

Міністерство освіти та науки України  
Харківський національний університет  
радіоелектроніки

Рєпка В.Б.

ПЗЕОМ

# Розділ 1. Основні положення теорії штучних нейронних мереж

Програмна інженерія

Харків  
2010

**Зміст**

Вступ.....	3
Теорія.....	4
Вступ. Класифікація нейронних мереж та їх властивості.....	4
Типи і формалізація задач, які розв'язуються нейронними мережами.....	5
Стан та перспективи розвитку програмних засобів нейромережевого моделювання.....	7
Висновки.....	10

Штучні нейронні мережі є основним засобом обробки інформації в нейроінформатиці. За своєю структурою та функціонуванням вони є штучними аналогами біологічних нейронних систем людини та тварин. Штучні нейронні мережі представляють нову парадигму обробки інформації, яка базується на тій або іншій спрощеній математичній моделі біологічних нейронних систем.

## Теорія

### Вступ. Класифікація нейронних мереж та їх властивості.

Штучні нейронні мережі надзвичайно різноманітні за конфігураціями. Незважаючи на це, мережеві парадигми мають багато спільного.

Нейронні мережі розрізняють за топологічними типами відповідно до структури зв'язків між нейронами мережі, а також за типом використаних формальних нейронів.

ШНМ можуть розглядатися як спрямований граф зі зваженими зв'язками, у якому штучні нейрони є вузлами. По архітектурі зв'язків ШНМ можуть бути згруповані в два класи (рис. 1.1): мережі прямого поширення, у яких графи не мають петель, і рекурентні мережі, або мережі зі зворотними зв'язками.

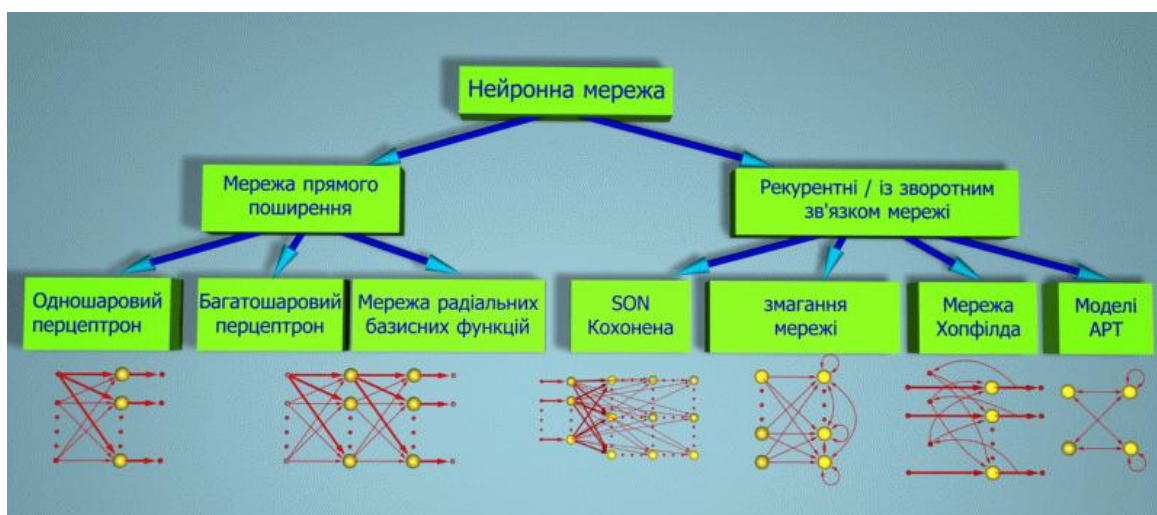



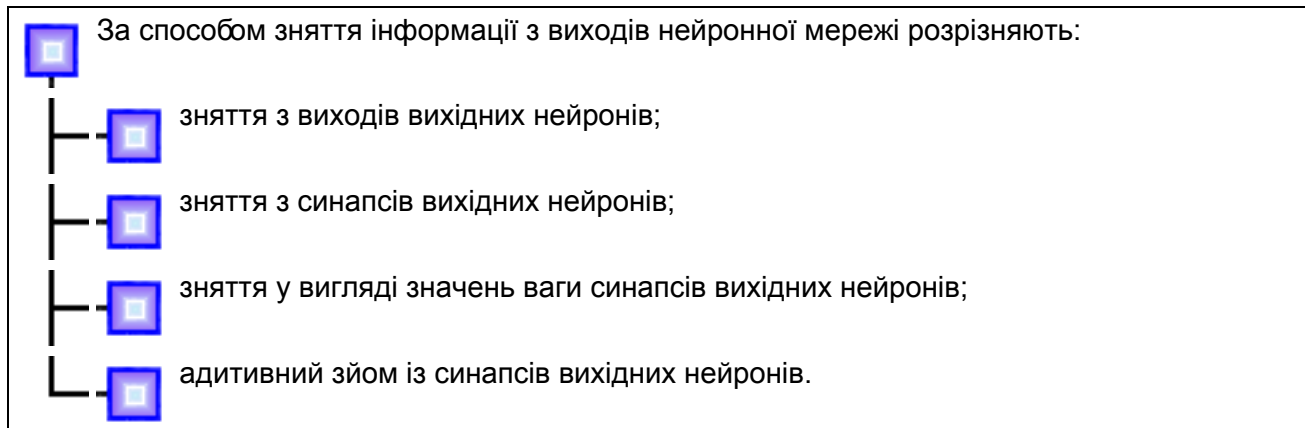
Рис 1.1. Класифікація нейронних мереж

Таблиця 1.1 Класифікація нейронних мереж

□	За способом подачі інформації до входів нейронної мережі розрізняють:
□	подачу сигналів на синапси вхідних нейронів;
□	подачу сигналів до виходів вхідних нейронів;
□	подачу сигналів у вигляді ваги синапсів вхідних нейронів;

 адитивну подачу на синапси вхідних нейронів.

Таблиця 1.2 Класифікація нейронних мереж



За організацією навчання поділяють навчання нейронних мереж з вчителем (supervised neural networks) та без вчителя (nonsupervised).

За способом навчання поділяють навчання за входами і за виходами. При навчанні за входами навчальний приклад є тільки вектором вхідних сигналів, а при навчанні за виходами до нього входить і вектор вихідних сигналів, який відповідає вхідному вектору.

За способом подання прикладів розрізняють подання одиночних прикладів і "сторінки" прикладів. У першому випадку зміна стану нейронної мережі (навчання) відбувається після подання кожного прикладу. У другому - після подання "сторінки" (множини) прикладів на підставі аналізу одразу усіх їх.

За особливостями моделі нейрону розрізняють нейрони з різними нелінійними функціями.

## Типи і формалізація задач, які розв'язуються нейронними мережами.

Клас задач, які можна вирішити за допомогою нейронної мережі, визначається тим, як мережа працює і як вона навчається. Таким чином, мережі можна застосовувати в ситуації, коли є визначеною відома інформація, і ви намагаєтесь з неї одержати якусь поки що не відому інформацію. Ось деякі важливі приклади задач, у яких були успішно реалізовані нейромережеві методи.

### Розпізнавання стану хворого.

Застосування класичних статистичних методів для рішення цієї задачі було описане ще в роботах Неймана. За допомогою медичної апаратури можна спостерігати за різними показниками стану здоров'я людини (наприклад, частотою пульсу, змістом різних речовин у крові, частотою подиху). Стадії виникнення деякої хвороби може відповідати визначена і досить складна (наприклад, нелінійна і взаємозалежна) комбінація змінювання змінних, що спостерігаються,

котра може бути виявлена за допомогою нейромережевої моделі.

### **Прогнозування на фондовому ринку.**

Коливання цін на акції і фондових індексах - ще один приклад складного, багатовимірного, але, у визначених ситуаціях, частково прогнозованого явища. Велика кількість фінансових аналітиків використовують нейронні мережі для прогнозування цін акцій на основі численних факторів, наприклад, минулого поведіння цін цих і інших акцій у сукупності з різними іншими економічними показниками. Як альтернативні варіанти, застосовуються моделі авторегресії і технічний аналіз.

### **Надання кредиту.**

Як правило, у банку мається великий набір зведень про людину, що звернулася з проханням про надання кредиту. Це можуть бути його вік, освіта, рід занять і багато інших даних. Навчивши нейронну мережу на вже відомих даних, аналітик може визначити найбільш істотні характеристики, і на їхній основі віднести даного клієнта до категорії з високим або низьким кредитним ризиком. Помітимо, що для рішення подібних задач можна паралельно використовувати і класичні статистичні методи, такі як дискримінантний аналіз і дерева класифікації.

### **Системи спостереження за станом устаткування.**

Нейронні мережі виявилися корисними як засіб контролю стану механізмів. Нейронна мережа може бути навчена так, щоб відрізнити звук, що видає машина при нормальній роботі («помилкова тривога») від того, котрий є провісником неполадок. Після такого навчання нейронна мережа може попереджати інженерів про погрозу поломки до того, як вона відбудеться, і тим самим виключати несподівані і дорогі простоя.

### **Керування роботою двигуна.**

Нейронні мережі використовуються для аналізу сигналів від датчиків, встановлених на двигунах. За допомогою нейронної мережі можна керувати різними параметрами роботи двигуна, щоб досягти визначеної мети, наприклад, зменшити споживання пального.

Зрозуміло, зовсім не будь-яку задачу можна вирішити за допомогою нейронної мережі. Якщо ви бажаєте визначити результати лотереї, тираж якої відбудеться через тиждень, знаючи свій розмір взуття, то навряд чи це вийде, оскільки ці показники ніяк не пов'язані один з одним. Насправді, якщо тираж проводиться чесно, то не існує такої інформації, на підставі якої можна було б пророчити результат. Багато фінансових структур уже використовують нейронні мережі або експериментують з ними з метою прогнозування ситуації на фондовому ринку, і схоже, що

будь-який тренд, прогнозований за допомогою нейронних методів, усякий раз уже буває «дисконтований» ринком, і тому (на жаль) цю задачу нам теж навряд чи вдасться вирішити.

Отже, ми приходимо до другої важливої умови застосування нейронних мереж: ви повинні знати (або хоча б мати серйозні підозри), що між відомими вхідними значеннями і невідомими виходами мається зв'язок. Цей зв'язок може бути перекручений шумом, але він повинен існувати (так, навряд чи очікується, що за даними з приклада з прогнозуванням цін акцій можна побудувати абсолютно точний прогноз, оскільки на ціну впливають і інші фактори, не представлені у вхідному наборі даних, і, крім того, у задачі присутній елемент випадковості).

Як правило, нейронна мережа використовується тоді, коли невідомий точний вид зв'язків між входами і виходами, - якби він був відомий, то зв'язок можна було б моделювати безпосередньо. Інша істотна особливість нейронних мереж полягає в тому, що залежність між входом і виходом знаходиться в процесі навчання мережі. Для навчання нейронних мереж застосовуються алгоритми двох типів (різні типи мереж використовують різні типи навчання): кероване («навчання з учителем») і некероване («без учителя»). Найчастіше застосовується навчання з учителем, і саме цей метод ми зараз розглянемо (про некероване навчання буде розглянуто пізніше).

Для керованого навчання мережі користувач повинний підготувати набір навчальних даних. Ці дані являють собою приклади вхідних даних і відповідних їм виходів. Мережа навчається встановлювати зв'язок між першими і другими. Звичайно навчальні дані беруться з історичних зведень. У розглянутих вище прикладах це можуть бути попередні значення цін акцій і індексу FTSE, зведення про минулих позичальників - їхні анкетні дані і те, чи успішно вони виконали свої зобов'язання, приклади положень робота і його правильної реакції. Потім нейронна мережа навчається за допомогою того чи іншого алгоритму керованого навчання (найбільш відомим з них є метод зворотного поширення, запропонований у роботі Rumelhart, 1986), при якому наявні дані використовуються для коректування ваг і їхніх граничних значень мережі таким чином, щоб мінімізувати помилку прогнозу на навчальній безлічі. Якщо мережа навчена добре, вона здобуває здатність моделювати (невідому) функцію, що зв'язує значення вхідних і вихідних змінних, і згодом таку інформацію можна використовувати для прогнозування в ситуації, коли вихідні значення невідомі.

## **Стан та перспективи розвитку програмних засобів нейромережевого моделювання.**

Штучні нейронні мережі запропоновані для завдань, що тягнуться від управління боєм до нагляду за дитиною. Потенційними додатками є ті, де людський інтелект малоефективний, а звичайні обчислення трудомісткі або неадекватні. Цей клас додатків в усякому разі не менше класу, що обслуговується звичайними обчисленнями, і можна припускати, що штучні нейронні мережі займуть своє місце поряд зі звичайними обчисленнями в якості доповнення такого ж обсягу і важливості.

### **Штучні нейронні мережі та експертні системи**

В останні роки над штучними нейронними мережами домінували логічні і символно-операційні дисципліни. Наприклад, широко пропагувалися експертні системи, у яких є багато помітних успіхів, так само, як і невдач. Дехто каже, що штучні нейронні мережі замінять собою сучасний штучний інтелект, але багато що свідчить про те, що вони будуть існувати, об'єднуючись в системах, де кожен підхід використовується для вирішення тих завдань, з якими він краще справляється.

Ця точка зору підкріплюється тим, як люди функціонують у нашому світі. Розпізнавання образів відповідає за активність, що вимагає швидкої реакції. Оскільки дії відбуваються швидко і несвідомо, то цей спосіб функціонування важливий для виживання у ворожому оточенні. Уявіть тільки, що було б, якби наші предки змушені були обмірковувати свою реакцію на стрибнув хижака?

Коли наша система розпізнавання образів не в змозі дати адекватну інтерпретацію, питання передається у вищі відділи мозку. Вони можуть запросити додаткову інформацію і займуть більше часу, але якість отриманих в результаті рішень може бути вище. Можна уявити собі штучну систему, що наслідує такого поділу праці. Штучна нейронна мережа реагувала б в більшості випадків відповідним чином на зовнішнє середовище. Так як такі мережі здатні вказувати довірчий рівень кожного рішення, то мережа "знає, що вона не знає" і передає даний випадок для вирішення експертній системі. Рішення, прийняті на цьому більш високому рівні, були б конкретними і логічними, але вони можуть мати потребу в зборі додаткових фактів для отримання остаточного висновку. Комбінація двох систем була б більш потужною, ніж кожна з систем окремо, дотримуючись при цьому вискоєфективної моделі, що дається біологічною еволюцією.

### **Міркування надійності**

Перш ніж штучні нейронні мережі можна буде використовувати там, де поставлені на карту людське життя або цінне майно, повинні бути вирішені питання, пов'язані з їх надійності.

Подібно до людей, структуру мозку яких вони копіюють, штучні нейронні мережі зберігають у певній мірі непередбачуваність. Єдиний спосіб точно знати вихід полягає у випробуванні всіх можливих вхідних сигналів. У великій мережі така повна перевірка практично нездійсненна і повинні використовуватися статистичні методи для оцінки функціонування. У деяких випадках це неприпустимо. Наприклад, що є допустимим рівнем помилок для мережі, що управляє системою космічної оборони? Більшість людей скаже, будь-яка помилка неприпустима, оскільки веде до величезного числа жертв і руйнувань. Це ставлення не змінюється від того обставини, що людина в подібній ситуації також може допускати помилки.

Проблема виникає через допущення повної безпомилковості комп'ютерів. Так як штучні нейронні мережі іноді будуть робити помилки навіть при правильному функціонуванні, то, як відчувається багатьма, це веде до ненадійності - якості, яке ми вважаємо неприпустимим для наших машин. Схожа проблема полягає в нездатності традиційних штучних нейронних мереж "пояснити", як вони вирішують завдання. Внутрішнє представлення, що виходить в результаті навчання, часто настільки складно, що його неможливо проаналізувати, за винятком



найпростіших випадків. Це нагадує нашу нездатність пояснити, як ми дізнаємося людини, незважаючи на відмінність у відстані, вугіллі, освітленні і на минулі роки. Експертна система може простежити процес своїх міркувань в зворотному порядку, так що людина може перевірити її на розумність. Повідомлялося про вбудовуванні цієї здатності в штучні нейронні мережі [3], що може істотно вплинути на прийнятність цих систем.

Питання про необхідні та достатні властивості мережі для вирішення того або іншого роду задач є цілим напрямом нейрокомп'ютерної науки. Оскільки проблема синтезу НМ сильно залежить від задачі, яка вирішується, дати загальні докладні рекомендації складно. У більшості випадків оптимальний варіант отримують на основі інтуїтивного підбору.

