

Віта КАШТАН

*к.т.н., доцент,
доцент кафедри інформаційних технологій
та комп'ютерної інженерії,
НТУ «Дніпровська політехніка»*

Володимир ГНАТУШЕНКО

*д.т.н., професор,
завідувач кафедри інформаційних технологій
та комп'ютерної інженерії,
НТУ «Дніпровська політехніка»*

МЕТОДИКА РОЗПІЗНАВАННЯ ЛІСОВИХ ЗГАРИЩ НА ОСНОВІ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ ВИСОКОГО ПРОСТОРОВОГО РОЗРІЗНЕННЯ

З погіршенням природних умов та недбалістю людини, лісові пожежі трапляються все частіше. Окрім лісових насаджень знищенню також піддаються цілі населені пункти, які розташовані неподалеку від них. Для запобігання виникнення та розповсюдження лісових пожеж необхідно звернутися до сучасних методів аналізу супутникових знімків, які базуються на використанні штучного інтелекту [1-3].

Дана тема актуальна для робітників Державної служби України з надзвичайних ситуацій, а також для пожежників та рятувальних служб, яким необхідно ліквідувати лісові пожежі.

Для досягнення поставленої мети в роботі сформовані і вирішені такі завдання:

- огляд існуючих методів обробки цифрових знімків;
- аналіз існуючих методів дешифрування лісовкритих територій;
- розробка методики обробки супутникових зображень для оцінки стану лісу при виникненні пожежі.

Запропонована в роботі методика ґрунтується на використанні багаторічних супутникових спостережень у вигляді числових рядів, отриманих системами з високою періодичною зйомкою. Крім того, використання різночасних супутникових даних потребує додаткового обліку відмінностей фенологічного стану лісів, геометричних умов спостережень та освітлення, прозорості атмосфери та деяких інших факторів. Тому, в роботі проведено відносну радіометричну нормалізацію різночасних супутникових даних, що дозволяє ефективно провести подальшу тематичну обробку даних. Запропонована методика складається з чотирьох етапів.

Етап перший це завантаження первинних даних. Цифрові аерокосмічні знімки можуть бути представлені в різних форматах растрових зображень, наприклад: TIFF (Tagged Image Format), HDF (Hierarchical Data Format), спеціалізованих форматах пакетів обробки зображень. Слід враховувати, що в цих та деяких інших форматах знімки зберігаються без втрати інформації, але існують

формати для стисненого представлення, при конвертації в який частина інформації втрачається (JPEG, GIF, PNG та ін.).

Другий етап – спектральна та геометрична корекція даних. Для цього етапу було обрано програмний інструмент ENVI та алгоритми: швидкого атмосферного аналізу спектральних гіперкубів та Грама–Шмідта. Це дозволяє обробити зображення випромінювання зі спектральним покриттям від середнього інфрачервоного до ультрафіолетових хвиль, де тепловим випромінюванням можна знехтувати. Для цієї ситуації спектральне випромінювання L^* на пікселі сенсора може бути визначено як [2]:

$$L^* = \frac{A\rho}{1-\rho_e S} + \frac{B\rho_c}{1-\rho_e S} + L_a^* L_a^* = \frac{A\rho}{1-\rho_e S} + \frac{B\rho_c}{1-\rho_e S} + L_a^* \quad , (1)$$

де ρ – коефіцієнт відбиття поверхні пікселя, $\rho_e S$ – середнє відбиття поверхні для навколишнього регіону, S – сферичне альbedo атмосфери (з захопленням відбитих від поверхні фотонів), $L_a^* L_a^*$ – сяйво, розсіяне назад атмосферою, не досягаючи поверхні, а A і B – це незалежні від поверхні коефіцієнти, які змінюються в залежності від атмосферних і геометричних умов.

Геометрична корекція даних, є необхідною для попередньої обробки супутникових зображень та усунення геометричних викривлень. При проведенні геометричної корекції супутникових зображень необхідно враховувати: реєстрацію знімку; геоприв'язку; геокодування; орторектифікацію. На рис. 1 представлено геометричну модель корекції супутникових даних.



Рис. 1. Геометрична проекція: ρ – значення зображення у пікселях; H – висота, з якої отримано зображення

Останнім етапом є проведення бінарної класифікації даних на основі спектральних характеристик зображень. Це дозволить виявити контури згарищ землі після пожежі.

Запропонована методика була протестована на даних супутника Sentinel 2 (рис. 2 а). Область прикладного дослідження обрано Мугла, що знаходиться в Туреччині. Відповідно до різних властивостей відбиття та просторового розподілу, запропонована методика показує точну та достовірну інформацію про рослинність чи інший ґрунтовий покрив (рис. 2 б), що міститься на невивалених ділянках, а також положення та протяжність невивалених ділянок (рис. 2 в).



а)

б)



в)

Рис. 2. Супутникові знімки Sentinel 2:
а) первинні дані Мугла 21.10.2021; б) ідентифікація пожежі на основі спектральних індексів; в) автоматизована сегментація згарищ після пожежі

У роботі запропоновано методика аналізу лісовкритих територій, які постраждали від пожеж на основі спектрально-відбивних характеристик у ближньому та середньому інфрачервоному областях датчиків супутника Sentinel 2.

Список використаних джерел

1. Baranovskiy, N.V. Mathematical Simulation of Anthropogenic Load on Forested Territories for Point Source. In Predicting, Monitoring, and Assessing Forest Fire Dangers and Risks; Baranovskiy, N.V., Ed.; IGI Global: Hershey, PA, USA, 2020; P. 64–88.

2. Collins L. The utility of Random Forests for wildfire severity mapping / L. Collins, P.Griffioen, G. Newell, A.Mellor. 2019. P. 374–384.

3. Гнатушенко В. В., Каштан В. Ю., Оленченко Г. М, Луцик Д. М. Моніторинг наслідків лісових пожеж на основі аналізу супутникових зображень. XVI міжнародна конференція «Проблеми використання інформаційних технологій в освіті, науці та промисловості», м. Дніпро, 15 грудня 2021 р. : зб. наук. пр. № 6: Дніпро, 2021. С. 43–46.

Отримано редакційною колегією: 21.02.2022.