

УДК 004.032.26

Малько В.П., студент гр. ПК-71
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ГЕОРАДАРНИХ ДАНИХ

Анотація. Розглянуто основні проблеми під час здійснення інтерпретації даних георадару. Проаналізовано існуючі методи аналізу радарограм, визначено їх недоліки. Запропоновано метод автоматизації цифрової обробки радарограм за допомогою нейронних мереж, з метою підвищення ефективності та достовірності контролю.

Ключові слова: нейронні мережі, георадар, машинне навчання, нейронні мережі.

ВСТУП

На сьогоднішній день, георадіолокація є одним з найперспективніших методів дослідження внутрішньої структури найрізноманітніших об'єктів. Об'єктами контролю можуть виступати: родовища різних металів, будівлі, покриття доріг, місця археологічних розкопок тощо. Популярність використання георадіолокації обумовлена рядом переваг. По-перше, універсальність використання всього одного приладу в багатьох об'єктів контролю зменшує вартість дослідження. По-друге, георадіолокація відноситься до методів неруйнівного контролю та не спричиняє руйнування об'єкта досліджень. По-третє, метод дозволяє змінювати частоту сигналу, дозволяючи налаштовувати діапазон та глибину сканування.

Принцип дії георадара заснований на використанні радіосигналу частотою 50-150 МГц. Радіосигнал випромінюється антенною, напрямляється на поверхність об'єкта контролю, відбивається від об'єктів, розташованих в діапазоні сканування та фіксується приймальною антеною. Відбитий сигнал дає будь-яка достатньо велика за розмірами або протяжністю неоднорідність в ґрунті, яка відрізняється за діелектричною проникністю від навколишнього ґрунту. За допомогою об'єднання трас зареєстрованих радіосигналів отримують двовимірне зображення перерізу внутрішньої структури об'єкта – радарограму. Однак, пряма інтерпретація радарограм не завжди є можливою, а її результат залежить від досвіду оператора та інших суб'єктивних факторів.

Основною проблемою георадіолокації є необхідність додаткової обробки даних для аналізу та інтерпретації результатів. Зображення, отримані методом георадіолокації, мають низьку роздільну здатність, зумовлену відбиванням сигналу від границі двох середовищ з великою різницею характеристик діелектричної проникності, та в більшості випадків розмиті. Сигнал, відбитий від середовища з більшою діелектричною проникністю, маскує сигнал від середовища з меншою діелектричною проникністю. Тому актуальним завданням є пошук методів обробки даних, які дозволили б в автоматизованому режимі здійснювати обробку радарограм з підвищеною достовірністю результатів.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Для аналізу даних георадіолокації до сих пір використовують ручний спосіб обробки інформації, під час якого спеціаліст визначає границю розділу між шарами ґрунту або прихованими в ньому об'єктами на кожному зображенні,

виходячи із характеру зміни сигналу. Для полегшення роботи оператора, сигнал оброблюють з використанням великої кількості перетворень, таких як перетворення Фур'є або вейвлет-перетворення, призначених для фільтрації та зменшення впливу шумів [1]. Зі створеним двовимірним зображенням проводять маніпуляції з метою отримати зображення більш зрозуміле інтерпретатору.

Використання такого методу має свої недоліки пов'язані з шумами, які створюються великою різницею характеристик діелектричної проникності на границі сусідніх середовищ. Проблемою також є виникнення сильних шумів, ідентичних природнім сигналам. Крім цього, наявна суб'єктивна похибка яку вносить сам інтерпретатор.

Іншим методом аналізу даних георадіолокації є метод заснований на аналізі поля зворотного розсіювання електромагнітних хвиль [2]. В такому випадку використовуються просторові нелінійні фільтри, застосовані до множини числових значень швидкості розповсюдження електромагнітних хвиль в середовищі. Метод дозволяє використовувати георадар в середовищах з великою розсіюючою здатністю, але не є універсальним.

Для підвищення ефективності роботи георадара використовують засоби машинного навчання. Так, наприклад, в роботі [3] для оцінки стану дорожнього покриття використовуються згортова нейронна мережа. Авторами зазначено, що використання цієї моделі дозволить вирішити задачі ідентифікації в багатьох сферах. Крім цього, до переваг відносять автономну обробку великого об'єму даних та невисокі вимоги до апаратної частини пристрою. Отже, використання нейронних мереж для автоматизованої інтерпретації даних георадара вважається перспективним та є актуальною науковою задачею.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Виходячи із поставленого завдання, необхідно визначити метод автоматизації обробки радарограм, який дозволить інтерпретувати дані з великою точністю та швидкодією. Враховуючи характер інформаційних сигналів, тобто наявність вузького діапазону амплітуд та великої кількості шумів, рекомендовано використовувати багат шарову нейронну мережу прямого поширення зі зворотним розповсюдження помилки [4]. Особливостями даного типу мереж є наявність великої кількості прошарків. Кожний прошарок складається з вузлів або нейронів, пов'язаних з вузлами попереднього прошарку. Кількість елементів на вході та на виході мережі залежать від поставленого завдання. Такий тип мережі забезпечує високу швидкість обчислення та простоту реалізації у порівнянні з глибинними нейронними мережами. Це дозволить реалізувати алгоритми мережі безпосередньо у складі системи георадара.

Методом зворотного розповсюдження помилки називають метод оптимізації синаптичних ваг багат шарової нейронної мережі, який полягає в обчисленні ваг та зміщень кожного з нейронів виходячи з відхилення значень на виході мережі від бажаних (цільових) значень [5]. Навчання нейронної мережі забезпечує база даних радіограм об'єкту контролю з виділеними границями середовищ або шуканих об'єктів. Після закінчення навчання на вхід

багатошарової мережі може подаватись фрагмент радарограми, а виходим будуть значення глибини шуканої лінії поділу середовищ або глибини залягання знайдених об'єктів чи неоднорідностей. Наприклад, в задачах контролю дорожнього покриття отриманні на виході мережі значення лінії поділу прошарків будуть порівнюватись з стандартними значенням, на основі яких можна буде зробити оцінку стану автодороги.

Розвиток цієї методики дозволить збільшити швидкість обробки, а також покращить інформативність радарограм. Використання паралельно працюючих пристроїв, які містять підсистему аналізу даних на базі нейронних мереж, дозволить підвищити точність визначення лінії поділу середовищ в ґрунті. А результати контролю будуть в меншій мірі залежати від досвіду оператора.

ВИСНОВКИ

На сьогоднішній день існує багато способів інтерпретації даних, отриманих методом георадіолокації. Використання алгоритмів, заснованих на фільтрації та перетворенні сигналу, грають важливу роль в задачах аналізу даних. Але використання не автоматизованих, або частково автоматизованих систем вносить суб'єктивну похибку в процес обробки даних. Перспективним є використання нейронних мереж, які мають високу завадостійкість та ефективність в умовах нелінійності вхідних даних. Розвиток цієї тенденції дозволить зменшити вартість обслуговування та розширить області використання георадарів. Завданням для подальших досліджень є вибір оптимальних архітектур нейронних мереж для вирішення конкретних задач.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Waleed. A. Automatic feature detection and interpretation in ground-penetrating radar data. / Waleed. Al-Nuaimy. – University of Liverpool, 1999. – 289 с.
- [2] Денисов Р. Р. Обработка георадарных данных в автоматическом режиме / Р. Р. Денисов, В. В. Капустин. // Геофизика. – 2010. – №4. – С. 76–80.
- [3] Васильев П. В. Сегментация дефектов на дорожном покрытии на основе нейросетевых технологий / П. В. Васильев, А. В. Сеничев. // Молодой исследователь Дона. – 2019. – №3. – С. 10–14.
- [4] Галаган Р.М. Застосування нейромережових технологій для вирішення обернених задач неруйнівного контролю / Р. М. Галаган, А. С. Момот // XVI Міжнародна науково-технічна конференція «Приладобудування: стан і перспективи», 16-17 травня 2017 р., м. Київ, Україна : збірник тез доповідей. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – С. 144.
- [5] Momot A. Influence of architecture and training dataset parameters on the neural networks efficiency in thermal nondestructive testing / A. Momot, R. Galagan. // Sciences of Europe. – 2019. – №44. – pp. 20–25.

Наук. керівник – ас. Момот А.С.