

АНАЛІЗ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ ЗА ДАНИМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Розвиток технологій розумних міст спрямовано на використання передових технологій, що неможливо без сучасної доступної міської інфраструктури. Вимоги до її стану для розумного міста більш жорсткі, ніж для звичайних міст і регіонів [1]. Це потребує актуальних даних про міську забудову та тенденцій її розвитку.

Внаслідок урбанізації зростає чисельність міського населення, збільшується кількість будівництва, що призводить до перевантаження автошляхів, погіршення екологічного стану міського середовища тощо. Отже є необхідність у поєднанні класичних і нових способів керування міською забудовою, регулювання містобудівного процесу для забезпечення комфортних умов життя та нормального функціонування міських інфраструктур [1, 2].

Отже, актуальним завданням є удосконалення процесів аналізу наявної міської забудови, яка склалася внаслідок урбанізації, визначення проблем, викликаних збільшенням темпів будівництва міста, з урахуванням його територіально-планувальних особливостей і формування ґрунтовних Smart-рішень. Використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дає змогу вирішити частину проблем, пов'язаних з аналізом наявної міської забудови. При цьому зазначимо, що дані ДЗЗ мають великий обсяг, їх якість залежить від сукупності факторів, які не завжди можуть бути ідеальними, а їх оброблення займає значний час [1]. Тому виникає необхідність у створенні методу, який максимально спростить процедуру оброблення даних ДЗЗ і надасть оцінки, придатні для подальшого аналізу та формування рішень щодо напрямів інтелектуалізації міста.

Перспективним варіантом вирішення складних просторових завдань є машинне навчання (МН), зокрема, глибоке навчання. В останні роки ці інструменти є основними компонентами просторового аналізу ГІС [2, 3].

Дослідження типового алгоритму МН при обробленні структурованих даних дало змогу сформулювати метод аналізу міської забудови за даними ДЗЗ. Він поєднує таку послідовність етапів:

Етап 1. Завантаження супутникового знімку міської забудови для створення навчальної вибірки.

Етап 2. Формування навчальної вибірки з типових просторових об'єктів міської забудови:

- ручне виділення полігонів типових об'єктів;
- автоматичне вилучення просторових фрагментів зображення з типовими об'єктами;
- збереження одержаних фрагментів у базу даних.

Етап 3. Отримання моделі Deep Learning:

- автоматичний циклічний пошук ознак у зображеннях навчальної вибірки;
- автоматична класифікація ознак за типовими об'єктами зображення.

Етап 4. Перевірка моделі Deep Learning на вихідному супутниковому знімку, а також її застосування на інших знімках для визначення можливості адаптації до інших вихідних даних.

Етап 5. Використання моделі Deep Learning для визначення об'єктів міської забудови по знімках.

Отримані результати стають основою для актуалізації даних генерального плану міста, для формування заходів з модернізації його інфраструктури, оптимізації вуличної мережі, будівництва вулиць, мостів і тунелів, транспортних розв'язок, поліпшення екологічного стану, а також формування напрямків інтелектуалізації.

Зазначимо, що для реалізації етапу 3 метода можна використовувати інструменти Image Analyst ArcGIS Pro 3.4, зокрема, модель Mask R-CNN для сегментації об'єктів з однаковими просторовими ознаками.

Список використаних джерел:

1. Wavelet Transform Cluster Analysis of UAV Images for Sustainable Development of Smart Regions Due to Inspecting Transport Infrastructure / Y. Zheng et al. *Sustainability*. 2025. Vol. 17(3), Article 927. DOI: <https://doi.org/10.3390/su17030927>.
2. Machine learning-enhanced assessment of urban sustainable development goals progress / F. Li et al. *Cities*. 2025. Vol. 158. Article 105718. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.105718>.
3. Identifying influencing factors and characterizing key issues in urban sustainable development capacity through machine learning / H. Zhou et al. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment*. 2024. Vol. 22, issue 3. P. 291 – 304. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cjpre.2024.09.008>.