

## АНАЛІЗ АРХІТЕКТУР НЕЙРОМЕРЕЖ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ

*Жуковська Д.О., асистент, [daria.zhukovska@donntu.edu.ua](mailto:daria.zhukovska@donntu.edu.ua)  
Донецький Національний технічний університет, Луцьк, Україна*

Сьогодні, в інноваційному світі, що досить стрімко розвивається вже складно, а подекуди навіть неможливо уявити без використання моделей, що основані на штучному інтелекті. Особливої уваги та популярності набули штучні нейронні мережі, що дозволяють будувати прогнозні моделі та широко використовуються при розпізнаванні образів (мови, зображень, сигналів тощо).

Штучні нейронні мережі (INS) відрізняються їх архітектурою: структурою зв'язку між нейронами, кількістю шарів, функцією активації нейронів, алгоритмом навчання. З цієї точки зору можна виділити статичні, динамічні мережі та нечіткі структури; одиночні мережі та багатошарові мережі. Відмінності в обчислювальних процесах в мережах часто пов'язані з методом взаємозв'язку нейронів, тому відрізняються такі типи мереж: мережі прямого розподілу – сигнал проходить через мережу з входу до виходу в одному напрямку; мережі зі зворотнім зв'язком; мережі з бічним відгуком та гібридні (гетерогенні) [1,2].

Якщо розглядати більш загальну класифікацію, то умовно штучні нейронні мережі можна розділити на два великі класи: перший – структурно не містять зворотних зв'язків та другий – зі зворотним зв'язком, які ще називають рекурентними. Перший клас є статичними мережами, що не містять динамічних елементів, другий – це динамічні мережі, тобто через присутність зворотного зв'язку стан мережі в кожен момент часу залежить від попереднього стану. Повна класифікація нейронних мереж, що відома сьогодні представлена на рис.1.

Задача вибору необхідної структури нейронної мережі здійснюється відповідно до особливостей та складності завдання. Для вирішення деяких типів завдань сьогодні вже є оптимальні конфігурації, що полегшують задачу підбору, апробації та цілком підтверджують адекватність моделей. Якщо завдання не може бути зведене до будь-якого з відомих типів, розробник повинен вирішити складну проблему синтезу нової конфігурації. У той же час, при розробці нової конфігурації треба брати до уваги та керуватись кількома основними принципами: можливості мережі значно зростають зі збільшенням кількості мережевих комірок, щільності з'єднань між ними та кількістю вибраних шарів. Впровадження зворотного зв'язку, поряд із збільшенням можливостей мережі, викликає питання про динамічну стабільність мережі; Складність алгоритмів функціонування мережі (введення декількох типів синапсів – захоплюючих, інгібіторних тощо) також допомагає підвищити потужність нейромережі.

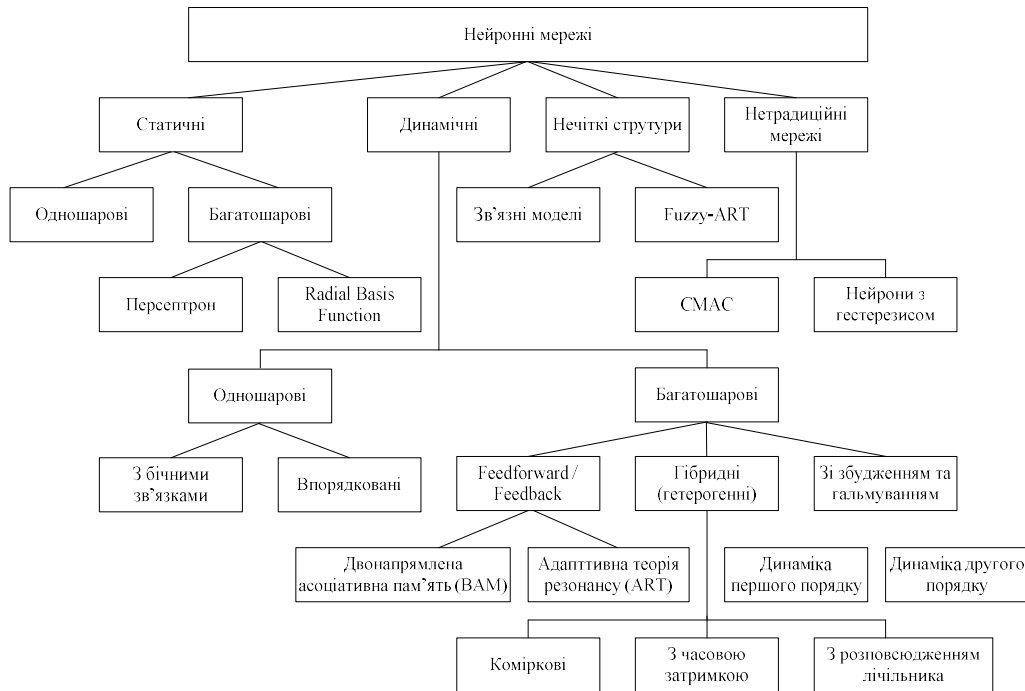


Рисунок 1. Класифікація видів нейронних мереж

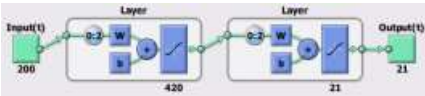
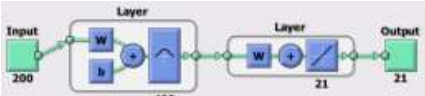


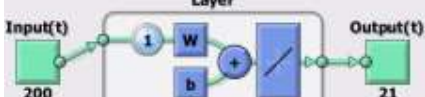


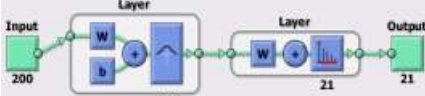
Для проектування та моделювання штучних нейронних мереж використовуються спеціалізовані програмні пакети: нейропакет NEURON є середовищем моделювання окремих нейронів і мереж нейронів; нейропакет SNNS включає два основних компоненти: емулятор ядра і графічний інтерфейс користувача; нейропакет JavaNNS заснований на власному обчислювальному ядрі, володіє розробленим графічним інтерфейсом користувача на Java; нейропакет NeuroPro, що призначений для класифікації, прогнозування, вилучення знань з даних за допомогою нейромереж; нейропакет STATISTICA технологічно розвинуте програмне забезпечення для розробки нейромережних додатків; пакет GENEHUNTER є комплексом інструментальних засобів для розробки нейромережних систем і генетичних алгоритмів; пакет NeuroShell 2 – нейропакет, який об'єднує відомі нейромережні архітектури, графічний інтерфейс оператора, складні утиліти і популярні опції для управління нейромережним експериментальним середовищем; BrainMaker є нейромережним ПЗ, призначений для побудови багатошарових НМ з алгоритмом навчання за алгоритмом зворотного поширення помилки; пакет NeuroSolutions – ПЗ, що об'єднує модульний графічний мережний інтерфейс з виконанням процедур навчання.

Одним з яких є пакет програм MATLAB Neural Network Toolbox – матрична лабораторія, призначена для різноманітних технічних розрахунків, спеціальні процедури та функції якої призначені для моделювання нейронних мереж, об'єднані в інструментарій нейронних мереж. Прогрес, досягнутий за останні роки SNM у розпізнаванні зображень і природної мови, а також значні ресурси, які зараз інвестуються в проектування та розробку про-

грамного та апаратного забезпечення для реалізації штучних нейронних мереж доводить, що існує великий інтерес до подальшого розвитку штучних нейронних мереж [2,3].

Отже, проведений аналіз використання різних архітектур нейронних мереж, порівняльна характеристика видів та результати роботи з пошуку найбільш підходящих нейрон мереж представлено у табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика архітектур нейронних мереж та результати роботи у програмному середовищі MATLAB Neural Network Toolbox

Тип нейронної мережі	Архітектура нейронної мережі	Число епох навчання	Точність навчання	Час навчання
З часовою затримкою прямого зв'язку				3 сек
Узагальнена регресія				3 сек
Багат шарова		6	0,317	$\infty$
Linear layer (design)				3 сек
Linear layer (train)		173	$1 \cdot 10^{-6}$	20 хв
NARX				3 сек
Перцептрон		221	0,967	5,5 хв
Імовірнісна				3 сек

Питання про необхідні та достатні властивості мережі для вирішення одного чи іншого виду проблем – цілий напрямок нейрокомп'ютерної науки. Оскільки проблема синтезу нейромереж сильно залежить від проблеми,

що вирішується, важко дати загальні детальні рекомендації. У більшості випадків найкращий варіант заснований на інтуїтивному виборі.

Досліджені на теперішній час можливості нейронних мереж дозволяють використовувати їх для вирішення задач розпізнавання зображень, кластеризації даних, асоціативного (контекстуального) пошуку, апроксимації функцій багатьох змінних, прогнозування, оптимізації та інших проблем, які важко формалізувати.

### Література

1. Веселов, О. В. Методы искусственного интеллекта в диагностике : учеб. пособие / О. В. Веселов, П. С. Сабуров ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. – 251 с.

2. Jibin Wu Deep Spiking Neural Networks for Large Vocabulary Automatic Speech Recognition/ Jibin Wu, Emre Yılmaz, Hang Malu, Li Haizhou, Tan Kay Chen// Frontiers in Neuroscience – 2020. – Vol. 14. – P. 199.

3. Єлагіна К.С. Використання нейромережевої архітектури на основі адаптивного резонансу для розпізнавання мовленнєвого сигналу / К.С. Єлагіна, Д.О. Жуковська, В.Я. Воропаєва, // Науковий вісник Донецького національного технічного університету. - Покровськ: ДонНТУ, 2021. – Випуск 1(6)-2(7) – С. 55 – 67.

### Анотація

У роботі досліджено різні класифікації відомих на сьогоднішній день штучних нейронних мереж та завдань, які вирішуються різними архітектурами нейромереж. Розглянуто програмні середовища, що дозволяють будувати стимуляційні моделі з використанням нейромережних архітектур. Проведено аналіз у середовищі MATLAB Neural Network Toolbox з використання різних архітектур нейронних мереж, складена порівняльна характеристика видів та результати роботи з пошуку найбільш відповідних нейронних мереж.

Ключові слова: штучний інтелект, нейромережа, прогнозування, розпізнавання.

### Abstract

The work examines various classifications of artificial neural networks known today and tasks that are solved by different architectures of neural networks. Software environments that allow building stimulation models using neural network architectures are considered. The analysis was carried out in the MATLAB Neural Network Toolbox environment using different architectures of neural networks, a comparative characteristic of the species was compiled and the results of the search for the most suitable neural networks were compiled.

Keywords: artificial intelligence, neural network, forecasting, recognition.