

Коноваленко Ігор, Марущак Павло (Тернопіль)

## ЗГОРТКОВА НЕЙРОННА МЕРЕЖА ДЛЯ СЕМАНТИЧНОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ПОВЕРХОНЬ, УРАЖЕНИХ ПІТИНГОВОЮ КОРОЗІЄЮ

Відомо, що фрактографічний аналіз – це окремий напрям технічного діагностування, який в якості інструментів активно використовує оптико-цифрові методи, растрову електронну мікроскопію та ін. Особливо **актуальним** є застосування таких підходів до пошкоджень матеріалів і конструкцій, зумовлених біологічними та хіміко-біологічними чинниками, які спричиняють виникнення множинних корозійних дефектів – пітингів. До останнього часу вимірювання параметрів таких дефектів виконували вручну, або автоматизовано, але шляхом позиціонування програмних засобів вимірювання оператором, що ускладнювало фрактографічні дослідження[1]. В даній роботі аналізували зображення поверхні сталі 17Г1С, пошкодженої сульфатвідновлювальними бактеріями, одержане за допомогою електронного скануючого мікроскопа РЕМ-106И. З метою проведення семантичної сегментації зображень поверхні, ураженої пітинговими пошкодженнями, спроектували модель згорткової нейронної мережі. Для її навчання використали попередньо розмічені експертом зображення. **Метою** нейромережі є семантична сегментація вхідного зображення, в результаті якої всі пікселі будуть віднесені до одного з класів – "пітинг" чи "фон". На вхід нейромережі подавали фрагменти зображення поверхні розміром  $96 \times 96$  пікселів. У результаті отримували двовимірний масив такого ж розміру, де кожен елемент містить значення – оцінку приналежності відповідного пікселя до одного з класів.

**Розроблена** модель нейронної мережі містить згорткові, підвибіркові та повнозв'язні шари. Згорткові та підвибіркові шари призначені для просторового аналізу зображень та виявленні на них семантичних ознак. Кінцеві повнозв'язні шари поєднують та узагальнюють результати попередніх шарів. Пошарова архітектура нейромережі зображена на рис. 1. Кількість нейронів у вихідному шарі дорівнює кількості нейронів вхідного шару. Кожен вихідний нейрон відповідає певному пікселю зображення і містить значення у діапазоні  $[0...1]$ , яке показує ступінь "впевненості" моделі у його приналежності до класу "пітинг".

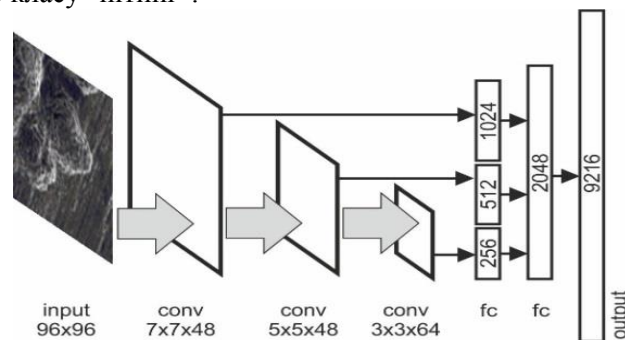


Рис. 1. Архітектура розробленої нейронної мережі для семантичної сегментації зображень поверхні

Нейромережу реалізовано за допомогою бібліотек Keras [2] та Tensor Flow [3]. Час аналізу вхідного зображення навченої нейромережі становить в середньому 62 мс. Щоб проаналізувати зображення поверхні довільного розміру, його розбивали на множину фрагментів розміром  $96 \times 96$  пікселів, після чого об'єднували та підсумовували результати для всіх фрагментів.

**Висновки.** Розроблена модель нейромережі підходить для експрес-аналізу поверхні на предмет її пошкодження, потребує невеликих обчислювальних ресурсів і може застосовуватися в реальному масштабі часу.

### Література

1. Konovalenko, I.; Maruschak, P.; Prentkovskis, O. Automated Method for Fractographic Analysis of Shape and Size of Dimples on Fracture Surface of High-Strength Titanium Alloys. *Metals* 2018, 8, 161.
2. Keras: The Python Deep Learning library. Режим доступу: <https://keras.io>
3. Tensor Flow. An open source machine learning framework for everyone. Режим доступу: <https://www.tensorflow.org>