

УДК 629.4.014

Тазетдінов В. А., канд. техн. наук, доц. (Тел. +380 (66) 000 05 15. E-mail: nauka_servis@i.ua)
(Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси)

НЕЙРОМЕРЕЖЕВА ПОШУКОВА СИСТЕМА ЗА КРИТЕРІЯМИ ВІДПОВІДНОСТІ

Тазетдінов В. А. Нейромережева пошукова система за критеріями відповідності. Розроблено пошукову систему за критеріями відповідності як однорідну багатoshарову нейронну мережу прямого поширення без зворотних зв'язків. Для вимірювання характеристик елементів використано діагностичні методи вимірювання, зокрема, застосовано спеціальні діагностичні тести. Навчання мережі пропонується за алгоритмом зворотного поширення (Back-Propagation Algorithm). Для можливості застосування методу зворотного поширення помилки використано диференційовану передавальну функцію нейронів. Наведено схему роботи мережі для реалізації пошукової системи за критеріями відповідності на прикладі підбору спортивного інвентарю.

Ключові слова: нейронна мережа, пошукова система, критерії відповідності, алгоритм зворотного поширення, механізм розпізнавання

Тазетдинов В. А. Нейросетевая поисковая система по критериям соответствия. Разработана поисковая система по критериям соответствия как однородная многослойная нейронная сеть прямого распространения без обратных связей. Для измерения характеристик элементов использованы диагностические методы измерения, в частности, применены специальные диагностические тесты. Обучение сети предлагается по алгоритму обратного распространения (Back-Propagation Algorithm). Для возможности применения метода обратного распространения ошибки использовано дифференцированную передаточную функцию нейронов. Приведена схема работы сети для реализации поисковой системы по критериям соответствия на примере подбора спортивного инвентаря.

Ключевые слова: нейронная сеть, поисковая система, критерии соответствия, алгоритм обратного распространения, механизм распознавания

1. Вступ і постановка задачі

Сучасна концепція ведення пошуку за критеріями відповідності, як у рамках великих масивів, так і незначних має один істотний недолік. Цим недоліком є відсутність можливості пошуку за критеріями відповідності у рамках новітніх позицій. Це аргументується стрімким розвитком багатьох сфер масивів інформації, які з кожним роком помітно зростають, збільшується попит та розширюється пропозиція. Тому, автоматизація процесу пошуку за критеріями відповідності є актуальною в жорстких умовах конкуренції сьогодення.

2. Аналіз літературних даних

Аналіз існуючих методів підбору елементів за критеріями відповідності (статистичних методів, еволюційного програмування, генетичних алгоритмів, штучних нейронних мереж, нечіткої логіки, хвильового аналізу), показує, що завдання моделювання складу групи позицій має істотне значення. На протязі багатьох років питанням впровадження нейронних мереж у автоматизацію людських потреб займалося чимало як зарубіжних так і вітчизняних науковців, до їх числа варто віднести: А. В. Гаврилова [1], А. Н. Горбаня [2], В. В. Борисова, В. В. Круглова [3], В. І. Гордєєва, В. В. Фугача, Ф.Люггер Джорджа [4] та ін.

Проблеми, пов'язані з питаннями управління нейронними мережами, розроблялися багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими і практиками. У останній третині 20 століття з'явився ряд статей за визначенням оптимального підходу для навчання нейронних мереж авторів D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams [5]. В останні десятиліття питання розробки систем підбору необхідних позицій із заданого переліку на основі нейромережі розглядали наступні автори Ю. А. Беляєв, А. П. Долгов [6], іноземні S. Winograd, J. D. Cowan [7], G. M. Shepherd, C. Koch [8], G. C. Fox, J. G. Koller [9]. Разом з тим слід визнати, що питання пов'язані з розробкою пошукової системи за критеріями відповідності є недостатньо опрацьованими.

Мета статті – розробити пошукову систему за критеріями відповідності як однорідну багаточарову мережу прямого поширення без зворотних зв'язків. Запропонувати алгоритм для навчання мережі. Навести схему роботи мережі для реалізації пошукової системи за критеріями відповідності.

3. Механізм оцінки відповідності об'єктів відбору

Розглядаючи нейронні мережі з біологічної точки зору, є можливість стверджувати, що нейронна мережа, за своєю структурою, в точності нагадує нервову систему людини, яка, за своєю природою, складається з нейронів. Всі нейрони у обов'язковому порядку пов'язані між собою за допомогою дендритів і аксонів, або відростків.

Нейронами називають клітини, які здатні приймати, кодувати, обробляти, зберігати і передавати інформацію, встановлювати контакти з іншими нейронами, клітинами органів, організовувати реакції на подразнення.

Штучні нейронні мережі цілком і повністю повторюють будову більшості елементарних функцій біологічного нейрона, що робить їх незамінними у галузі комп'ютерного моделювання.

Так само вагомим є той факт, що штучні нейронні мережі можуть змінювати свою поведінку залежно від зовнішнього середовища. Дані мережі піддаються навчанню. На сьогоднішній день, налічується безліч алгоритмів навчання розроблених під певні вимоги.

На вхід мережі подається набір сигналів і паралельно задається необхідний набір вихідних значень, сигнали що надійшли на вхід налаштовуються у відповідності з мережею для отримання необхідних вихідних форм.

При цьому відгук мережі після навчання може бути нечутливий до невеликих змін вхідних сигналів.

У загальному вигляді механізм оцінки відповідності елементів за критеріями відповідності можна представити як механізм розпізнавання, наскільки побудований вектор характеристик елементів

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

відтворює усереднений образ

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \quad (2)$$

вимог моделі з певного рівня і періоду, і в цілому узагальнений показник $\mu \in [0,1]$, задоволеності. Вектор характеристик елементів включає весь спектр даних, отриманих на всіх етапах стандартного відбору. Багато з цих параметрів відображають аналіз сутності та якості елементів.

Для вимірювання характеристик певних призначень використовуються діагностичні методи вимірювання, зокрема, застосовуються спеціальні діагностичні тести. Складність полягає в тому, що завжди не до кінця вирішеним залишається питання про валідність методу відбору, тобто в якості набору і оптимальності саме даного набору елементів для відповідності певній моделі. Будь-яка вимірювальна система повинна надавати значення вимірів саме того, для чого вона призначена. Вимоги моделі відображають певні критерії успішності виконання роботи. Релевантність критеріїв виконання роботи визначається ступенем, до якого її використання в якості індексу успіху співвідноситься з дійсним успіхом у будь-якому напрямку даного виду діяльності.

Інтерес представляє побудова формалізованого механізму пошуку за критеріями відповідності згідно заявленим вимогам. Сама постановка задачі підводить до того, що в основу розробки подібних механізмів можуть бути покладені нейромережеві технології. Розглянемо, деякі наукові дослідження, які становлять фундамент штучних нейронних мереж [1]. Дані наукові праці [3], дозволяють використовувати нейромережеві механізми для досягнення поставленого завдання, в рамках поточного дослідження.

Питання про можливість побудови на базі нейронних мереж формалізованого механізму за критеріями відповідності зводиться до проблеми можливості точного уявлення або апроксимації за допомогою нейронної мережі відображення, яке вхідному вектору характеристик інвентарю (1) ставить у відповідність усереднений образ (2) відповідності вимогам з певного рівня та періоду і в цілому узагальнений показник $\mu \in [0,1]$, щодо задоволеності даним набором елементів.

Сутність нейронної мережі полягає у наближенні функцій багатьох змінних за допомогою лінійних операцій і суперпозицій функцій одного змінного. Будь-яка нейронна штучна мережа складається з формальних нейронів. На виході, нейрон отримує вектор сигналів x , обчислює його скалярний вираз на вектор ваг і застосовує деяку функцію одного змінного. Отриманий результат розсилається на входи інших нейронів або передається на вихід [7]. Виходячи з цього, слід зазначити, що нейронні мережі обчислюють суперпозиції простих функцій одного змінного та їх лінійних комбінацій.

4. Теоретична база систем відбору. Далі розглянемо теорему, яка є теоретичним фундаментом для побудови системи пошуку за критеріями відповідності на базі нейронних мереж.

Горбань А. Н. припустив, що для будь-якої безлічі пар вхідних-вихідних векторів довільної розмірності

$$(X^k, Y^k), \quad k = 1, K \quad (3)$$

існує двошарова однорідна нейронна мережа з послідовними зв'язками, з сигмоїдальними

$$f(s) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha s}} \quad (4)$$

активаційними функціями і з кінцевим числом нейронів, яка для кожного вхідного вектора X_k формує відповідний йому вихідний вектор Y_k . [2]

Грунтуючись на припущенні А. Н. Горбаня, є можливість стверджувати, що для представлення багатовимірних функцій багатьох змінних може бути використана двошарова однорідна нейронна мережа із сигмоїдальними активаційними функціями для пошукової системи за критеріями відповідності [2].

Відносно оцінки числа нейронів у прихованих шарах застосуємо формулу для оцінки необхідного числа синаптичних ваг δ_w в рамках багатшарової мережі з сигмоїдальними передавальними функціями:

$$\frac{\delta_y \delta_p}{1 + \log_2(\delta_p)} \leq \delta_w \leq \delta_y \left(\frac{\delta_p}{\delta_x} \right) \cdot (\delta_x + \delta_y + 1) + \delta_y, \quad (5)$$

де δ_y – розмірність вихідного сигналу; δ_p – число елементів навчальної вибірки;
 δ_x – розмірність вхідного сигналу.

Наступним етапом, після оцінки необхідного числа ваг, йде оцінка числа нейронів у прихованих шарах. Для оцінки числа нейронів у двошаровій мережі представимо формулу:

$$\delta = \frac{\delta_w}{\delta_x + \delta_y}. \quad (6)$$

Завершальним етапом формування мережі для її подальшого застосування безпосередньо для здійснення пошуку за критеріями відповідності, виступає процес формування вагових коефіцієнтів для кожного нейрона, на кожному шарі мережі, тобто етап навчання мережі.

В рамках вирішення поставленого завдання застосуємо навчання за алгоритмом зворотного поширення (Back-Propagation Algorithm). Суть методу полягає в поширенні сигналів помилки від виходів мережі до її входів, у напрямку, зворотному прямому поширенню сигналів у звичайному режимі роботи [9].

Основним зауваження методу є те, що для можливості застосування методу зворотного поширення помилки передавальна функція нейронів повинна бути диференційована.

Для вирішення завдання пошуку за критеріями відповідності, у якості вибірки виступають характеристики елементів $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ і критерії модулю по відношенню до успішності підбору $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ з певного рівня і періоду вибірки.

Як приклад використання розробленої системи пошуку є відбір спортивного інвентарю, як варіант підбору інвентарю для настільного тенісу. Традиційно критерії вибору інвентарю класифікуються на два основних типи – накладки і основи, у свою чергу, накладки ділять по швидкості та обертанню, а основи по твердості жорсткості та інших параметрах. На жаль, спортсмени дуже часто не можуть чітко сформулювати вимоги, найчастіше, їх цікавлять не окремі позиції, а комбінації позицій, які відповідають параметрам один одного. Спортсмену легше в цілому оцінити ступінь відповідності певної позиції вже після того як він потренувався (пограв) з даними набором. Оцінку відповідності вимогам спортсмен виробляє на підставі своїх відчуттів і спортивного досвіду.

Для реалізації системи підбору інвентарю для настільного тенісу запропоновано використовувати однорідну багатoshарову мережу прямого поширення без зворотних зв'язків, навчання якої здійснюватиметься за алгоритмом зворотного поширення (Back-Propagation Algorithm). Схема роботи мережі для реалізації системи підбору інвентарю для настільного тенісу приведена на Рис. 1.

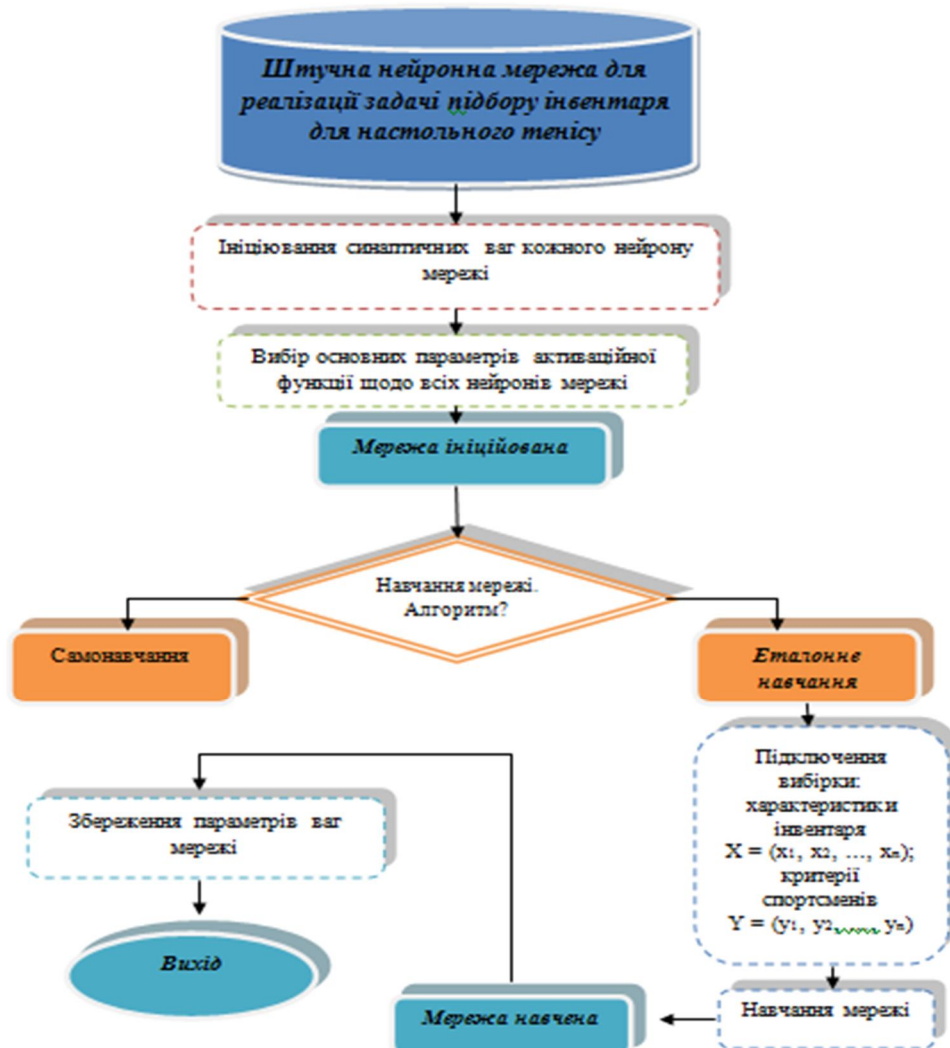


Рис. 1. Схема роботи мережі для реалізації системи підбору інвентарю

5. Висновки

Головною особливістю розробленої нейронної мережі для вирішення формалізованого механізму пошуку за критеріями відповідності є необхідність вірного виділення потреб модулю щодо підбору елементів, стосовно виду вибірки. Однією з можливостей вдосконалення нейронної мережі є побудова сторонніх механізмів та усереднення вихідної величини, як значення $\mu \in [0,1]$, щодо загальної задоволеності модулю стосовно обраних елементів вибірки.

Література

1. Гаврилов А. В. Системы искусственного интеллекта: учеб. пособие: в 2-х ч. / А. В. Гаврилов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. – Ч.1. – 67 с.
2. Горбань А. Н. Обучение нейронных сетей / А. Н. Горбань. – Москва : СП «ПараГраф», 1990. – 160 с.
3. Круглов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов. – Москва : Горячая линия. Телеком, 2001. – 382 с.
4. Люггер Джордж Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Люггер Джордж Ф. – Москва : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 864 с.
5. Rumelhart D. E. Learning representations by back-propagating errors / D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams. // Nature (London). – 1986. – № 323. – 590 p.
6. Беляев Ю. А. Нейронна мережа, як основа інтелектуальної системи / Ю. А. Беляев, А. П. Долгов // Штучний інтелект. – 2014. – № 2. – С. 25-31.
7. Winograd S. Reliable Computation in the Presence of Noise / S. Winograd, J. D. Cowan. – Cambridge, MA: MIT Press, 1963. – 247 p.
8. Shepherd G. M. Introduction to synaptic circuits / G. M. Shepherd, C. Koch // The Synaptic Organization of the Brain . – New York: Oxford University Press, 1990. – 241 p.
9. Fox G. C. Code generation by a generalized neural networks: general principles and elementary examples / G. C. Fox, J. G. Koller // J. Parallel Distributed Comput. 1989. – V. 6. – № 2. – 660 p.

Дата надходження в редакцію: 13.12.2014 р.

Рецензент: д.т.н., проф. О. О. Скопа