

УДК 629.4.014

Тазетдінов Валерій Абударович, к.т.н, доцент кафедри інформаційної безпеки та комп'ютерної інженерії

Черкаського державного технологічного університету

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПІДБОРУ ІНВЕНТАРЯ ДЛЯ НАСТІЛЬНОГО ТЕНІСУ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ

**Тазетдінов В. А. Автоматизація процесу підбору інвентарю для настільного тенісу з використанням нейромережевих систем.** У статті автори проводять детальний аналіз необхідності підбору інвентарю для настільного тенісу із залученням автоматизованих пошукових систем. Проводиться ґрунтовний аналіз сучасних наукових праць у обраному напрямі дослідження. Досліджується актуальність використання штучних нейронних мереж при виборі спортивного інвентарю, оскільки це дає можливість брати до уваги різноманітні характеристики накладок та основ, враховувати ігровий стиль гравця, що є не менш важливим для успішних результатів гри. Розвиток нової ери обчислювальних можливостей з використанням ЕОМ надає значні переваги у різноманітних галузях науки, техніки. Здійснюється характеристика сучасних пошукових систем, більшість з яких зосереджена на певне коло користувачів, так як використовують індексовані файли, HTML-сторінки, та ін., що не завжди зручно на практиці. Встановлюється необхідність у ґрунтовному аналізі та систематизації матеріалу стосовно вдосконалення системи підбору інвентарю для настільного тенісу. Досліджується питання побудови штучних нейромережевих систем за критеріями відповідності із використанням алгоритму зворотного поширення (Back-Propagation Algorithm), проводиться опис математичної моделі задачі. Розглядається алгоритм роботи нейронної мережі та процес проведення оцінки вихідних даних, де компонентами дослідження є характеристики вхідних елементів. Розглядаються основні етапи побудови штучних нейронних мереж та шляхи реалізації пошукових web-систем на практиці, які за своєю структурою мають багато спільного із нервовою системою людського організму, яка складається із нейронів, які можна розглядати як єдину систему, але в той же час нейрони зв'язані між собою певними зв'язками та мають властивості до зберігання, кодування, обробки та передачі інформації. Проілюстровано математичну модель нейрона у вигляді рисунку. Окреслюються перспективи подальшого розвитку теорії нейронних мереж, який нерозривно пов'язаний із залученням модульної архітектури, буде здійснюватися перехід до автоматизації процесу побудови мережі, ієрархію якої визначає користувач або задані алгоритми.

**Ключові слова:** настільний теніс, нейронна мережа, критерії відповідності, алгоритм, параметри пошуку.

**Тазетдінов В. А. Автоматизация процесса подбора инвентаря для настольного тенниса с использованием нейросетевых систем.** В статье авторы проводят детальный анализ необходимости подбора инвентаря для настольного тенниса с привлечением автоматизированных поисковых систем. Проводится тщательный анализ современных научных работ в выбранном направлении исследования. Исследуется актуальность использования искусственных нейронных сетей при выборе спортивного инвентаря, поскольку это дает возможность учитывать различные характеристики накладок и оснований, учитывать игровой стиль игрока, не менее важным для успешных результатов игры. Развитие новой эры вычислительных возможностей с использованием ЭВМ предоставляет значительные преимущества в различных областях науки, техники. Осуществляется характеристика современных поисковых систем, большинство из которых сосредоточено на определенный круг пользователей, так как используют индексированные файлы, HTML-страницы, и др ..., что не всегда удобно на практике. Устанавливается необходимость в основательном анализе и систематизации материала по совершенствованию системы подбора инвентаря для настольного тенниса. Исследуется вопрос построения искусственных нейросетевых систем по критериям соответствия с использованием алгоритма обратного распространения (Back-Propagation Algorithm), проводится описание математической модели задачи. Рассматривается алгоритм работы нейронной сети и процесс проведения оценки исходных данных, где компонентами исследования являются характеристики входных элементов. Рассматриваются основные этапы построения искусственных нейронных сетей и пути реализации поисковых web-систем на практике, которые по своей структуре имеют много общего с нервной системой человеческого организма, которая состоит из нейронов, которые можно рассматривать как единую систему, но в то же время нейроны тесно связаны между собой определенными связями и имеют свойства к хранению, кодирования, обработки и передачи информации. Проиллюстрировано математической модели нейрона в виде рисунка. Определяются перспективы дальнейшего развития теории нейронных сетей, который неразрывно связан с привлечением модульной архитектуры, будет осуществляться переход к автоматизации процесса построения сети, иерархию которой определяет пользователь или заданные алгоритмы.

**Ключевые слова:** настольный теннис, нейронная сеть, критерии соответствия, алгоритм, параметры поиска

### **Tazetdinov V. A. Automation of the process of selection of equipment for table tennis using neural network systems**

In the article, the authors conduct a detailed analysis of the need to select equipment for table tennis with the involvement of automated search engines. A thorough analysis of modern scientific work in the chosen direction of research is carried out. The importance of using artificial neural networks in the selection of sports equipment is explored, as it enables to take into account the various characteristics of overlays and foundations, to take into account the player's playing style, which is no less important for successful game results. The development of a new era of computing capabilities with the use of computers provides significant benefits in a variety of fields of science and technology. The characteristics of modern search engines are implemented, most of which are focused on a certain circle of users, since they use indexed files, HTML pages, etc., which is not always practical in practice. The necessity of thorough analysis and systematization of material in relation to improvement of the system of selection of inventory for table tennis is established. The research of the construction of artificial neural network systems according to the criteria of correspondence using the back-propagation algorithm, describes the mathematical model of the problem. The algorithm of the neural network operation and the process of evaluation of the initial data are considered, where the components of the study are the

characteristics of the input elements. The main stages of construction of artificial neural networks and ways of realization of search web-systems in practice, which in their structure have much in common with the nervous system of the human body, which consists of neurons that can be considered as a single system, but at the same time neurons' interconnected with certain bonds and have properties for storing, encoding, processing and transmitting information. The mathematical model of the neuron in the form of a picture is illustrated. The prospects for the further development of the theory of neural networks, which is inextricably linked with the involvement of modular architecture, outlines the transition to automating the process of building a network whose hierarchy is determined by the user or given algorithms.

**Keywords:** table tennis, neural network, matching criteria, algorithm, search parameters.

**Вступ.** Стрімкий розвиток інноваційних технологій та їх використання в повсякденному житті є невід'ємною частиною сучасного суспільства. Людство активно здійснює перехід до автоматизації широкого спектру своєї діяльності, розвиток науки, якісної медицини, результативної освіти, прибуткової торгівлі тощо тяжко уявити без використання комп'ютерної техніки та програмного забезпечення. В свою чергу бурхливий розвиток суспільства збільшує інтерес до фізичної культури та спорту вцілому, що призводить до масової активності населення та популяризації спортивних ігор.

До таких ігор варто віднести теніс, футбол, баскетбол, волейбол. Зосередимо свою увагу на настільному тенісі, даний вид спорту охоплює різні вікові категорії, є відмінним засобом для активного відпочинку, всебічного зміцнення організму та підтримки організму в тонусі. Гра в настільний теніс є доступною для пересічного жителя, оскільки можливо підібрати інвентар, обладнання за доступною ціною, не складає проблеми встановлення столу в зручному для кожного місці, правила гри легкі для запам'ятовування, разом з цим настільний теніс є досить складною грою з точки зору техніки виконання. В гравців, під час гри, характерна велика швидкість рухів рукою, траєкторії руху м'яча, відбувається активність розумової діяльності, оскільки необхідно швидко реагувати та прогнозувати ігрові ситуації.

Для результативної гри, одну з найголовніших ролей відіграє вдало підібраний інвентар. На сьогодні ринок пропонує велике різноманіття спортивних товарів, але з поміж великого асортименту досить не просто успішно поєднати накладки та основи, де кожна з них має свої властивості, крім цього на вдалий підбір інвентарю впливає стиль гри гравця. У зв'язку з цим, виникає необхідність до автоматизації процесу пошуку із використанням необхідних в кожному окремому випадку критеріїв відповідності [1,2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Грі в теніс присвячена значна кількість наукових доробків як вітчизняних так і іноземних науковців, зокрема вдосконалення гри в теніс, техніка ведення гри широко розкривається в роботах Ю. П. Байгулова, Р. В. Барчукова, А. Н. Мізіна, В. В. Фугача, Ф.Люггер Джорджа та ін..

Подія стосовно внесення настільного тенісу до складу програми Олімпійських ігор у 2001 році спровокувала стрімкий розвиток конкуренції на спортивній арені. Настільний теніс можна охарактеризувати як аналітичний вид спорту з різнобічною технікою ведення гри та багатьма тактичними підходами, сучасний гравець тенісу повинен володіти підготовкою на високому рівні як загально-фізичного напрямку так і психологічного, що є не менш важливим.

Даний напрям дослідження є досить актуальним про що свідчить поява, останнім часом, великої кількості публікацій по даній тематиці, зокрема з рядом нових результатів можна ознайомитися в роботах J. D.Cowan, С. Koch, G.C. Fox, J.G.Koller та ін. Аналізуючи наукові розробки, бачимо, що вкрай непростою та актуальною задачею є правильний вибір накладок та основ, оскільки кожна з них має власні особливості та переваги залежно від техніки гри гравця [6,7].

Стає очевидним, що використання штучних нейронних мереж при виборі спортивного інвентарю, дає змогу враховувати фізичні, геометричні властивості, застосувати необхідні умови та обмеження. Переваги використання нейромережевого підходу дають змогу гнучкіше та раціональніше отримати шукані результати з точки зору ефективності використання обчислювальних можливостей ЕОМ. Виникає потреба у ґрунтовному аналізі та систематизації матеріалу стосовно вдосконалення системи підбору інвентарю для настільного тенісу.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Дослідити теоретико-практичні основи та зробити ґрунтовний аналіз основних етапів створення штучних нейромережевих пошукових систем за критеріями відповідності для автоматизації процесу підбору інвентарю для гри в настільний теніс.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У світі є велике різноманіття пошукових систем, значна кількість з яких зорієнтовані на вузьке коло користувачів, оскільки вони зосереджені на

використання певних індексованих файлів, HTML-сторінок, тощо. Для того щоб здійснити перетворення таких пошукових систем для індексації в певні посилання на файли потребує затрат в часі та фінансів для отримання ліцензії та використання в практичних цілях [4].

Розвиток концепції для створення пошукової системи за критеріями відповідності призводить до автоматизації орієнтованих web-систем. Для проведення оцінки відповідності елементів за критеріями відповідності необхідно алгоритм розпізнавання сформулювати у вигляді вектора, компонентами якого будуть характеристики елементів

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

Заданий вектор відображає певний образ

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

який повинен містити в собі набір вимог моделі на кожному етапі обчислень, а також загальний показник відповідності  $\lambda \in [0,1]$ . Вектор характеристик містить в собі повний спектр даних на всіх рівнях обчислень, більшість з цих показників представляє інформацію стосовно детального аналізу та якості досліджуваних параметрів.

Розглянемо механізм створення штучних нейронних мереж, які за своєю структурою мають високу схожість із нервовою системою людського організму, яка складається із нейронів, що зв'язані між собою певними зв'язками та мають властивості до зберігання, кодування, обробки та передачі інформації. Математична модель нейрона має наступний вигляд [3]:

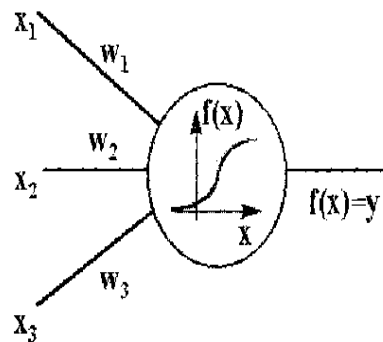


Рис. 1

Проаналізуємо структуру нейронної мережі. На початку відбувається подача певного набору сигналів та вказують набір значень, який необхідно отримати на виході, вхідні сигнали підлаштовуються до налаштувань мережі для того щоб отримати такі вихідні дані, які будуть задовольняти початкову умову. Причому відклик мережі після роботи за певним алгоритмом буде стійким тобто не призведе до зміни вхідних даних. З математичної точки зору концепцію побудови та спосіб проведення оцінки вихідних даних можна записати у вигляді вектора, компонентами якого будуть характеристики вхідних елементів, що включатиме всі дані отримані на всіх етапах вибору за певними критеріями. Для того щоб провести оцінку числа нейронів у двошаровій мережі необхідно скористатися формулою, де  $\eta_w$  – число синаптичних ваг,  $\eta_x, \eta_y$  – розмірність вхідного та вихідного сигналу

$$\eta = \frac{\eta_w}{\eta_x + \eta_y} \quad (3)$$

Після того як відбудеться процес формування вагових показників (3) для вказаних в умові нейронів (2) на кожному шарі мережі (1), можна стверджувати що завершився кінцевий етап побудови мережі та можливе її подальше використання для пошуку за необхідними, в кожному конкретному випадку, критеріями відповідності [3,5].

В рамках сформованої мети нашої статті проілюструємо приклад підбору інвентарю для гри в настільний теніс на основі використання алгоритму зворотного поширення (Back-Propagation Algorithm). Для пошуку даних параметрів на основі такого алгоритму використовується математична модель, що дає змогу полегшити процес відбору необхідних даних. Принцип роботи полягає в наступному, чим більше необхідний параметр пошуку буде відповідати введеному критерію пошуку,

тим вище він буде розташований у наведеному пошуковому результаті. Використання методу полягає у розповсюдженні помилкових сигналів від тих що зосереджені на виході, у такому напрямку, який є оберненим (зворотним) до розповсюдження сигналів при стандартному режимі роботи [7].

Розвиток комп'ютерного моделювання неможливо уявити без використання штучних нейронних мереж. До найбільших переваг нейронних мереж слід віднести гнучку структуру, що залежить від середовища існування. Вивчаючи сучасні розробки в галузі ІТ, бачимо що існує велика кількість алгоритмів, які розроблені під конкретні критерії, вимоги.

Вибір інвентарю для гри в теніс, можна здійснити за двома основними критеріями – накладки та основи. Накладки можна охарактеризувати за такими показниками: швидкість обертання та контроль, жорсткість та товщина губки. Вибираючи основу необхідно звернути увагу та такі показники: твердість, жорсткість, швидкість, контроль, вага, розмір лопасті основи, товщина. Разом з цим, при підборі інвентарю, варто взяти до уваги ігрові стилі гравця: атакуючий, універсальний, захисний. Як показує практика більшість спортсменів не спроможні вдало сформулювати вимоги, що відповідали б конкретно до їхньої за всіма вказаними вище параметрами.

На практиці спортсмен може дати оцінку інвентарю вже після практичного його використання на основі власних відчуттів та ігрового досвіду. Враховуючи такий підхід виникає необхідність до автоматизації процесу вибору спортивного інвентарю із використанням нейромережевої пошукової системи, що буде містити дані стосовно основних параметрів накладок та основ, крім цього гравець вказує інформацію стосовно стилю гри, що передбачається. Використання однорідної багат шарової мережі прямого поширення без зворотних зв'язків дає змогу отримати рекомендовані варіанти сполучень (основи і накладки). Дана пошукова система дає змогу вибрати накладки під задану основу та навпаки, система здійснить відповідний підбір. Робота такої web-орієнтованої системи можлива лише онлайн, вона накопичує інформацію, відгуки стосовно вдалого підбору для гравців, тобто є своєрідною пошуковою платформою для отримання інформації про вже існуючі результати підбору та реалізацію поєднання накладок та основ на практиці [3].

Підсумовуючи вище сказане, відмітимо, що алгоритм пошуку, підбору за певними критеріями, на прикладі інвентарю для гри в теніс, та процес обробки отриманих вихідних даних в середовищі великого різноманіття інформації займає центральне місце у сучасному соціумі. Це можна пояснити тим, що відомі раніше пошукові методи в мережі інтернет стають менш дієвими, через стрімке зростання кількості інформаційних платформ, які не завжди відповідають реальним показникам. Процес автоматизації пошукових систем дозволяє швидше та ефективніше здійснювати пошукові запити за певними критеріями відповідності та враховувати сучасні зміни в інформаційному суспільстві. В результаті проведених досліджень існуючих пошукових систем, стає зрозумілим, те що викликає науковий інтерес розробка та використання ефективних пошукових систем, які будуть орієнтовані на необхідні запити користувачів у певному колі професійного середовища.

**Висновки.** В статті проведено дослідження стосовно підбору інвентарю для настільного тенісу на основі використання нейронних пошукових систем. Наведено у вигляді рисунку спрощену математичну модель нейрона. Встановлено, що створення програмного забезпечення у вигляді web-орієнтованих пошукових систем за критеріями відповідності шалено набирає популярність у зв'язку із значною кількістю переваг, які були розглянуті.

1. Беляев Ю. А. Нейронна мережа, як основа інтелектуальної системи / Ю. А. Беляев, А. П. Долгов // Штучний інтелект. – 2017. – № 2. – С. 25-31.
2. Горбань А. Н. Обучение нейронных сетей / А. Н. Горбань. – Москва : СП «ПараГраф», 2010. – 160 с.
3. Круглов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов. – Москва : Горячая линия. Телеком, 2016. – 382 с.
4. Медведев В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С.Медведев, В.Г.Потемкин / Под общ. ред. В.Г. Потемки- на. – М.: Диалог–МИФИ, 2002. – 496 с.
5. Rumelhart D. E. Learning representations by back-propagating errors / D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams. // Nature (London). – 2016. – № 323. – 590 p.
6. 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. 2015. – V. 6. – № 2. – 660 p.
7. Shepherd G. M. Introduction to synaptic circuits / G. M. Shepherd, C. Koch // The Synaptic Organization of the Brain . – New York: Oxford University Press, 2017. – 241 p.