

## ФОРМУВАННЯ ВКЛАДЕНЬ У СІАМСЬКІЙ НЕЙРОННІЙ МЕРЕЖІ

Сіамська нейронна мережа (СНМ) – це один із видів нейронних мереж, яка широко використовуються в системах розпізнавання обличчя та інших графічних образів, для порівняння текстів, в системах перевірки підпису тощо [1, 2].

Виходом сіамської мережі є оцінка ступеню подібності або відмінності вхідних даних на двох входах мережі. На підставі цієї оцінки й виконується розпізнавання об'єктів на входах мережі [1, 2].

Вкладення  $h(i1)$  представляє собою N-мірне векторне представлення зображення  $i1$ , тобто N-мірний вектор властивостей зображення  $i1$ . Евклідова відстань  $d(h(i1), h(i2))$  для вкладень  $h(i1)$  і  $h(i2)$  максимальна для різних зображень  $i1$  та  $i2$  й мінімальна для однакових.

Структура моделі підмережі СНМ для обчислення вкладень наведена на рисунку 1. На вхід підмережі подається одноканальне зображення у градаціях сірого кольору з рукописною цифрою  $i1$  розміру  $28*28$  пікселів –  $\text{Input}(28*28*1)$ . Далі йде згортковий шар ( $\text{Conv2D}_1(4, (5, 5), \text{tanh})$ ), який за допомогою ядер згортки розміру  $(5, 5)$  формує 4 карти ознак та використовує функцію активації гіперболічного тангенса  $\text{tanh}$ . Після першого шару згортки слід субдискретизований шар  $\text{AveragePooling2D}(2, 2)$ , який замінює дані в вікні розміру  $(2, 2)$  їх середнім значенням. Далі – другий шар згортки ( $\text{Conv2D}_2(16, (5, 5), \text{tanh})$ ), який за допомогою ядер згортки розміру  $(5, 5)$  формує 16 карт ознак і використовує функцію активації  $\text{tanh}$ . Наступний – шар  $\text{AveragePooling2D}(2, 2)$ . Далі шар  $\text{Flatten}$ , на виході якого з вхідних даних формується одновимірний вектор, і шар  $\text{BatchNormalization}$ , що виконує пакетну нормалізацію для прискорення процесу навчання мережі. Вихід підмережі формується повнозв'язним шаром ( $\text{FC}(10, \text{tanh})$ ) з 10 вузлів з використанням функції активації  $\text{tanh}$ . Тому вкладення  $h(i1)$  є 10-мірним вектором з елементами від -1 до +1.

При навчанні мережі використовувалася контрастна функція втрат, величина пакету дорівнює 16 і кількість епох – 10. Решта значень гіперпараметрів при навчанні були значеннями за замовчуванням.

$\text{Input}(28*28*1) \rightarrow \text{Conv2D}_1(4, (5, 5), \text{tanh}) \rightarrow \text{AveragePooling2D}(2, 2) \rightarrow$   
 $\rightarrow \text{Conv2D}_2(16, (5, 5), \text{tanh}) \rightarrow \text{AveragePooling2D}(2, 2) \rightarrow \text{Flatten} \rightarrow$   
 $\rightarrow \text{BatchNormalization} \rightarrow \text{FC}(10, \text{tanh})$

Рис.1. Структура моделі підмережі СНМ

Еталонні вкладення для десяти цифр обчислювалися на підставі тренувального набору з 30000 10-мірних вкладень, отриманих з зображень цифр набору даних MNIST.

У таблиці 1 представлені результати тестування 980 зображень з цифрою 0 з тестового набору з використанням вкладень для цифр від 0 до 9. У стовпці з цифрою 0 показаний результат тестування, коли на вхід мережі подається значення вкладення для цифри 0, а на іншій вхід СНМ – одне з 980 зображень з цифрою 0 з тестового набору. Цифра 7 в другому рядку стовпця з цифрою 0 означає, що для вкладення величина виходу СНМ для 7 зображень цифри 0 з 980 була менше 0.5.

Проаналізовано способи побудови еталонних вкладень для порівняння і розпізнавання рукописних цифр для СНМ.

Тестування проводилося на зображеннях рукописних цифр з тестового набору MNIST для СНМ. Оцінка якості моделі на тестових даних показала для метрики асигасу значення 0,9824.

Наприклад, при тестуванні 980 зображень з цифрою 0 з використанням еталонних вкладень кількість помилок склала 13.

Таблиця 1

Результати тестування 980 зображень з цифрою 0 з використанням вкладень для цифр від 0 до 9

Цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Помилка	7	0	3	0	0	0	2	1	0	0

### Список використаних джерел

1. Chicco D. Siamese Neural Networks: An Overview. Artificial Neural Networks. MIMB, vol. 2190, 2020, pp. 73-94.
2. Шостак А. В. Про особливості формування дескрипторів у сіамській нейронній мережі. Системи управління, навігації та зв'язку, Полтава: НУ ПП, 2021, випуск 4(66). С. 91-96.