

АДАПТИВНИЙ ПОДВІЙНИЙ НЕО-НЕЧІТКИЙ НЕЙРОН ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

Плетньов В. В.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Бодянський Є. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, Кафедра штучного інтелекту,
e-mail: vladyslav.plietnov@nure.ua

This article explores a combined approach to training the double neo-fuzzy neuron, based on principles of supervised, unsupervised, and lazy learning. This approach aims to optimize the configuration of synaptic weights and the formation of membership functions in real-time mode. Importantly, the computational simplicity and minimal reliance on training data make this method versatile and applicable across various scenarios. It holds promise for developing a double neo-fuzzy system capable of effectively adapting to non-stationary data, even with limited training data.

Штучні нейронні мережі (ШНМ) широко використовуються в інтелектуальному аналізі даних завдяки своїй адаптивності та здатності оптимізувати цільові функції. Сучасні глибокі нейронні мережі використовують на кусково-лінійні функції для підвищення ефективності та уникнення проблеми зникаючого градієнтом. Однак, це призводить до створення більшої кількості обчислювальних елементів для забезпечення точності, що супроводжується потребою у великих об'ємах навчальних даних.

Використання нео-нечіткого нейрону (NFN), є перспективним покращенням порівняно з традиційними нейронами, адже використання нелінійних синапс, використовуючи F-перетворення і функції належності ядра для універсальних апроксимаційних властивостей. Важливо, що NFN також забезпечує кусково-лінійну апроксимацію, що залежить від кількості функцій приналежності в кожному нелінійному синапсі.

Еволюція NFN прогресує з появою подвійного нео-нечіткого нейрона (DNFN), який має нелінійний синапс на виході, доповнюючи нелінійні синапси на входах. Обидві системи використовують заздалегідь визначену кількість функцій належності в нелінійних синапсах, але для покращення апроксимації необхідне динамічне змінення кількості та позиціонування цих функцій.

Отже пропонується метод, що може подолати обмеження, з якими стикаються звичайні штучні нейронні мережі та методи їхнього навчання, а саме на подоланні перешкод, пов'язаних з проблемою «зникаючого градієнта», яка заважає навчанню ШНМ з використанням трикутних функцій активації та адаптивного навчання.

Структура подвійного нео-нечіткого нейрона (DNFN) [1] складається з нелінійних синапсів, кожен з яких має відповідну кількість функцій належності до числа налаштованих синаптичних ваг.

Наступним кроком є підготовка даних, нормалізуючи їх в інтервал $[0, 1]$, і рівномірно розташовуючи центри вхідних даних на осі абсцис.

Характерною рисою подвійного нео-нечіткого нейрона полягає в використанні трикутних функцій активації в якості функцій належності для вхідного шару нелінійних синапсів. Після чого обчислюється сигнал на кожному вході на основі закодованих вхідних даних і ваг синапсів, які в наступному шарі DNFN підсумовуються.

Наступним кроком є використання F-перетворення як кусково-лінійну апроксимацію, враховуючи кількість функцій належності, їх центрів та синаптичних ваг, що коригуються в процесі навчання.

Процес налаштування синаптичних ваг DNFN реалізується шляхом мінімізації градієнта цільової функції, з використанням парадигми навчання з вчителем, що є загальноживим у навчанні штучних нейронних мереж.

Навчання відбувається на двох етапах: налаштування синаптичних ваг оригінального нелінійного синапсу та налаштування ваг вхідних сигналів. Процес може бути оптимізований для швидкості за допомогою модифікації алгоритму Качмажа-Відроу-Хоффа.

Покращення властивостей DNFN [2] можливе за допомогою налаштування не лише синаптичних ваг, а й кількості функцій належності та розташування їх центрів. Самонавчання без вчителя та ліниве навчання можуть бути використані для цього.

Отже, в цій роботі був розглянутий комбінований підхід до навчання подвійного нечіткого нейрона. Заснований на принципах навчання з учителем, самонавчання та лінивого навчання, цей підхід має на меті оптимізувати конфігурацію синаптичних ваг та формування функцій належності в режимі реального часу. Важливо, що обчислювальна простота цього методу, і мінімальна залежність від навчальних даних, роблять його універсальним і застосовним до різних сценаріїв. Цей метод має великі перспективи для розробки подвійної нео-нечіткої системи, здатної ефективно адаптуватися до нестационарних даних, враховуючи обмежених навчальних даних.

Список використаних джерел:

1. The extended multidimensional neo-fuzzy system and its fast learning in pattern recognition tasks/ Y. Bodyanskiy, N. Kulishova, O. Chala// Data. – 2018. – Vol.3. – Iss.4. – №63 (Web of Science).

2. Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence авторів Jyh-Shing R. Jang, Chuen-Tsai Sun, і Eiji Mizutani.