

ВИКОРИСТАННЯ СПАЙКІНГОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У РОЗПІЗНАВАННІ ОБРАЗІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглядаються особливості використання спайкінгових нейронних мереж для розпізнавання динамічних образів, розглянуті моделі спайкінгових нейронів та методи моделювання, їх особливості.

Ключові слова: Спайкінгові нейромережі, спайкінговий нейрон, розпізнавання, прогнозування.

Abstract

The article considers the peculiarities of the use of spiking neural networks to recognize dynamic images, considered models of spiking neurons, and methods of modelling, their features.

Keywords: Spiking neural networks, spiking neuron, recognizing, forecasting.

Сьогодні є актуальним завдання розпізнавання образів різної природи (візуальних образів – зображень, звукових образів – мови). Проте не завжди вдається успішно проводити розпізнавання образів за допомогою обчислювальних засобів, заснованих на функціонуванні алгоритмом. Тут на допомогу традиційним методам і засобам приходять нейромережеві методи і засоби, основна відмінність яких полягає в тому, що з їх допомогою можна вирішувати неформалізовані завдання, для яких через ті або інші причини не існує детермінованих алгоритмів розв'язання [1].

Штучна нейронна мережа (ШНМ) – це математична модель, а також її програмна та апаратна реалізація, побудовані за принципом функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових клітин живого організму. Біологічна нейронна мережа складається з групи або декількох груп хімічно або функціонально пов'язаних нейронів. Один нейрон може бути пов'язаний з багатьма іншими нейронами, а загальна кількість нейронів та зв'язків між ними може бути дуже великою. Зв'язки, які називаються синапсами, як правило формуються від аксонів до дендритів, хоча дендро-дендритичні мікросхеми та інші зв'язки є можливими. Крім електричної передачі сигналів, також є інші форми передачі, які виникають з нейротрансмітерної дифузії, і мають вплив на електричну передачу сигналів. Таким чином, біологічні нейронні мережі є надзвичайно складними [2].

Штучний інтелект і когнітивне моделювання намагаються імітувати деякі властивості біологічних нейронних мереж. Хоч вони й аналогічні в своїх методах, перша має на меті розв'язання конкретних завдань, а друге спрямоване на створення математичних моделей біологічних нейронних систем.

У сфері штучного інтелекту штучні нейронні мережі було успішно застосовано для розпізнавання мовлення, аналізу зображень та адаптивного керування, для того, щоб побудувати так звані програмні агенти (в комп'ютерних і відео іграх) або автономних роботів. На даний час, більшість розроблених штучних нейронних мереж для штучного інтелекту базуються на статистичних оцінках, класифікації, оптимізації та теорії керування.

Спайкінгова нейронна мережа – третє покоління ШНМ, яке відрізняється від бінарних (перше покоління) і частотних / швидкісних (друге покоління) ШНМ тим, що в ньому нейрони обмінюються короткими (у біологічних нейронів – близько 1-2 мс) імпульсами однакової амплітуди (у біологічних нейронів - близько 100 мВ). Є найбільш реалістичною, з точки зору фізіології, моделлю ШНМ [3].

Спайкінгові нейронні мережі якнайкраще підходять для вирішення проблеми розпізнавання динамічних образів та мають ряд важливих переваг над нейронними мережами минулого покоління:

- є динамічними, а значить відмінно підходять для роботи з динамічними процесами (розпізнавання мови і динамічних зображень);
- підтримують багатозадачність, адже вхідні дані обробляються в нейронній мережі з зворотними зв'язками, а різні групи зчитують нейронів можуть бути навчені на рішення різних завдань;
- здатні здійснювати розпізнавання з передбаченням (тобто не обов'язково володіти повною інформацією про об'єкт або знати результат процесу);
- просто навчати, так як досить навчити тільки вихідні зчитувальні нейрони;

- мають підвищену продуктивність обробки інформації і стійкість перед перешкодами, так як використовують тимчасове надання інформації;
- вимагає меншого числа нейронів, так як кожен нейрон спайкінгової нейронної мережі замінює два нейрони (збуджувальний і гальмівний) класичної штучної нейронної мережі;
- мають високу швидкість роботи і великий потенціал розпаралелювання, так як для передачі імпульсу необхідно відправити лише 1 біт;
- можуть навчатися в процесі роботи.

Найбільш доцільні області застосування спайкінгових нейронних мереж – це розпізнавання образів, звуків в сфері протезування, робототехніці та телекомунікаціях, а також прогнозування.

Принцип роботи зображено на рисунку 1, він полягає у тому, що мережа отримує на вході серію імпульсів і видає імпульси на виході. У кожному мить кожен нейрон має деяке значення (аналог електричного потенціалу у біологічних нейронів) і, якщо це значення перевищує порогове, то нейрон посилає одиночний імпульс, після чого його власне значення падає до рівня нижче середнього значення (аналог процесу реабілітації у біологічних нейронів, так званий рефрактерний період) на 2-30 мс. При виведенні зі стану рівноваги потенціал нейрона починає плавно прагнути до середнього значення.

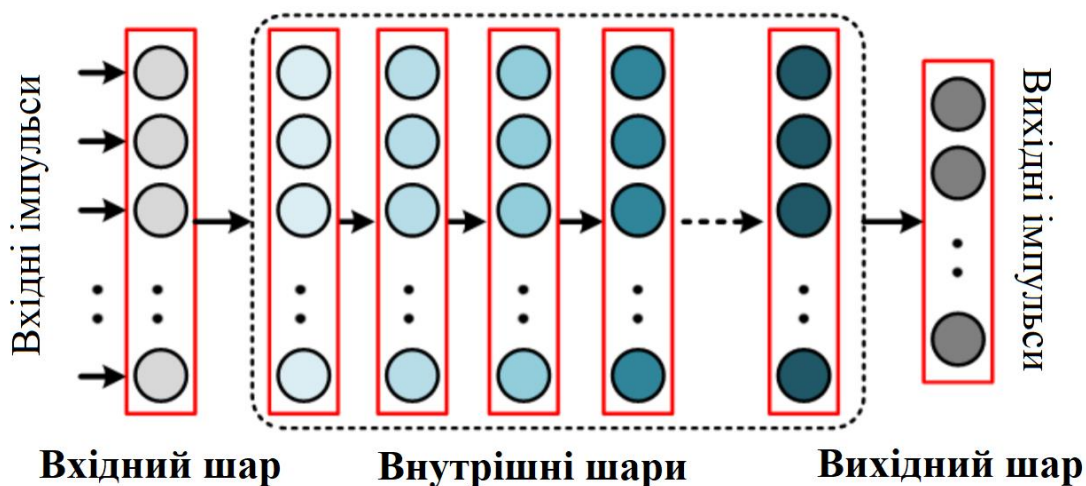


Рисунок 1 – Спайкінгова нейронна мережа

Існуючі моделі спайкінгових нейронів можна розділити на дві групи [4, 5].

1. Моделі провідності – подібні процесу роботи іонних каналів:
 - Модель Ходжкіна - Хакслі;
 - Модель Іжикевича;
 - Модель Фітцхью - Нагумо;
 - Модель Хіндмарша - Роуза ;
 - Модель Морріса – Лекарь;
 - Модель Уїлсона – Кована;
 - Модель Гальвес – Лёхербаха;
 - Багатокамерна модель;
 - Кабельна теорія дендритів.
2. Моделі порогового значення – породжують імпульс при певному рівні напруги:
 - Модель «Інтегрувати-і-спрацювати»;
 - Модель «Інтегрувати-і-спрацювати» з утічками.

Можна виділити такі основні види методів навчання спайкінгових нейронних мереж:

1. метод STDP (модифіковане правило Хебба);
2. навчання зворотнім поширенням помилки;
3. керований метод навчання Хебба (supervised Hebbian learning);
4. метод ReSuMe;
5. глибоке навчання (deep learning).

Архітектури спайкінгових нейронних мереж можна розділити на наступні групи:

1. Нейромережа прямого поширення (НПП) – дані передаються строго в одному напрямку: від входів до виходів, зворотні зв'язки відсутні, а обробка може проходити по безлічі шарів;
2. Рекурентна нейронна мережа (РНМ)– окремі нейрони / популяції нейронів взаємодіють один з одним, тобто є зворотний зв'язок. ШНМ такого виду володіють власною динамікою і високою обчислювальною здатністю;
3. Змішана нейронна мережа – всередині ШНМ деякі популяції нейронів належать до виду НПП, а деякі – до РНМ. Взаємодія між популяціями може бути як односпрямованим, так і взаємним.
 - а) Синхронне порушення ланцюга - являє собою багат шарову ланцюг, в якій імпульсна активність може поширюватися у вигляді синхронної хвилі передачі пачок імпульсів від однієї популяції до подальшої;
 - б) Резервуарні обчислення - резервуарна ШНМ складається з резервуара, виконаного по рекурентному увазі, і вихідних нейронів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Колесницький О.К. Моделювання імпульсної нейронної мережі у задачі розпізнавання багатовимірних імпульсних послідовностей / О.К. Колесницький, С.М. Богатчук, М.В.Крещенецька, С.С.Яремчук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. — №5, С.62-66.
2. Штучна нейронна мережа — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Штучна_нейронна_мережа
3. Импульсная нейронная сеть — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Импульсная_нейронная_сеть
4. A new biologically plausible supervised learning method for spiking neurons / A. Taherkhani, A. Belatreche, Y. Li, L. Maguire — Bruges: ESANN; D-Facto, 2014. — 16 p.
5. Networks of spiking neurons: the third generation of neural network models. Neural Networks / W. Maass. — Amsterdam: ELSEVIER, 1997 — 27 p.

Кюльян Ігор Геннадійович — студент групи Ікн-18м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник — **Колесницький Олег Костянтинович** — канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет.

Kiulian Ihor H. — student, faculty of information technology and computer engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa.

Supervisor — **Kolesnytskyj Oleh K.** — Cand. tech Sciences, Associate Professor, Department of Computer Science, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia.