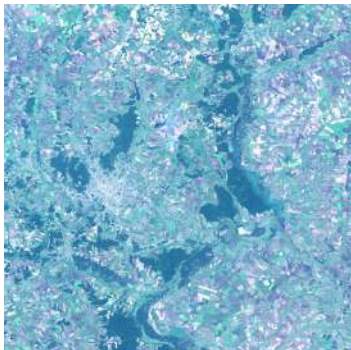


Рис.: Ліворуч — RGB-композит знімка Sentinel-2; праворуч — відповідна маска вирубок.

Результати

Виявлення
вирубків лісу

Богдан-
Ярема
Дехтяр

Табл.: Результати на тестовому наборі даних. Рядки - підходи, стовпці - метрики. Найкраще значення для кожної метрики виділено **жирним** шрифтом.

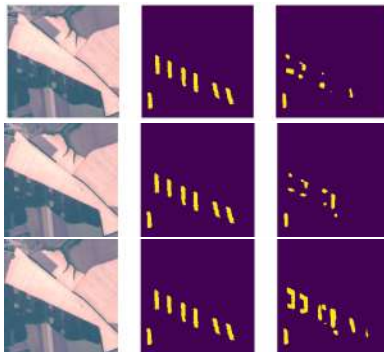
Архітектура	F1 (Dice)	IoU	Precision	Recall
U-Net + ResNet-50	0.5750	0.4035	0.6323	0.5272
GSAM	0.5845	0.4130	0.6250	0.5490
SAM AdaptFormer	0.6333	0.4634	0.6535	0.6144

Похибки класифікації

Виявлення
вирубків лісу

Богдан-
Ярема
Дехтяр

- Зліва направо: RGB, істинна маска, передбачення.
- Зверху донизу: U-Net, GSAM, SAM AdaptFormer.

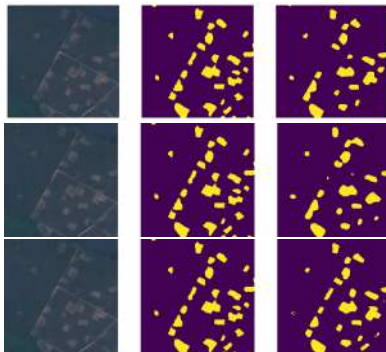


Приклади передбачень

Виявлення
вирубок лісу

Богдан-
Ярема
Дехтяр

- Зліва направо: RGB, істинна маска, передбачення.
- Зверху донизу: U-Net, GSAM, SAM AdaptFormer.



Висновки

Виявлення
вирубок лісу

Богдан-
Ярема
Дехтяр

Продемонстровано ефективність двох методів тонкого налаштування SAM:

- **GSAM** — результати зіставні з базовим моделем, але краща здатність до узагальнення.
- **SAM AdaptFormer** — перевершує базовий підхід на 6% за коефіцієнтом Дайса.

Результати підтверджують перспективність фундаційних моделей для моніторингу лісів.

Список використаних джерел I

Виявлення
вирубок лісу

Богдан-
Ярема
Дехтяр



S. Chen, C. Ge, Z. Tong, J. Wang, Y. Song, J. Wang, and P. Luo.

Adaptformer: Adapting vision transformers for scalable visual recognition.

In *Proc. IEEE/CVF Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. (CVPR)*, pages 10957–10966, 2022.



M. Drusch, U. Del Bello, S. Carlier, O. Colin, V. Fernandez, and F. Gascon et al.

Sentinel-2: Esa's optical high-resolution mission for gmes operational services.

Remote Sensing of Environment, 120:25–36, 2012.



FAO.

Global forest resources assessment 2020.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020.



K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun.

Deep residual learning for image recognition.

In *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. (CVPR)*, pages 770–778, 2016.



K. Isaienkov, M. Yushchuk, V. Khramtsov, and O. Seliverstov.

Deep learning for regular change detection in ukrainian forest ecosystem with sentinel-2.

IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 14:364–376, 2021.



Kostiantyn Isaienkov.

Deforestation in ukraine from sentinel-2 data.

<https://www.kaggle.com/datasets/isaienkov/deforestation-in-ukraine>, 2020.

Список використаних джерел II

Виявлення
вирубів лісу

Богдан-
Ярема
Дехтяр



S. Kato, H. Mitsuoka, and K. Hotta.

Generalized sam: Efficient fine-tuning of sam for variable input image sizes.
arXiv preprint arXiv:2408.12406, 2024.



A. Kirillov, E. Mintun, N. Ravi, H. Mao, C. Rolland, L. Gustafson, T. Xiao, S. Whitehead,
A. C. Berg, and W.-Y. Lo et al.
Segment anything.
arXiv preprint arXiv:2304.02643, 2023.



O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox.

U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation.
arXiv preprint arXiv:1505.04597, 2015.



X. X. Zhu, D. Tuia, L. Mou, G.-S. Xia, L. Zhang, F. Xu, and F. Fraundorfer.

Deep learning in remote sensing: A comprehensive review and list of resources.
IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine, 5(4):8–36, 2017.