

Калько А. Д., д. геогр.н., професор (Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, м. Рівне),
Машенко В. А., к. ф.-м. н., доцент (Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне),
Машенко В. В., студент (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ),

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ НА АЕРОКОСМІЧНИХ ЗНІМКАХ ТЕРИТОРІЙ НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ВИДОБУТКУ БУРШТИНУ

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) дозволяє проводити моніторинг і контроль за різними природними і антропогенними процесами. Складною є ситуація із незаконним видобутком бурштину в Клесівському, Дубровицькому і Володимирецькому районах Рівненської області, до надр яких приурочені розсіпні родовища цього «сонячного каменю». Варварський видобуток завдає непоправної шкоди природі Полісся.

Моніторинг стану земної поверхні в районах видобутку проводили за алгоритмом розпізнавання образів на основі процесу дешифрування знімків із виділенням об'єктів, що складають єдиний клас. Реалізація такої процедури передбачає попереднє навчання, яке полягає в описі класу об'єктів за визначеними ознаками із деякої множини ознак. Особливо важливим аспектом такої процедури розпізнавання є вибір інструментарію, за допомогою якого проводиться співставлення значень ознаки об'єкту, що аналізується, із значеннями, отриманими на етапі навчання. При цьому передбачається, що етап навчання відбувається за об'єктом-образом (фрагмент зображення), який вказується оператором, в тому числі безпосередньо на обробленому зображенні.

Обробку аерокосмічних знімків проводили за допомогою програми ENVI, що забезпечує побудову нейронної мережі для автоматизованого розпізнавання об'єктів. ENVI-система використовує наступні три групи ознак розпізнавання:

- геометричні (форма, розмір);
- яскравісні (рівень яскравість, колір);
- структурні (текстура, структура).

Алгоритм розпізнавання території видобутку бурштину і виділення в об'єкти-образи базується на енергетично-спектральних характеристиках зображення (частки спектральної енергії) і побудові на їх основі нейронної мережі.

Основною метою роботи є дослідження можливості реалізації нейромережевої технології розпізнавання об'єктів на аерокосмічних

зображеннях на основі спектрального аналізу розподілу енергії по частотним діапазоном.

Для досягнення мети дослідження розв'язувалися наступні задачі:

1. Обчислення часток енергії зображення, які є багатовимірним вектором ознак розпізнавання.

2. Побудова нейронної мережі для виділення та ідентифікації об'єктів на аерокосмічних знімках, групами ознак для яких є частки спектральної енергії кожного об'єкта зображення.

3. Оцінка роботоздатності алгоритмів на основі обчислювальних експериментів з реальними зображеннями.

Процедуру розпізнавання території видобутку бурштину можна умовно розбити на два етапи.

На першому етапі виділяється об'єкт зображення, який буде слугувати еталоном для розпізнавання інших подібних об'єктів. При цьому зображення визначається як двовимірна функція інтенсивності зображення, що залежить від координат точки (пікселя) на площині зображення.

На другому етапі будується багатошарова нейронна мережа, топологія якої залежить від кількості спектральних каналів, що використовуються для моніторингу та ідентифікації об'єктів.

На вхідний шар подаються вихідні данні – значення інтенсивностей пікселей зображення у кожному спектральному каналі. У прихованому шарі обчислюється енергетичний спектр, а на його виході сума добуток значень часток спектральної енергії і вагових коефіцієнтів. У шарі розпізнавання обчислюється похибка розпізнавання (відносна середньоквадратична похибка) відносно бажаного відклику.

Алгоритм навчання побудованої мережі має наступні кроки:

- 1) надходження на вхідний шар початкових даних;
- 2) ініціалізація вагових коефіцієнтів;
- 3) надходження на вхід мережі нових значень інтенсивності зображення;
- 4) обчислення енергетичного спектру на кожному прихованому шарі і значень виходів мережі;
- 5) зміна вагових коефіцієнтів для кожного прихованого шару;
- 6) обчислення відносної середньоквадратичної похибки.

Для оцінки роботоздатності розробленого алгоритму використали аерокосмічні знімки супутника WorldView-2 у восьми спектральних каналах із роздільною здатністю 1,84 м у видимому і ближніх інфрачервоних каналах. Прямими індикаційними ознаками території видобутку бурштину є спектральні характеристики поверхні, що відрізняється від фонових, а також її текстурні особливості у 2 (голубий 0,45-0,51 мкм), 4 (жовтий 0,58-0,62 мкм), 5 (червоний 0,63-0,69 мкм), 7 (БЧ 0,77-0,89 мкм) і 8 (БЧ-2 0,86-1,04 мкм) спектральних каналах.

Результати розпізнавання представлені на рис. 1.



Рис. 1. Результат розпізнавання територій видобутку бурштину в ENVI

Отже, запропонований підхід з використанням нейронережевої технології дозволяє локалізувати структурні зміни поверхні у визначеному масштабі. Розроблений алгоритм виявлення змін у природних ландшафтах за аерокосмічними знімками високої роздільної здатності відрізняється від існуючих тим, що використовуються структурні ознаки зображень об'єктів, які не залежать від впливу ряду зовнішніх факторів, що змінюють яскравість зображень на знімках. Розроблений алгоритм може бути повністю автоматизованим, на відміну від існуючих.

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2012. – 1104 с. **2.** Грузман И. С. Цифровая обработка изображений в информационных системах: учеб. пособие / И. С. Грузман. – Новосибирск, 2000. – 166 с. **3.** Жилияков Е. Г. Вариационные методы анализа и построения функций по эмпирическим данным на основе частотных представлений / Е. Г. Жилияков. – Белгород : Изд-во БелГУ, 2007. – 160 с. **4.** Жилияков, Е. Г. Метод определения точных значений долей энергии изображений в заданных частотных интервалах / Е. Г. Жилияков, А. А. Черноморец, И. В. Лысенко // Вопросы радиоэлектроники. – Сер. РЛТ, 2007. – Вып. 4. – С. 115–123.