

## МОДУЛЬ 3

### ЗАСОБИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА OLAP-ТЕХНОЛОГІЙ В СППР

#### Тема 5 Засоби штучного інтелекту в СППР

5.1 Основні напрямки штучного інтелекту в СППР

5.2 Визначення нейронних мереж та їхнє застосування в СППР

##### ***5.1 Основні напрямки штучного інтелекту в СППР***

Протягом розвитку штучного інтелекту отримано низку додатків, котрі застосовуються в різних галузях науки й техніки.

На сьогодні застосування в бізнесі штучного інтелекту в основному проходить у формі *основаних на знаннях систем (knowledge-based systems)*, в яких використовуються людські знання для вирішення проблем. Найпопулярнішим типом таких систем є *експертні системи*.

Експертна система - це комп'ютерна програма, в якій намагаються подати знання людини-експерта у вигляді евристик, це різновид інформаційних систем. Термін «евристика» походить від грецького кореня, як і слово «еврика», та означає «відкрити». Евристики не гарантують абсолютно правильні результати, як це досягається за допомогою вмонтованих у СППР стандартних алгоритмів, але їхні пропозиції є корисними для певного проміжку часу. Оскільки експертна система призначена, головним чином, для консультування, то акт її використання називається *консультацією* - користувач консультується з експертною системою для отримання відповідних порад.

Оброблення природною мовою (Natural language processing) - це найзручніший спосіб спілкування людей з комп'ютером різними розмовними мовами, наприклад, це можливість комп'ютерної перевірки правопису й

граматики. Система природної мови не має жорстких синтаксичних вимог (на відміну від комп'ютерних мов). Вона забезпечує діалогову взаємодію з користувачем, може налаштовуватися під нього, автоматично виявляти помилки, забезпечувати контекстну інтерпретацію. В інформаційних системах оброблення природною мовою використовується для пошуку інформації, модифікації даних, обчислень, статистичного аналізу, генерування графічних образів, забезпечення консультацій з експертною системою тощо.

Системи візуалізації (*Visualization systems*) можуть подібно людині візуально взаємодіяти зі своїм середовищем, використовувати візуальні зображення й звукові сигнали для інструктування комп'ютерів або інших пристроїв, як наприклад, роботів. Ці системи, що часто також називають *системами розпізнавання образів* (*Perceptive systems*), реалізують функції технічного бачення й розпізнавання звукових сигналів (аналоги систем природної мови). Системи автоматичного розпізнавання образів у технічній літературі називають *перцептронами* (*Perceptron*).

Роботи (*Robotics*) складаються з контрольованих комп'ютером пристроїв, які імітують моторну функцію людини. Термін «робот» уперше було вжито чеським письменником Карелом Чапеком 1920 року в соціально-фантастичній драмі «R.U.R.». Найчастіше роботів використовують для піднімання предметів і переміщення їх в інше місце. Вони виконують функції машин для завантаження, пристроїв для зварювання або фарбування на складальному конвеєрі, засобів збирання частин у ціле та ін. Їх, головним чином, використовують для складання автомобілів і в інших подібних процесах виробництва. В СППР роботи не використовуються.

Нейромережі (*Neural networks*) - це надзвичайно спрощені програмні або апаратні моделі нервової системи людини, що можуть імітувати такі здатності людини як навчання, узагальнення й абстрагування. Нейромережі знайшли широке застосування в системах підтримки

прийняття рішень, зокрема, як засіб добування знань (інформації) в базах та сховищах даних.

Системи з навчання (*Learning*) містять низку операцій, які надають можливість комп'ютеру або іншому зовнішньому пристрою набувати нових знань на додаток до того, що було вже введено раніше в пам'ять фірмою-виробником або програмістами. Такі системи передбачають можливість навчання на базі досвіду, прикладів, аналогів, модифікації поведінки, акумулювання фактів. Узагалі, навчання може бути контрольованим, тобто через механічне запам'ятовування, та неконтрольованим, наприклад, система може навчатися, використовуючи свій власний досвід. У СППР засоби навчання використовуються дуже часто.

Апаратні засоби штучного інтелекту (*Artificial intelligence hardware*) - це фізичні пристрої, які допомагають виконувати функції в інших додатках штучного інтелекту. Їхніми прикладами є апаратні засоби, які призначені для експертних систем на основі знань, нейрокомп'ютери, які використовуються для прискорення обчислень, електронна сітчатка ока та ін.

Програмні агенти (*Software agents*) - програмні продукти, що виконують завдання за дорученням користувача з метою пошуку інформації в комп'ютеризованих мережах. Вони мають значний потенціал для застосування в системах підтримки прийняття рішень.

## **5.2 Визначення нейронних мереж та їх застосування в СППР**

**Нейронна мережа** (*Neural Network*) або просто *нейромережа* є програмно (інколи апаратно) реалізованою системою, в основу якої покладена математична модель процесу передавання й оброблення імпульсів мозку людини, що імітує механізм взаємодії нейронів (neuron) з метою опрацювання інформації, що надходить, і навчання досвіду. Інакше кажучи, проводиться комп'ютеризована імітація інтелектуального режиму поведінки людини.

Ключовим аспектом штучних нейромереж є їхня здатність навчатися в процесі розв'язання задач, наприклад, розпізнавання образів [13].

Сучасні інструментальні засоби нейромереж використовуються для сприймання інформації за допомогою вивчення взірців (шаблонів) і потім застосовування їх з метою передбачення майбутніх зв'язків або відношень. Нейромережі є найзагальнішим типом методики дейтамайнінгу, причому деякі люди навіть вважають, що використання нейромереж є єдиним типом дейтамайнінгу. Продавці нейромережових програмних продуктів часто використовують багато необґрунтованих рекламних тверджень стосовно можливостей нейромереж. Одним з таких тверджень, яке є особливо сумнівним, є те, що нейромережі можуть компенсувати низьку якість даних.

Нейромережі навчаються створювати взірці безпосередньо з даних за допомогою повторного їх вивчення, щоб ідентифікувати зв'язки та побудувати модель. Вони будують моделі методом спроб та помилок. Мережа підбирає значення параметра шляхом зіставлення з фактичною величиною. Якщо приблизна оцінка вихідного параметра неправильна, то модель регулюється. Цей процес включає три ітеративні кроки: передбачення, порівняння та пристосування (або корегування). Нейромережі досить просто застосовуються в СППР з метою класифікації даних і для передбачень. При цьому вхідні дані комбінуються і зважуються, на основі чого генеруються вихідні значення.

Передусім, коли йдеться про нейронні мережі, то частіше маються на увазі штучні нейронні мережі. Деякі з них моделюють біологічні нейронні мережі, а деякі - ні. Однак історично склалося так, що перші штучні нейронні мережі були створені внаслідок спроб створити комп'ютерну модель, що відтворює діяльність мозку в спрощеній формі. Звичайно, можливості людського мозку непомірно більші, ніж можливості самої потужної штучної нейронної мережі.

Сучасні нейромережі мають низку властивостей, характерних для біологічних нейромереж, у тому числі й людського мозку [9]. Головна їхня властивість - здібність до навчання. Для розв'язання якої-небудь задачі на

комп'ютері традиційним методом необхідно знати правила (математичні формули), за якими зі вхідних даних можна отримати вихідні, тобто знайти розв'язок задачі. А за допомогою нейромережі можна знайти розв'язок, не знаючи правил, а маючи лише кілька прикладів.

Нейромережі використовують підхід до розв'язання задач ближчий до людського, ніж традиційні обчислення. Дійсно, наприклад, коли людина переходить вулицю, вона оцінює швидкість руху автомобіля, виходячи з попереднього досвіду, не використовуючи математичних обчислень. Або, наприклад, як дитина без великих зусиль може відрізнити кішку від собаки, або дівчинку від хлопчика, ґрунтуючись на раніше бачених прикладах. При цьому часто вона не може точно сказати, за якими ознаками вона їх відрізняє, тобто дитина не знає чіткого алгоритму.

Інша важлива властивість нейромереж - здатність знаходити розв'язки, ґрунтуючись на змішаних, загальних, спотворених і навіть суперечливих даних. Ще одна чудова властивість - це стійкість до відмов у функціонуванні. У разі виходу з ладу частини нейронів, уся мережа загалом залишається працездатною, хоча, звичайно, точність обчислень знижується.

Поява й широке застосування останнім часом нейромереж та нейрокомп'ютерів зумовлено низкою важливих підстав.

По-перше, дуже багато задач з інформатики та економіки не можна розв'язати класичними методами теорії управління, оптимізації і системного аналізу. Річ у тім, що будь-який проектувальник складних систем має справу з тим самим комплексом проблем, що погано піддаються розв'язанню традиційними методами. Неповнота знань про зовнішній світ, неминуча погрішність даних, які надходять, непередбачуваність реальних ситуацій - усе це змушує розробників мріяти про адаптивні інтелектуальні системи, які здатні підстроюватися до змін у «правилах гри» та самостійно орієнтуватися за складних умов.

По-друге, «прокляття розмірності» стає реальним стримуючим чинником за розв'язання багатьох (якщо не більшості) серйозних задач.

Проектувальник не в змозі врахувати й звести в загальну систему рівнянь всю сукупність зовнішніх умов, особливо за наявності безлічі активних протидій. Тому самостійна адаптація системи в процесі динамічного моделювання «умов, наближених до бойових» - чи не єдиний спосіб розв'язування задач за таких обставин.

Нейромережі (нейрокомп'ютери) забезпечують користувачів надзвичайно гнучким та в певному розумінні універсальним аналітичним інструментарієм. Вони дають змогу розв'язувати досить різні типи задач. Охарактеризуємо деякі з них.

Класифікація образів. Завдання полягає у визначенні належності вхідного образу (наприклад, мовного сигналу або рукописного символу), поданого вектором ознак, одному або кільком заздалегідь визначеним типам. До відомих додатків відносяться розпізнавання букв, розпізнавання мови, класифікація сигналу електрокардіограми, класифікація клітин крові тощо.

Кластеризація/категоризація. За розв'язання завдання з кластеризації, яке відоме також як класифікація образів «без вчителя», відсутня навчальна вибірка з мітками типів. Алгоритм кластеризації ґрунтується на подібності образів та розміщує схожі образи в один кластер. Відомі випадки застосування кластеризації для добування знань, стиснення даних та дослідження їх властивостей.

Апроксимація функцій. Допустимо, що є навчальна вибірка  $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \dots, (x_n, y_n)$  (пари відповідних даних входу-виходу), яка генерується невідомою функцією  $F(x)$ , спотвореною шумом. Завдання апроксимації полягає в знаходженні оцінки невідомої функції  $F(x)$ . Апроксимація функцій необхідна для виконання численних інженерних та наукових завдань з моделювання.

Передбачення/прогнозування. Нехай задані  $n$  дискретних значень  $\{y(t_1), y(t_2) \dots, y(t_n)\}$  у послідовні моменти часу  $t_1, t_2, \dots, t_n$ . Завдання полягає в прогнозуванні значення  $y(t_n + 1)$  в деякий майбутній момент часу  $t_n + 1$ . Передбачення мають значний вплив на прийняття рішень у бізнесі, науці та

техніці. Прогноз цін на фондовій біржі й прогноз погоди є типовими додатками методів передбачення/прогнозування.

Оптимізація. Численні проблеми в економіці та інших наукових галузях можуть розглядатися як проблеми оптимізації. Завданням алгоритму оптимізації є знаходження такого розв'язку, який задовольняє систему обмежень і максимізує або мінімізує цільову функцію.

Контекстно-адресована пам'ять. У моделі обчислень фон Неймана, що є базисом традиційної обчислювальної техніки, звернення до пам'яті було можливим тільки за допомогою адреси комірки пам'яті, яка не залежить від її змісту. Більше того, якщо допущена помилка в адресі, то може бути знайдена абсолютно інша інформація. Контекстно-адресована (асоціативна) пам'ять або пам'ять, що адресується за змістом, доступна за вказівкою заданого змісту. Асоціативна пам'ять надзвичайно бажана за створення мультимедійних інформаційних баз даних.

Управління. Розглянемо динамічну систему, задану сукупністю  $\{u(t), y(t)\}$ , де  $u(t)$  є вхідним керуючим впливом, а  $y(t)$  - виходом системи в момент часу  $t$ . У системах управління з еталонною моделлю мети управління є можливість розрахунку такої величини вхідного впливу  $u(t)$ , при якій система рухається за бажаною траєкторією, що визначається еталонною моделлю.

У принципі, нейронні мережі можуть обчислювати значення будь-яких функцій, інакше кажучи, виконувати все, що можуть робити традиційні комп'ютери. На практиці для того, щоб застосування нейронної мережі було доцільним, необхідно, щоб задача мала такі ознаки: невідомий алгоритм або принципи розв'язання задачі, але накопичена достатня кількість прикладів; проблема характеризується великими обсягами вхідної інформації; дані неповні або надмірні, містять шуми, частково суперечливі.

Отже, нейронні мережі добре підходять для розпізнавання образів та розв'язання задач з класифікації, оптимізації й прогнозування.

Проте є низка недоліків, пов'язаних з застосуванням для розв'язання задач з ідентифікації взірців інформації. Головним з них є те, що для навчання

нейромережі потрібна велика кількість фактичної інформації (кількість спостережень від 50 до 100). Для аналітичних задач у бізнесі це не завжди можна забезпечити. Крім цього, неявне навчання призводить до того, що структура зв'язків між нейронами стає «незрозумілою» - не існує іншого способу її прочитати, крім як запустити функціонування мережі. Стає складно відповісти на запитання: «Як нейронна мережа отримує результат?» - тобто побудувати зрозумілу людині логічну конструкцію, що відтворює дії мережі. Це явище можна назвати «логічною непрозорістю» нейронних мереж, навчених за неявними правилами. Навіть добре натренована нейромережа являє собою «чорний ящик», тобто систему, в якій зовнішньому спостерігачеві доступні лише вхідні та вихідні величини, а внутрішня будова її та процеси, що в ній перебігають, невідомі.