

УДК 004.627

## **РОЗРОБКА АВТОКОДУВАЛЬНИКА НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНИХ ЦИФР**

**Святенко Д.В.**, студент, [d.svyatenko.fit.122.20@knu.edu.ua](mailto:d.svyatenko.fit.122.20@knu.edu.ua), ДТЕУ  
**Філімонова Т.О.**, к. ф.-м. н., доцент, [t.filimonova@knu.edu.ua](mailto:t.filimonova@knu.edu.ua), ДТЕУ  
**Юрченко Ю.Ю.**, асистент, [y.yurchenko@knu.edu.ua](mailto:y.yurchenko@knu.edu.ua), ДТЕУ

В наш час нейронні мережі набувають значної популярності. Сфери їх застосування необмежені: від медицини та фінансів, до автономності транспортних засобів. Нейронна мережа — це математична модель, яка імітує структуру та функціонування біологічних нейронних мереж з метою вирішення різноманітних задач, таких як класифікація, регресія, прогнозування та генерація. В основі нейромереж лежать штучні нейрони, які об'єднуються в графові структури і передають сигнали один одному через ваги зв'язків [1].

Однією з ключових можливостей, які надає нейронна мережа — розпізнавання рукописного тексту, зокрема цифр. Ця можливість надає широкі перспективи для розвитку та оптимізації у багатьох сферах. Завдяки розпізнаванню рукописних значень, можна заощадити велику кількість людиногодин, які витрачаються на обробку інформації в документах та інших рукописних паперах. Це збільшить ефективність використання людського ресурсу, оскільки залишається необхідність обробляти лише нестандартні випадки, коли допущена помилка саме у вхідних даних.

На прикладі взаємодії з державними органами можна розглянути причини необхідності таких нейронних мереж, що можуть розпізнавати рукописні значення. Оскільки більшість інформації про осіб знаходиться в паперовому форматі, то отримання будь-якої інформації про особу, залежить від швидкості працівника архіву, котрий буде шукати особову справу, серед десятків, а то і сотень тисяч інших. Натомість, швидкість пошуку інформації в електронній базі даних становить лічені секунди. Перенесення людиною власними руками такого об'єму інформації з паперового варіанту в електронний, займе надзвичайно велику кількість часу. Проте якщо впровадити систему розпізнавання рукописних значень, то людині залишиться тільки подавати документи в сканер, далі комп'ютер сам буде зчитувати цю інформацію та передавати її у електронну базу даних.

Розглянемо використання згорткової нейронної мережі, для створення автокодувальника, щоб розпізнавати рукописні цифри. Після підключення всіх потрібних бібліотек, необхідно завантажити та нормалізувати дані, які будуть використовуватись у навчанні та тренуванні моделі автокодувальника (рис. 1).

```
# Завантаження та підготовка даних
(x_train, _), (x_test, _) = mnist.load_data()

# Нормалізація та ресейпінг даних
x_train = x_train / 255.
x_test = x_test / 255.
x_train = np.reshape(x_train, (len(x_train), 28, 28, 1))
x_test = np.reshape(x_test, (len(x_test), 28, 28, 1))
```

Рисунок 1 – Завантаження та нормалізація даних

Автокодувальник складається з двох головних частин: кодувальника (рис. 2) та декодувальника (рис. 3). Від їхнього створення залежатиме наскільки коректно програма буде обробляти дані [2].

```
# Кодувальник
input_img = Input(shape=(28, 28, 1))
x = Conv2D(16, (3, 3), activation='relu', padding='same')(input_img)
x = MaxPooling2D((2, 2), padding='same')(x)
x = Conv2D(8, (3, 3), activation='relu', padding='same')(x)
x = MaxPooling2D((2, 2), padding='same')(x)
x = Conv2D(8, (3, 3), activation='relu', padding='same')(x)
encoded = MaxPooling2D((2, 2), padding='same')(x)
```

Рисунок 1 – Кодувальник

```
# Декодувальник
x = Conv2D(8, (3, 3), activation='relu', padding='same')(encoded)
x = UpSampling2D((2, 2))(x)
x = Conv2D(8, (3, 3), activation='relu', padding='same')(x)
x = UpSampling2D((2, 2))(x)
x = Conv2D(16, (3, 3), activation='relu')(x)
x = UpSampling2D((2, 2))(x)
decoded = Conv2D(1, (3, 3), activation='sigmoid', padding='same')(x)
```

Рисунок 3 – Декодувальник

Після навчання та тренування моделі, задля перевірки результатів роботи моделі було виконано порівняння оригінальних та декодованих зображень рукописних цифр (рис. 4), а також відображено графік функції втрат (рис. 5).

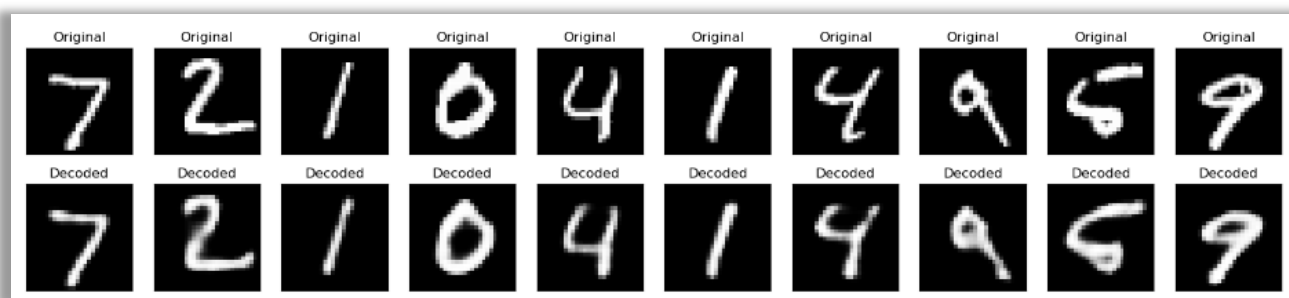


Рисунок 2 – Оригінальні та декодовані зображення рукописних цифр

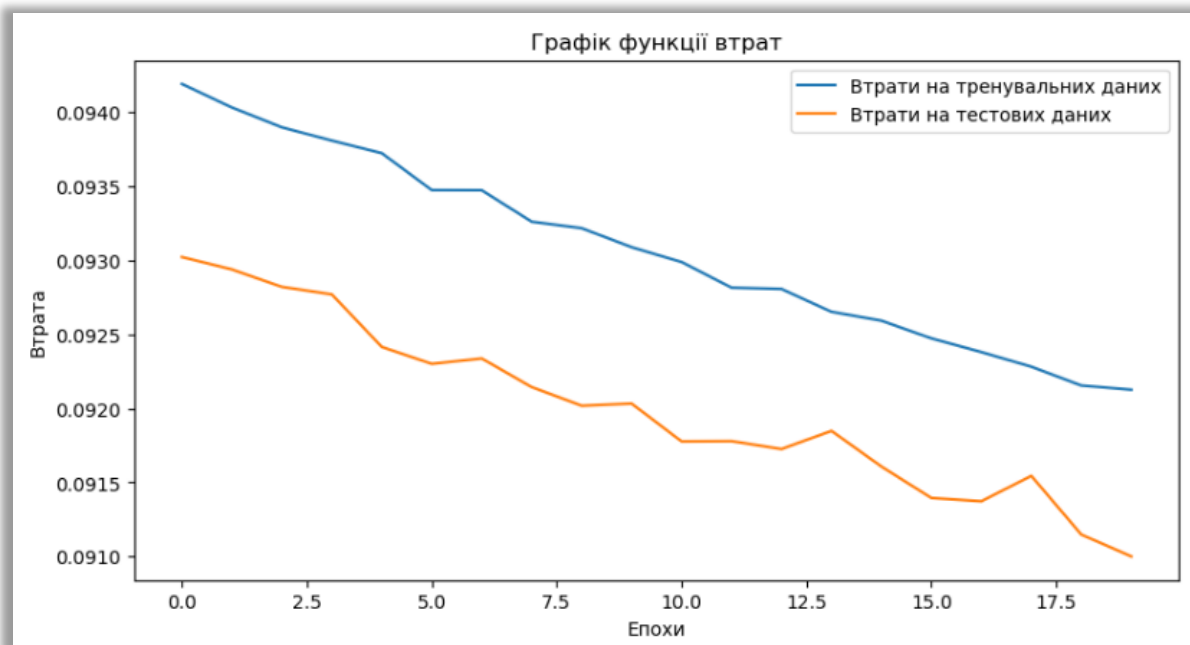


Рисунок 3 – Графік функції втрат

**Висновок.** У епоху розквіту нейронних мереж, їх впроваджують у велику кількість систем, але досягнуто ще не всі можливості, які вони дають. Використання згорткової нейронної мережі, для розпізнавання рукописних значень, дає необмежені можливості застосування в різних сферах людського життя. Автокодувальник, побудований на основі згорткової нейронної мережі, успішно кодує та декодує рукописні цифри. Функція втрат створеного автокодувальника прямує до нуля. Після 20 епох, значення функції втрат для тренувальних даних становить 0,0921, для тестових – 0,0910. Це дає право вважати, що автокодувальник має високу розпізнавальну здатність.

### Список використаних джерел

1. Muller A.C. Introduction to Machine Learning with Python / A.C. Muller, S. Guido. – Published by O'Reilly Media, Inc., 2017. – 376 p.
2. Chollet F. Deep Learning with Python / F. Chollet – Manning Publications Co., 2021. – 504 p.