

Authentication використовується для автентифікації користувачів, Firestore або Realtime Database - для зберігання даних, і Cloud Functions можуть використовуватися для обробки запитів та генерації документів на серверному боці.

Цей застосунок може бути корисним для підприємців у різних галузях, де важлива швидка та точна генерація документів. Він допомагає підприємцям керувати їхньою документацією та заощаджувати час, спрощуючи процес створення та редагування документів.

Список використаних літературних джерел

- [1] Документація React (<https://react.dev/>);
- [2] Документація Firebase (<https://firebase.google.com/docs/>);
- [3] Документація Redux-Toolkit(<https://redux-toolkit.js.org/>);
- [4] Документація додавання редактора тексту (<https://ckeditor.com/>).

Степан Пастернак, Олег Часковський*, Андрій Проць*

магістрант кафедри КН НЛТУ України, Львів, Україна,
pasternak.s@nltu.lviv.ua.

* доцент кафедри ІСКМ, НЛТУ України, Львів, Україна.
<https://orcid.org/0000-0002-2938-0524>. oleh.chkov@nltu.edu.ua.

* асистент кафедри ІСКМ, НЛТУ України, Львів, Україна,
andrii_prot@nltu.edu.ua.

Застосування методів машинного навчання для розроблення системи попереджень про втрати лісового покриття Львівщини на основі супутникових знімків.

Анотація – Опрацьована методика автоматизованої інтерпретації різночасових та різнопланових супутникових знімків з використанням новітніх методів дешифрування даних дистанційного знімання (*Random Forest* класифікація тощо). Для інтерпретації лісових ділянок використали найновіші технології наземного знімання (польова технологія ГІС „Field-Map”, ультразвуковий дальномір-висотомір VERTEX). Створена тематична карта груп порід на досліджувану територію та проаналізовано її точність, обчислену на основі різних даних, зокрема даних польових досліджень та електронних карт лісових насаджень ДП «Рава-Руське ЛГ».

Ключові слова – зрубані ділянки, мультиспектральні дані ДЗЗ, дешифрування даних ДЗЗ, моніторинг, тематична карта, електронна карта лісових насаджень.

Розвиток комп'ютерних технологій дає можливість моделювання та аналізу просторового розміщення лісових насаджень, а новітні технології дистанційного зондування забезпечують нові можливості оцінки лісової інформації, необхідних для вирішення поставлених завдань[2]. Технології включають покращення просторових, спектральних, радіометричних, геометричних і часових властивостей космічних знімків. Метою роботи є вивчення можливостей використання різночасових (з діапазоном знімання 10-20 років) космічних знімків для визначення змін землекористування за динамікою вегетаційного індексу. На основі змін землекористування можна прослідкувати заліснення нелісових територій за різні періоди, визначити площі і розміщення ділянок зрубаних ділянок з метою подальшого дослідження можливостей відновлення використання таких земель.

Для дешифрування даних дистанційного зондування Землі використали методику *Random Forest (RF)* як досить швидкий алгоритм класифікації, що не вимагає великої кількості дослідних даних, нечутливий до значної варіації вхідних даних сигнатур та не вимагає великої кількості вхідних параметрів [3,4]. Цю методику відносять до різновиду контрольованої класифікації, що добре себе зарекомендувала під час інтерпретації різноманітних наборів даних дистанційного зондування Землі, зокрема мультиспектральних та радіолокаційних знімків ДЗЗ[1]. Для створення електронних карт лісових насаджень використані засоби оцифрування у ГІС-системах[2]. Для виявлення змін та зрубаних ділянок використано метод аналізу змін (change detection).

Класифікацію знімків ми проводили у програмному пакеті ENVI. Ця програма має всі можливості для роботи з аеро- і космічними зображеннями в усіх можливих областях їх застосування[4]. ENVI включає базовий комплект і модулі розширення, що дозволяє покращувати якість і підвищувати точність зображення, трансформувати знімки, прив'язувати знімки один до одного, кла-

сифікувати об'єкти, синтезувати мультиспектральні зображення, водночас аналізувати растрову та векторну інформацію, створювати високоякісно оформлені карти. ENVI надає унікальні можливості для роботи з даними дистанційного зондування, як в наукових дослідженнях, так і в роботах промислового масштабу[4].

Висновок. Як основа для створення цифрових карт зрубаних ділянок можуть бути використані супутникові знімки, оскільки вони записані в цифровому форматі та є найбільш оперативним джерелом інформації. Для автоматичного дешифрування супутникових знімків Landsat TM доцільно проводити дешифрування супутникових знімків комбінованим методом: з використанням різночасових знімків. Ієрархічна автоматична класифікація на основі ідентифікованих на знімку постійних пробних площ сприяє підвищенню точності дешифрування та відображенні на знімку змін, які відбуваються в земельному фонді. Утворені карти на основі супутникових знімків дають можливість стверджувати що в регіоні досліджень наявна значна частина зрубаних ділянок. Така тематична карта слугує прийняттю управлінських рішень, оскільки оперативно дозволяє визначати кількість та розміщення зрубаних ділянок і визначати потенціал їх використання.

Список використаних літературних джерел

- [1] В.І. Лялько, О.Д. Федоровський, М.О. Попов та ін. (2006). Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування. Київ: Наукова думка.
- [2] Жолобак Г.М. (2010) Вітчизняний досвід супутникового моніторингу лісових масивів України. Космічна наука і технологія. 16(3), 46-54. <https://doi.org/10.15407/knit2010.03.046>
- [3] Pakhale G.K. (2010). Comparison of Advanced Pixel Based (ANN and SVM) and Object-Oriented Classification Approaches Using Landsat-7. International Journal of Engineering and Technology.2(4), 245-251.
- [4] Gislason P.O. (2006). Random Forests for land cover classification. Pattern Recognition Letters. 4, 294–300.

