

РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНИХ ОБРАЗІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ХЕММІНГА-ЛІППМАНА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі розроблено алгоритм функціонування нейромережі Хеммінга-Ліппмана, який дозволяє розв'язувати задачу розпізнавання рукописних образів, не вимагаючи трудомістких обчислювальних процедур та великого об'єму пам'яті.

Ключові слова: нейрон, нейромережа, розпізнавання, відстань Хеммінга, алгоритм Ліппмана, MaxNET, піксель.

Abstract

In this paper an algorithm for Hamming-Lippmann's Neural Network work is developed. It allows to solve the problem of recognizing handwritten images without requiring intensive computational procedures and large memory capacity.

Keywords: neuron, neural network, recognition, Hamming distance, Lippmann algorithm, MaxNET, pixel.

Вступ

Початком історії *нейромереж* можна вважати публікацію у 1943 р. роботи Мак-Каллока та Піттса [1], в якій американські вчені вперше в історії науки чітко запропонували загальні підходи і конкретні математичні моделі біологічних нейронних мереж та їх компонент – *нейронів*, які стали основоположними в теорії штучних нейронних мереж. Як моделі нейронів вони використовували порогові елементи з двома стійкими станами, які отримали назву «нейронів Маккалока-Піттса». Проте завдання розробки моделей і систем на основі порогових елементів виявились настільки незвичайними та складними, що тільки у 1956 р. з'явилася перша працездатна штучна нейронна мережа – *перцептрон Розенблатта*, який викликав величезний інтерес, оскільки продемонстрував можливість створення технічних систем розпізнавання образів на основі моделей мозку людини. Однак подальші дослідження перцептронів показали, що їх використання у системах розпізнавання пов'язане з рядом труднощів, аналіз яких Мінським та Пайпертом показав їхній принциповий характер. Негативний прогноз авторитетних вчених викликав спад інтересу до нейронних мереж, який тривав понад десять років, але у 80-их роках почалося відродження нейронних мереж [2-7]. З'являються нейромережі Хопфілда (автоасоціативна пам'ять), Хеммінга-Ліппмана, Коско (двонаправлена асоціативна пам'ять) та інші [6-10].

Тоді ж починає розвивається *нейрокомп'ютинг*, який передбачає розв'язання задач із різних областей знань з використанням нейронних мереж, які моделюються на звичайних комп'ютерах. Нейромережа може моделювати функцію практично будь-якої складності, тому такі мережі знайшли своє застосування в багатьох практичних додатках, особливо в галузях класифікації, розпізнавання та прогнозування [4, 7]. Наприклад, лікарі використовують нейронні мережі для діагностики та прогнозування лікування; митники – для виявлення заборонених речей у багажі пасажирів; метеорологи – для прогнозування погоди; фахівці в галузі програмного забезпечення – для боротьби з комп'ютерними вірусами; банкіри – для оцінки кредитних ризиків, курсів облігацій, акцій та валют, забезпечення безпеки транзакцій по пластикових картках, читання рукописних підписів на чеках та страхових полісах; промисловці – для контролю якості виробів й пакування, для керування роботами, прокатними станками, атомними станціями; військові – для розпізнавання та супроводження цілей, ведення бойових дій, пілотування пошкоджених літаків, кодування та декодування інформації тощо.

Метою даної роботи є розробка алгоритму функціонування нейронної мережі Хеммінга-Ліппмана, що дозволить розпізнавати рукописні образи на документах різної важливості.

Результати дослідження

Нейронна мережа Хеммінга-Ліппмана (*Hamming-Lippmann Network*) була запропонована Р. Ліппманом у 1987 році [10]. Вона представляє собою релаксаційну багаточарову мережу зі зворотними зв'язками між окремими шарами, яка розпізнає та класифікує зображення. По суті вона складається з двох підмереж – Хеммінга і *MaxNET*. У цій мережі чорно-білі зображення подаються у вигляді m -мірних біполярних векторів. Нейронна мережа реалізує класифікатор, який ґрунтується на відстані Хеммінга [11], що використовується в мережі як міра подібності вхідного та еталонного зображень, які зберігаються за допомогою ваг зв'язків мережі. Ключовою особливістю є той факт, що мережа видає на виході не значення еталонного вектора, який в найбільшій мірі схожий на вхідний, а номер відповідного еталонного зразка з *MaxNET* (принцип «*WTA – Winner takes all*») [3, 12, 13].

Модифікований алгоритм Ліппмана для функціонування нейронної мережі:

Етап 1. Перетворити зображення до бінарного вигляду, застосувавши наступні кроки:

А) Аналізуються ділянки зображення шляхом підрахунку кількості темних пікселів. Для того щоб визначити, чи є аналізований піксель темним, необхідно виконати перетворення у відтінки сірого за формулою [14, 15]

$$Y = 0,299 \cdot R + 0,587 \cdot G + 0,114 \cdot B, \quad (1)$$

де Y – отримане значення пікселя в градаціях сірого (0-255); R, G, B – відповідні колірні компоненти.

Б) Порівняти Y з певним граничним значенням L . Якщо $0 \leq Y \leq L$, то відповідний піксель вважати темним, інакше – світлим.

В) Записати бінарний вектор образу. Таким чином, для всіх еталонних образів n можна визначити відповідні їм бінарні вектори, які в подальшому будуть використані для навчання мережі та розпізнавання невідомих зразків.

Етап 2. На вхід мережі подається вектор $X = \{x_i; i = 0, 1, \dots, n-1\}$, який використовується для обчислення станів нейронів першого прошарку з урахуванням ваг w_i та певного порогу t_j за виразом

$$y_j^{(1)} = s_j^{(1)} = \sum_{i=0}^{n-1} w_{ij} \cdot x_i + t_j, \quad j=0, 1, \dots, m-1. \quad (2)$$

Етап 3. Ініціалізуються значення входів для нейронів другого прошарку з використанням лінійної функції активації за формулою

$$y_j^{(2)} = y_i^{(1)}, \quad j = 0, 1, \dots, m-1. \quad (3)$$

Етап 4. Обчислюються стани нейронів другого прошарку для ітерації $(p+1)$ за виразом

$$s_j^{(2)}(p+1) = y_j^{(2)}(p) - \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=0}^{m-1} y_k^{(2)}(p), \quad k \neq j, \quad j = 0, 1, \dots, m-1. \quad (4)$$

Етап 5. Розраховуються значення виходів мережі з використанням порогової функції активації нейронів другого прошарку за формулою

$$y_j^{(2)}(p+1) = f(s_j^{(2)}(p+1)), \quad j = 0, 1, \dots, m-1. \quad (5)$$

Етап 6. Якщо значення виходів нейронів другого прошарку змінилися за останню ітерацію, то перейти на *етап 3*, інакше – закінчити роботу та вибрати найбільш близький зразок.

Висновки

Побудова нейромереж вимагає від нейронного архітектора інженерного мистецтва, відповідних теоретичних знань, емпіричного досвіду, вміння працювати з мовами програмування. У даній роботі

запропоновано алгоритм функціонування нейромережі Хеммінга-Ліппмана, який дозволяє розв'язувати задачу розпізнавання рукописних образів. Дана мережа, порівняно з мережею Хопфілда, потребує менше пам'яті та не вимагає трудомістких обчислювальних процедур для свого навчання, що є істотною перевагою. Її основним недоліком є те, що вона не виділяє два або більше еталонних зображення, які мають з поданим зразком однакові максимальні міри близькості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. McCulloch W. A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity / W. McCulloch, W. Pitts // Bulletin of Mathematical Biophysics. – 1943. – V. 5. – P. 115-133.
2. Уоссермен Ф. Нейрокомп'ютерна техніка: теорія і практика / Ф. Уоссермен. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
3. Новотарський М.А. Штучні нейронні мережі: обчислення / М.А. Новотарський, Б.Б. Нестеренко // Праці Інституту математики НАН України. – К.: Ін-т математики НАН України, 2004. – 408 с.
4. Дмитрієнко В.Д. Основи нейрокомп'ютерингу: лабораторний практикум / В.Д. Дмитрієнко, О.Ю. Заковоротний. – Х.: НТМТ, 2012. – 128 с.
5. Снитюк В.Е. Прогнозирование. Модели, методы, алгоритмы: учебное пособие / В.Е. Снитюк. – К.: Маклаут, 2008. – 364 с.
6. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М.: Вильямс, 2008. – 1106 с.
7. Иванов Ю.Ю. Вступ до Computer Science. Дискретна математика цікава та не дуже: лекції, алгоритми та задачі / Ю.Ю. Иванов. – 2018. – 89 с. – Режим доступу: https://iq.vntu.edu.ua/method/read_url.php?tbl_num=2&url=/fdb/1166/Discrete_Math_by_IVANOV.djvu.
8. Fausett L. Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications / L. Fausett. – USA: Prentice-Hall Inc, 1994. – 476 p.
9. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем / Д.Ф. Люгер. – М.: Вильямс, 2003. – 864 с.
10. Lippmann R. An Introduction to Computing with Neural Nets / R. Lippmann // IEEE ASSP Magazine. – V. 4. – № 2. – 1987. – P. 4-22.
11. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение / Р. Морелос-Сарагоса. – М.: Техносфера, 2005. – 320 с.
12. Короткий С. Статті по нейронним сетям [Електронний ресурс] / С. Короткий. – Режим доступу: http://www.shestopaloff.ca/kyriako/Russian/Artificial_Intelligence/Some_publications/Korotky_Neuron_network_Lectures.pdf.
13. Нейроинформатика / А.Н.Горбань, В.Л. Дунин-Барковский, А.Н. Кирдин и др. – Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. – 296 с.
14. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
15. Ежов А.А. Сеть Хэмминга и ее применение для решения задачи распознавания подписей / А.А. Ежов, А.С. Новиков // Известия ТулГУ. Технические науки. – Тула: ТулГУ, 2016. – № 11. – С. 56-64.

Бойчук Сергій Володимирович — студент групи І-156, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Іванов Юрій Юрійович — канд. техн. наук, асистент кафедри автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Yura881990@i.ua.

Науковий керівник: **Іванов Юрій Юрійович** — канд. техн. наук, асистент кафедри автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Boychiyk Sergiy V. — student, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Ivanov Yuriy Yu. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Yura881990@i.ua.

Supervisor: **Ivanov Yuriy Yu.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.