

УДК 004.434; 004.852

А.Д. Лавренів, І.В. Бойко канд. фіз.-мат. наук, доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## РОЗРОБКА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ СЕРЕДОВИЩА WOLFRAM MATHEMATICA ТА МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ C++

A.D. Lavreniv , I.V. Boyko Ph.D, Assoc. Prof.

### DEVELOPMENT OF METHODS FOR RESEARCH OF NEURAL NETWORKS USING WOLFRAM MATHEMATICA AND C ++ PROGRAMMING LANGUAGE

В мові Wolfram Language нейронні мережі побудовані з шарів. Шар - це термін, який можна застосовувати до набору вузлів, які працюють разом на певному рівні в нейронній мережі. Дані, що обробляються шарами, відносяться до числового типу, а не будь-якого іншого. Вхідні змінні можуть бути: вектором, одновимірним списком; матрицями, двовимірними списками і масиви, списками списків або будь-яким іншим числовим тензором.

Лінійний шар є найбільш поширеним і широко використовуваним шаром в нейронній мережі.



Рис. 1. Об'єкт, що відповідає лінійному шару LinearLayer

Кожен створений нами шар має порт введення і порт виводу. Кожен порт має пов'язаний з ним розмір того, що входить в шар, а що виходить. Загальний вигляд лінійного шару задається наступним виразом скалярного добутку  $w \cdot x + b$ , де  $x$  - вектор даних,  $w$  - матриця ваг, а  $b$  - вектор зміщення.

Підготувавши дані і модель, приступаємо до навчання моделі. Як тільки навчання починається, отримується інформаційна панель з чотирма основними результатами.

1. Summary: містить релевантну інформацію про партії, раундах і терміни.
2. Data: включає оброблену інформацію про дані.
3. Method: показує використовуваний метод, розмір партії і пристрій, що використовується для навчання.
4. Round: поточний стан розміру збитку.

Після того, як навчання пройдено, отримання навченої мережі та реалізації моделі виглядає наступним чином на Рис.2

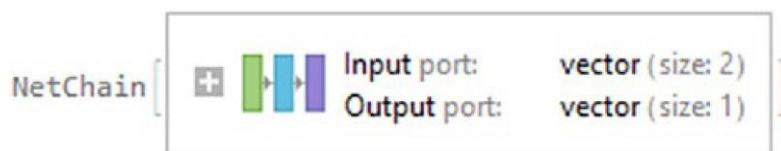


Рис. 2. Виведена навчена мережа

Тепер продемонструємо, як навчена мережа ідентифікує кожну з точок, викреслюючи кордон з графіком розподілу щільності.

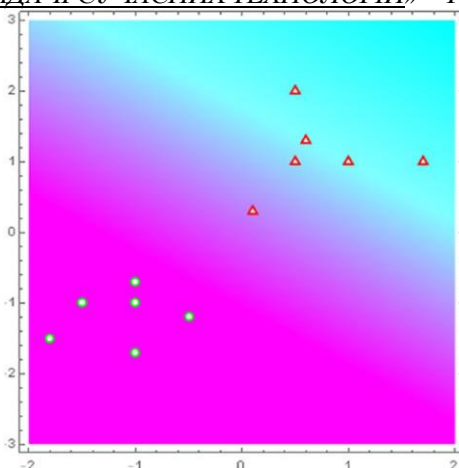


Рис. 3. Графік класифікації нейронної мережі

Дивлячись на графік, ми бачимо, що кордони нечітко визначені і точки, близькі до нуля, можуть бути неправильно класифіковані. Проте незважаючи на це, цю модель можливо поліпшити. Якщо розмір пакета не вказано, він буде мати автоматичне значення, майже завжди значення рівне 64 або ступеню двійки. Слід розуміти, що розмір пакету вказує кількість прикладів, які модель використовує при навчанні перед оновленням внутрішніх параметрів моделі. Кількість пакетів - це поділ прикладів в навчальному наборі даних за розміром пакета. Оброблені приклади - це кількість раундів (epoch), помножене на кількість навчальних прикладів. Як правило, розмір пакета вибирається таким чином, щоб він рівномірно ділив розмір навчального набору.

Коли пройти весь навчальний цикл тільки один раз, це називається епохою. Щоб краще зрозуміти це, в попередньому прикладі автоматично був обраний розмір пакета, що дорівнює 12, що дорівнює кількості прикладів в навчальному наборі. Тепер кількість епох було автоматично вибрано рівним 10000. При такій кількості епох втрати значно знизяться що ми побачимо на Рис. 4.

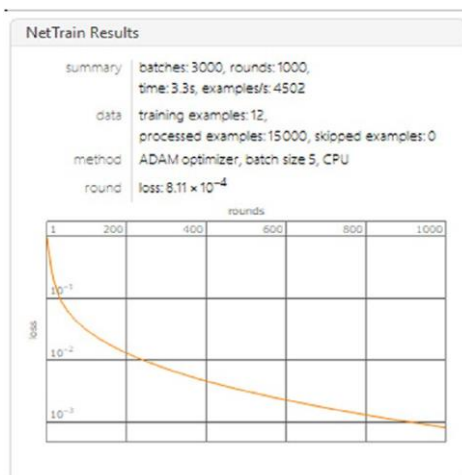


Рис. 4. Результати навчання

### Література:

- [1] S. Wolfram. An Elementary Introduction to the Wolfram Language Second Edition. Wolfram media, 2017. 339 p.
- [2] J.A. Freeman. Simulating Neural Networks with Mathematica. Addison-Wesley Professional, 1993. 352 p.
- [3] R.J. Gaylord, S.N. Karmin, P.R. Wellin. An Introduction to Programming With Mathematica Second Edition : Springfield, 1995. 475p.