

Тема: Експертні та навчальні системи

План

1. Поняття експертної та навчальної системи
2. Штучний інтелект
3. Модель подання знань в експертних системах. Навчальні системи, їх призначення та області застосування.

Література

1. Субботін С.О. Подання і обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень. Запорізький національний технічний університет, 2008.
2. Сергієнко Н.В. /Експертно-навчальні системи оцінки знань, умінь, навичок на основі комп'ютерних технологій навчання/НПУ ім.М.П.Драгоманова
3. Електронний ресурс <http://bibl.com.ua/informatika/2117/index.html>

1. Поняття експертної та навчальної системи

Експертна система - це програма, що поводить себе подібно експерту в деякій, звичайно вузькій прикладній області. Типові застосування експертних систем містять у собі такі задачі, як медична діагностика, локалізація несправностей в устаткуванні й інтерпретація результатів вимірів.

Експертні системи повинні вирішувати задачі, що вимагають для свого рішення експертних знань у деякій конкретній області. У тій чи іншій формі експертні системи повинні мати ці знання. Тому їх також називають системами, заснованими на знаннях. Однак не всяку систему, засновану на знаннях, можна розглядати як експертну.

Експертна система повинна також уміти певним чином пояснювати свою поведінку і свої рішення користувачу, так само, як це робить експерт-людина. Це особливо необхідно в областях, для яких характерна невизначеність, неточність інформації (наприклад, у медичній діагностиці). У цих випадках здатність до пояснення потрібна для того, щоб підвищити ступінь довіри користувача до системи, а також для того, щоб дати можливість користувачу знайти можливу помилку у міркуваннях системи. У зв'язку з цим в експертних системах варто передбачати дружню взаємодію з користувачем, що робить для користувача процес роботи системи "прозорим".

Часто до експертних систем висувають додаткову вимогу - здатність мати справу з невизначеністю і неповнотою. Інформація про поставлену задачу може бути неповною чи ненадійною; відносини між об'єктами предметної області можуть бути наближеними. Наприклад, може не бути повної впевненості в наявності в пацієнта деякого симптому чи в тому, що дані, отримані при вимірюваннях, вірні; що лікування може стати причиною ускладнення, хоча звичайно цього не відбувається. В усіх цих випадках необхідні міркування з використанням ймовірнісного підходу.

Придбання знань реалізується за допомогою двох функцій: одержання інформації ззовні і її систематизації. При цьому в залежності від здатності системи приходити до логічних висновків можливі різні форми отримання знань, а також різні форми одержуваної інформації. Форма представлення знань для їхнього використання визначається усередині системи, тому форма інформації залежить від того, які здібності має система для формалізації інформації до рівня знань. Тобто чим вища здатність машини до логічних висновків, тим менше навантаження на людину.

Одним з напрямлень інформаційних технологій є царина інформатики, яка називається штучним інтелектом. Штучний інтелект — це така програмна система, що імітує на комп'ютері мислення людини. Для створення такої системи потрібно:

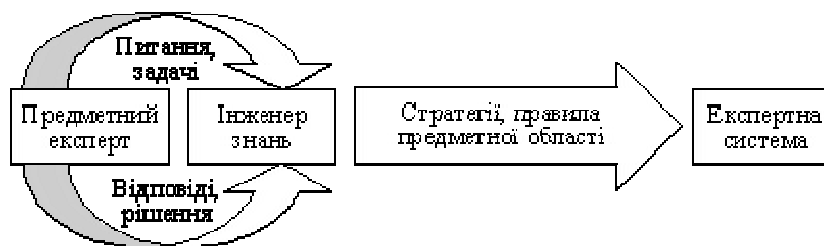
- вивчити процес мислення людини, яка розв'язує певні задачі або приймає рішення у певній ділянці знань,
- виділити основні позиції цього процесу і розробити програмні засоби, які б реалізували ці позиції за допомогою комп'ютера.

Інакше кажучи, штучний інтелект передбачає простий структурний підхід до розроблення складних програмних систем прийняття рішення.

При цьому ефективність таких програм залежить від системи знань, якими програма оперує, а не лише від схем виводу, які вона використовує, тобто, щоб зробити програму інтелектуальною, її потрібно наповнити множиною високоякісних спеціальних знань про певну предметну галузь.

Комплекс таких програм, кожна з яких є експертом у первинній предметній галузі, отримав назву *експертних систем*.

Технологію побудови експертних систем часто називають інженерією знань. Це процес взаємодії автора експертної системи (інженера знань) з одним або кількома експертами в певній предметній області. Інженер знань «видобуває» з експертів стратегії, процедури, правила, які вони використовують під час розв'язування задач, і вбудовує отримані знання в експертну систему, як показано нижче.



2. Штучний інтелект

«Штучний інтелект» (англ. *Artificial intelligence, AI*) — розділ комп'ютерної лінгвістики та інформатики, що займається формалізацією проблем та завдань, які нагадують завдання, виконувані людиною. При цьому, у більшості випадків алгоритм

розв'язання завдання невідомий наперед. Точного визначення цієї науки немає, оскільки у філософії не розв'язане питання про природу і статус людського інтелекту. Немає і точного критерію досягнення комп'ютером «розумності», хоча перед штучним інтелектом було запропоновано низку гіпотез, наприклад, Тест Тюринга або гіпотеза Ньюела-Саймона. Нині існує багато підходів як до розуміння задач ШІ, так і до створення інтелектуальних систем.

Одна з класифікацій виділяє два підходи до розробки ШІ:

- нисхідний, семіотичний — створення символічних систем, моделюючих високорівневі психічні процеси: мислення, судження, мова, емоції, творчість і т. д.;
- висхідний, біологічний — вивчення нейронних мереж і еволюційні обчислення, моделюючі інтелектуальну поведінку на основі більш менших «не інтелектуальних» елементів.

Ця наука пов'язана з психологією, нейрофізіологією, трансгуманізмом та іншими. Як і всі комп'ютерні науки, вона використовує математичний апарат. Особливе значення для неї мають філософія і робототехніка.

Штучний інтелект — дуже молода область досліджень, започаткована 1956 року. Її історичний шлях нагадує синусоїду, кожен «зліт» якої ініціювався деякою новою ідеєю. На сьогодні її розвиток перебуває на «спаді», поступаючись застосуванню уже досягнутих результатів в інших областях науки, промисловості, бізнесі та навіть повсякденному житті.

Підходи і напрямки

Підходи до розуміння проблеми

Єдиної відповіді на питання чим займається штучний інтелект (ШІ), не існує. Майже кожен автор, котрий пише книгу про ШІ, відштовхується від якогось визначення, розглядаючи в його світлі досягнення цієї науки. Зазвичай ці визначення зводяться до наступних:

- ШІ вивчає методи розв'язання задач, які потребують людського розуміння. Грубо кажучи мова іде про те, щоб навчити ШІ розв'язувати тести інтелекту. Це передбачає розвідки способів розв'язання задач по аналогії, методів дедукції та індукції, накопичення базових знань і вміння їх використовувати.

- ШІ вивчає методи розв'язання задач, для яких не існує способів розв'язання або вони не коректні (через обмеження в часі, пам'яті і т. п.). Завдяки такому визначенню інтелектуальні алгоритми часто використовуються для розв'язання NP-повних задач, наприклад, задачі комівояжера.

- ШІ займається моделюванням людської вищої нервової діяльності.

- ШІ — це системи, які можуть оперувати з знаннями, а найголовніше — навчатися. В першу чергу мова ведеться про те, щоби визнати клас експертних систем (назва походить від того, що вони спроможні замінити «на посту» людей-експертів) інтелектуальними системами.

- Останній підхід, що почав розвиватися з 1990-х років, називається агентно-орієнтованим підходом. Даний підхід акцентує увагу на тих методах і алгоритмах, які допоможуть інтелектуальному агенту виживати в навколишньому середовищі під час виконання свого завдання. Тому тут значно краще вивчаються алгоритми пошуку і прийняття рішення.

Підходи до вивчення

Існують різні підходи до створення систем ШІ. На даний момент можна виділити 4 досить різних підходи:

1. **Логічний підхід.** Основою для вивчення логічного підходу слугує алгебра логіки. Кожен програміст знайомий з нею з тих пір, коли він вивчав оператор IF. Свого подальшого розвитку алгебра логіки отримала у вигляді числення предикатів — в якому вона розширена за рахунок введення предметних символів, відношень між ними. Крім цього, кожна така машина має блок генерації цілі, і система виводу намагається довести дану ціль як теорему. Якщо ціль досягнута, то послідовність використаних правил дозволить отримати ланцюжок дій, необхідних для реалізації поставленої цілі (таку систему ще називають експертною системою). Потужність такої системи визначається можливостями генератора цілей і машинного доведення теорем. Для того щоб досягти кращої виразності логічний підхід використовує новий напрям, його назва — нечітка логіка. Головною відмінністю цього напрямку є те, що істинність вислову може приймати окрім значень так/ні (1/0) ще й проміжне значення — не знаю (0.5), пацієнт швидше за все живий, ніж мертвий (0.75), пацієнт швидше за все мертвий, ніж живий (0.25). Такий підхід більш подібний на мислення людини, оскільки він рідко відповідає так або ні.

2. Під **структурним підходом** ми розуміємо спроби побудови ШІ шляхом моделювання структури людського мозку. Однією з перших таких спроб був перцептрон Френка Розенблатта. Головною моделюючою структурною одиницею в перцептронах (як і в більшості інших варіантах моделювання мозку) є нейрон. Пізніше виникли і інші моделі, більш відомі під назвою нейронні мережі (НМ) і їхні реалізації — нейрокомп'ютери. Ці моделі відрізняються за будовою окремих нейронів, за топологією зв'язків між ними і алгоритмами навчання. Серед найбільш відомих на даний час варіантів НМ можна назвати НМ зі зворотнім розповсюдженням помилки, сітки Кохонена, сітки Хопфілда, стохастичні нейрони сітки. В більш ширшому розумінні цей підхід відомий як Конективізм. Відмінності між логічним та структурним підходом не стільки принципові, як це здається на перший погляд. Алгоритми спрощення і вербалізації нейронних мереж перетворюють моделі структурного підходу в явні логічні моделі.^[1] З іншої сторони, ще в 1943 році Маккалок і Піттс показали, що нейронна сітка може реалізувати будь-яку функцію алгебри логіки.

3. **Еволюційний підхід.** Під час побудови системи ШІ за даним методом основну увагу зосереджують на побудові початкової моделі, і правилам, за якими вона може змінюватися (еволюціонувати). Причому модель може бути створена за найрізноманітнішими методами, це може бути і НМ, і набір логічних правил, і будь-яка інша модель. Після цього ми вмикаємо комп'ютер і він, на основі перевірки моделей відбирає найкращі з них, і по цих моделях за найрізноманітнішими правилами генеруються нові моделі. Серед еволюційних алгоритмів класичним вважається генетичний алгоритм.

4. **Імітаційний підхід.** Цей підхід є класичним для кібернетики з одним із її базових понять чорний ящик. Об'єкт, поведінка якого імітується, якраз і являє собою „чорний ящик”. Для нас не важливо, які моделі в нього всередині і як він функціонує, головне, щоби наша модель в аналогічних ситуаціях поводити себе без змін. Таким чином тут моделюється інша властивість людини — здатність копіювати те, що роблять інші, без поділу на елементарні операції і формального опису дій. Часто ця властивість економить багато часу об'єкту, особливо на початку його життя. В рамках гібридних інтелектуальних систем намагаються об'єднати ці напрямки. Експертні правила висновків можуть генеруватися нейронними мережами, а породжуючі

правила отримують з допомогою статистичного вивчення. Багатообіцяючий новий підхід, який ще називають підсилення інтелекту, розглядають досягнення ШІ в процесі еволюційної розробки як поточний ефект підсилення людського інтелекту технологіями.

Напрямки досліджень

Аналізуючи історію ШІ, можна виділити такий обширний напрям як **моделювання міркувань**. Багато років розвиток цієї науки просувався саме цим шляхом, і зараз це одна з найбільш розвинених областей в сучасному ШІ. Моделювання міркувань має на увазі створення символічних систем, на вході яких поставлена деяка задача, а на виході очікується її розв'язок. Як правило, запропонована задача уже формалізована, тобто переведена в математичну форму, але або не має алгоритму розв'язання, або цей алгоритм за складний, трудомісткий і т.д. В цей напрям входять: доведення теорем, прийняття рішень і [теорія ігор], планування і диспетчеризація, прогнозування.

Таким чином, на перший план виходить **інженерія знань**, яка об'єднує задачі отримання знань з простої інформації, їх систематизацію і використання. Досягнення в цій області зачіпають майже всі інші напрями дослідження ШІ. Тут також необхідно відмітити дві важливі підобласті. Перша з них — *машинне навчання* — стосується процесу *самостійного* отримання знань інтелектуальною системою в процесі її роботи. Друга пов'язана з створенням *експертних систем* — програм, які використовують спеціалізовані бази знань для отримання достовірних висновків по довільній проблемі.

Великі і цікаві досягнення є в області **моделювання біологічних систем**. Сюди можна віднести кілька незалежних напрямків. Нейронні мережі використовуються для розв'язання нечітких і складних проблем, таких як розпізнавання геометричних фігур чи кластеризація об'єктів. *Генетичний підхід* заснований на ідеї, що деякий алгоритм може стати більш ефективним, якщо відбере кращі характеристики у інших алгоритмів («батьків»). Відносно новий підхід, де ставиться задача створення автономної програми — агента, котрий співпрацює з навколишнім середовищем, називається *агентний підхід*. А якщо належним чином примусити велику кількість «не дуже інтелектуальних» агентів співпрацювати разом, то можна отримати «мурашиний» інтелект.

Задачі розпізнавання об'єктів вже частково розв'язуються в рамках інших напрямків. Сюди відносяться розпізнавання символів, рукописного тексту, мови, аналіз текстів. Особливо слід згадати *комп'ютерне бачення*, яке пов'язане з машинним навчанням та робототехнікою.

Робот-скрипач від Toyota Motor



У загальному, **робототехніка** і штучний інтелект часто асоціюються одне з одним. Інтеграцію цих двох наук, створення інтелектуальних роботів, можна вважати ще одним напрямом ШІ.

Окремо тримається **машинна творчість** (англ. *Computational creativity*), в зв'язку з тим, що природа людської творчості ще менше вивчена, ніж природа інтелекту. Тим не менше, ця область існує, і тут стоять проблеми

написання комп'ютером музики, літературних творів (часто — віршів та казок), художнє мистецтво.

На кінець, існує безліч програм штучного інтелекту, кожна з яких утворює майже самостійний напрямок. В якості прикладів можна навести програмування інтелекту в комп'ютерних іграх, нелінійному керуванні, інтелектуальні системи безпеки.

Не важко бачити, що більшість областей дослідження перетинаються. Це властиво для будь-якої науки. Але в штучному інтелекті взаємозв'язок між, задавалось би, різними напрямками виражений дуже сильно, і це пов'язано з філософським спором про сильний і слабкий ШІ.

Проблематика моделювання

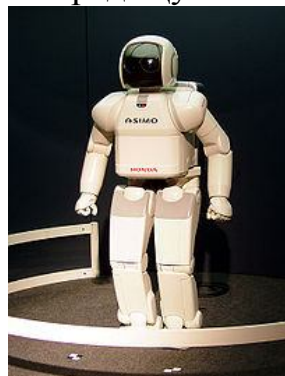
Хоч проблема «штучного інтелекту» тісно пов'язана з потребами практики, однак тут немає єдиної загальної практичної задачі, яка б однозначно визначала розвиток теорії, проте є багато задач, які є частковими, вузькими. Тому проблема «штучного інтелекту» — це фактично цілий комплекс проблем, які характеризуються різним ступенем загальності, абстрактності, складності й розробленості і кожній з яких властиві свої принципові й практичні труднощі. Це такі проблеми, як розпізнавання образів, навчання й самонавчання, евристичне програмування, створення загальної теорії самоорганізовуваних систем, побудова фізичної моделі нейрона та ін., багато з яких мають велике самостійне значення. По всіх цих напрямках одержано важливі результати, як практичного так і теоретичного характеру, продовжуються інтенсивні дослідження.

Оскільки крім малочисельних оптимістів майже ніхто не намагається саме "виготовити" інтелект, аналогічний людському, то мова ведеться про створення системи, яка буде здатна реалізувати певні моделі інтелекту.

Історія і сучасний стан

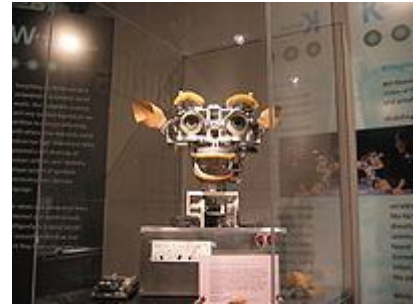
На початку XVII століття Рене Декарт зробив припущення, що тварина — деякий складний механізм, тим самим сформулювавши механічну теорію. В 1623 р. Вільгельм Шикард (нім. *Wilhelm Schickard*) побудував першу механічну цифрову вичислювальну машину, за якою послідували машини Блеза Паскаля (1643) і Лейбніца (1671). Лейбніц також був першим, хто описав сучасну двійкову систему числення, хоча до нього цією системою періодично захоплювались різні великі вчені^{[3][4]}. В XIX столітті Чарльз Беббідж і Ада Лавлейс працювали над програмованою механічною обчислювальною машиною.

В 1910—1913 рр. Бертран Рассел і А. Н. Уайтхед опублікували працю «Принципи математики», яка здійснила революцію в формальній логіці. В 1941 р. Конрад Цузе побудував перший працюючий програмно-контрольований комп'ютер.



Воррен Маккалок і Вальтер Пітс в 1943 р. опублікували *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, поклавши основи нейронних мереж. [1]

ASIMO — Інтелектуальний гуманоїдний робот від Honda, використовує сенсори та спеціальні алгоритми для уникнення перешкод та ходіння сходами.



Kismet, робот з базовими соціальними навичками.

На даний момент у створенні штучного інтелекту (в буквальному розумінні цього слова, експертні системи і шахові програми сюди не відносяться) спостерігається інтенсивний перелом усіх предметних областей, які мають хоч якесь відношення до ШІ в базі знань. Практично всі підходи були випробувані, але до появи штучного розуму жодна дослідницька група так і не дійшла.

Дослідження ШІ влились в загальний потік технологій сингулярності (видового стрибка, експотенціального розвитку людини), таких як нанотехнологія, молекулярна біоелектроніка, теоретична біологія, квантова теорія(ї), ноотропіки, екстремофілі і т. д. див. щоденний потік новин Курцвейля, MIT

Деякі з найбільш вражаючих систем ШІ:

- Deep Blue — переміг чемпіона світу по шахматах. Матч Каспаров проти суперЕОМ не приніс задоволення ні комп'ютерщикам, ні гравцям і система не була визнана Каспаровим, хоча оригінальні компактні шахові програми — невід'ємний елемент шахової творчості. Згодом лінія суперкомп'ютерів IBM проявилась у проектах brute force BluGene (молекулярне моделювання) і моделювання системи пірамідальних клітин в швейцарському центрі - проект Blue Brain[2]. Дана історія — приклад заплутаних і засекречених відносин ШІ, бізнесу і національних стратегічних задач.
- Мусіп — одна з ранніх експертних систем, яка могла діагностувати невеликий набір захворювань, причому, часто так само точно, як і лікарі.
- Штучний інтелект, який аналізує питання і підбирає людину для відповіді на нього Тахуті.
- 20q — проект, в основі якого лежать ідеї ШІ, за мотивами класичної гри «Двадцять питань». Став дуже популярним після появи в інтернеті на сайті 20q.net.
- Розпізнавання голосового тексту. Системи такі як ViaVoice здібні обслуговувати користувачів.
- Роботи в щорічному турнірі RoboCup змагаються в спрощеній формі футболу.

Застосування ШІ

Банки застосовують системи штучного інтелекту (СШІ) в страховій діяльності (актуарна математика) при грі на біржі і управління власністю. В Серпні 2001 року роботи виграли в людей у імпровізованому змаганні по трейдингу BBC News, 2001). Методи розпізнавання образів, (включаючи, як більш складні і спеціалізовані, так і нейронні сітки) широко використовують при оптичному і акустичному розпізнаванні (в тому числі тексту і голосу), медичинській діагностиці, спам-фільтрах, в системах ППО (визначення цілей), а також для забезпечення ряду інших задач національної безпеки.

Розробники комп'ютерних ігор вимушені застосовувати ШІ тої чи іншої міри пропрацьованості. Стандартними задачами ШІ в іграх є відшукування шляху в

двовимірному або тривимірному просторі, імітація поведінки бойової одиниці, обрахунок вірної економічної стратегії і так далі.

Перспективи ШІ

Проглядаються два напрямки розвитку ШІ:

- перший полягає у вирішенні проблем, пов'язаних з наближенням спеціалізованих систем ШІ до можливостей людини і їх інтеграції, яка реалізована природою людини.
- другий полягає у створенні Штучного Розуму, який представляє інтеграцію уже створених систем ШІ в єдину систему, здібну вирішувати проблеми людства.

Зв'язок з іншими науками

Штучний інтелект тісно пов'язаний із *трансгуманізмом*. А разом із *нейрофізіологією* і *когнітивною психологією* він утворює більш загальну науку, яку називають **когнітологія**. Окрему роль в штучному інтелекті відіграє *філософія*.

Чи може машина мислити?

Найбільш гарячі суперечки у філософії штучного інтелекту викликає питання можливості мислення творення людських рук. Питання «Чи може машина мислити?», яке підштовхнуло дослідників до створення науки про моделювання людського розуму, був поставлений Аланом Тьюрінгом у 1950 р. Дві основних точки зору на це питання носять назви гіпотез сильного і слабого штучного інтелекту.

Термін «Сильний штучний інтелект» ввів Джон Сьорль, його ж словами підхід і характеризується:

Більше того, така програма буде не тільки моделлю розуму; вона в буквальному розумінні слова сама і буде розумом, в тому ж розумінні, в якому людський розум - це розум..

З іншого боку, прихильники слабого ШІ надають перевагу розгляду програми лише як інструмент, який дозволяє вирішувати ті чи інші задачі, які не потребують повного спектру людських пізнавальних здібностей.

В своєму мисленному експерименті «Китайська кімната», Джон Сьорль показує, що походження теста Тьюрінга не є критерієм наявності істинного процесу мислення.

Мислення є процесом опрацювання інформації, яка знаходиться в пам'яті: аналіз, синтез і самопрограмування.

Аналогічну позицію займає і Роджер Пенроуз, який в своїй книзі «Новий розум короля» аргументує неможливість отримання процесу мислення на основі формальних систем

Що вважати інтелектом?

Існують різні точки зору на це запитання. Аналітичний підхід допускає аналіз вищої нервової діяльності людини до нижчої, неподільного рівня (функція вищої нервової діяльності, елементарна реакція на зовнішні подразники (стимули), збудження синапсів сукупності зв'язаних функцією нейронів) і подальше відтворення цих функцій.

Деякі спеціалісти за інтелект приймають здатність раціонального, мотивованого вибору, в умовах недостатку інформації. Тобто інтелектуальною просто рахується та програма діяльності (не обов'язково реалізована на сучасних ЕОМ), яка зможе вибрати із визначеної множини альтернатив, наприклад, куди іти у випадку «наліво підеш ...», «направо підеш ...», «прямо підеш ...».

3. Модель подання знань в експертних системах. Навчальні системи, їх призначення та області застосування.

Основою експертної системи є база знань, яка накопичується в процесі побудови експертної системи. Знання в такій базі організовані й відображені так, щоб спростити прийняття рішення.

Однією з характеристик експертної системи є те, що вона застосовує досвід мислення найкваліфікованіших експертів у даній ділянці знань, що приводить до точних, творчих та ефективних рішень.

Крім того, експерти можуть з часом мінятися, а їхній досвід — лишається. Так забезпечується нова характеристика — інституційна пам'ять.

Іншою характеристикою експертних систем є наявність у них прогностичних можливостей, тобто використання принципу «If... Then... Else...», одним словом, системи можуть видавати відповіді на поведінку в конкретній ситуації і показувати, як зміняться ці відповіді у нових ситуаціях. Це дасть змогу користувачеві оцінити можливий вплив нових фактів або інформації та зрозуміти, як вони пов'язані з рішенням.

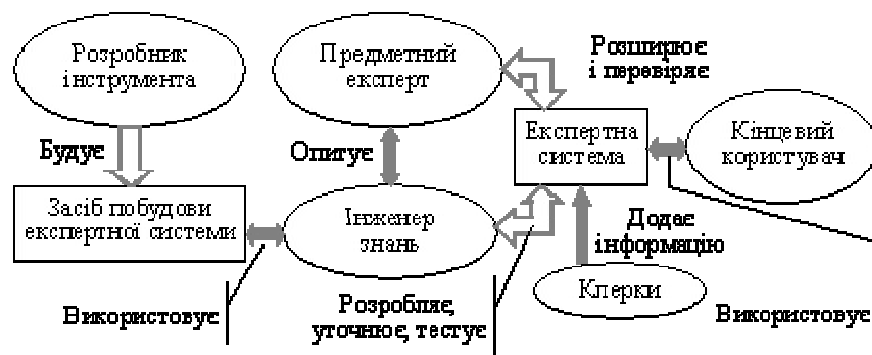
Останньою характеристикою експертної системи є те, що її можна використовувати для навчання й тренування робітників та спеціалістів.

Структура експертної системи

У роботі з експертною системою беруть участь:

- сама експертна система,
- експерт,
- інженер знань,
- засіб побудови експертної системи,
- користувач.

Їхні ролі та взаємовідносини наведені нижче.



Вище наголошувалося, що основою експертної системи є сукупність знань, структурована з метою спрощення процесу прийняття рішення експертною системою.

Знання для спеціалістів штучного інтелекту є інформацією, яка необхідна програмі, щоб «бути» інтелектуальною. Ця інформація набуває вигляду фактів і правил, при цьому факти та правила можуть бути істинними, хибними та інколи може бути присутня непевність у достовірності факту або правила.

У разі явно вираженої непевності під час викладення факту чи правила використовується коефіцієнт упевненості.

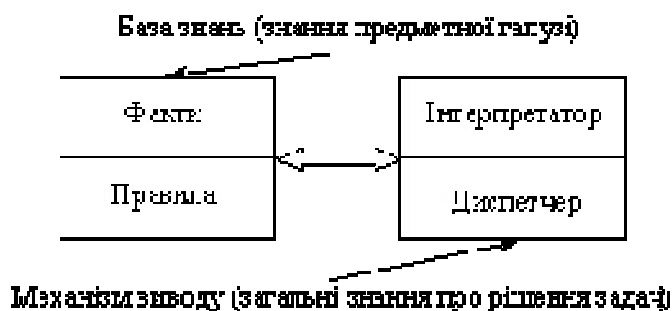
Деякі правила експертної системи є евристичними, тобто емпіричними правилами чи спрощеннями, що ефективно обмежують процес рішення. Такі правила не піддаються точному математичному або алгоритмічному розв'язанню.

Алгоритмічний метод гарантує коректне чи оптимальне розв'язання задачі, а евристичний метод — дає прийнятне розв'язання в більшості випадків.

Знання в експертній системі організовані таким чином, щоб знання про предметну галузь були відокремлені від інших загальних знань. Відокремлені знання про предметну галузь називаються базою знань, а загальні знання — механізмом виводу. Усі програми, що працюють зі знаннями, які організовані за допомогою бази знань і механізму виводу, називають системами, що ґрунтуються на знаннях.

База знань експертної системи містить факти (дані) і правила (або інші знання), які використовують ці факти як основу для прийняття рішення. Механізм виводу містить інтерпретатор, що визначає, яким чином застосовувати новий порядок для виведення нових знань, і диспетчер, що встановлює порядок застосування цих знань.

Така структура експертної системи наведена нижче.



Найчастіше використовуються три методи подання знань:

- правила;
- семантичні мережі;
- фрейми.

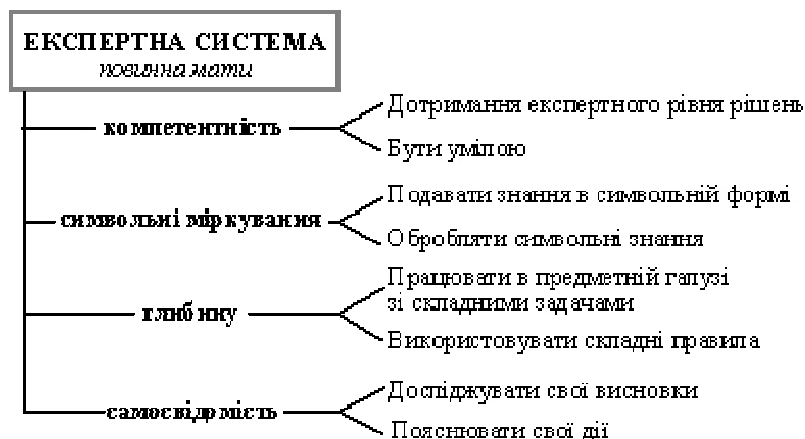
Подання знань, побудоване на правилах і таке, що базується на використанні виразу **ЯКЩО** (умова) — **ТО** (дія).

Зіставлення частин **ЯКЩО** правил з фактами може викликати так званий ланцюжок висновків. За допомогою правил можна добиватися реакції системи на зміну даних. Використання правил спрощує пояснення того, що і як виконала програма, тобто яким способом вона дійшла потрібного висновку.

Подання знань, що базуються на фреймах (семантичних мережах), використовує мережу вузлів, пов'язаних між собою відношеннями і організованих ієрархічно. Кожен вузол надає концепцію, яка може бути описана за допомогою атрибутів та значень, пов'язаних з цим вузлом.

Основна різниця полягає в тому, що експертні системи маніпулюють знаннями, а звичайні програми — даними.

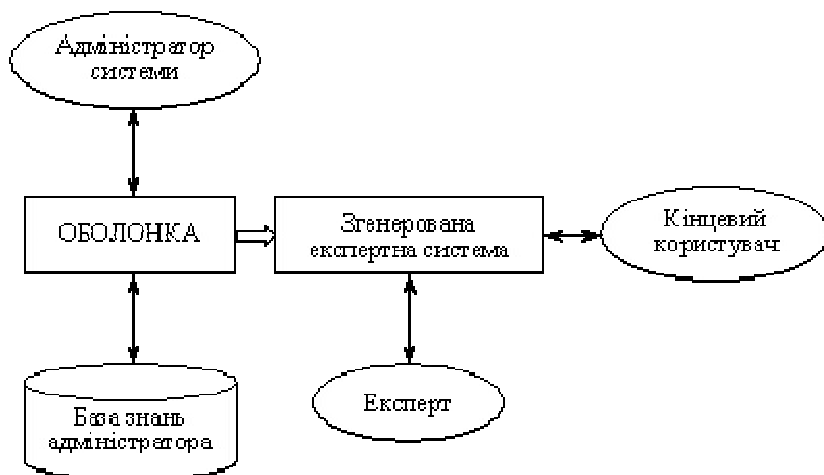
Інші особливості експертних систем, що відрізняють їх від звичайних програм, наведені нижче.



Для реалізації експертних систем застосовуються мови програмування LISP, PROLOG, PASCAL та інші процедурні мови програмування та мови інженерії знань.

У міру накопичування досвіду створення та експлуатації експертних систем виявлено доцільність створення порожніх експертних систем (оболонки), які не містять знань у проблемній ділянці майбутнього застосування. На сьогодні відомі такі порожні експертні системи: GURU, EMYC/N, Інтерексперт, ЕКСПЕРТ тощо.

Оболонки дають користувачу можливість побудувати будь-яку експертну систему в заданій проблемній ділянці. Тому для порожніх експертних систем потрібний інтерфейс адміністратора системи як інженера знань. Адміністратор вибирає та створює план подання знань, що необхідний для навчання бази знань (робіт з експертом), а також для розв'язання проблем (робіт з кінцевим користувачем). А потім адміністратор з оболонки генерує експертну систему, яка відповідає створеному плану.



Архітектура такої експертної системи показана вище.

Питання для самоконтролю.

1. Що таке експертна система?
2. Де використовують експертні системи?
3. Чому експертні системи часто називають системами, заснованими на знаннях?
4. Поясніть термін «штучний інтелект».
5. Що таке інженерія знань?
6. Опишіть структуру експертних систем.
7. Опишіть основні особливості експертних систем.
8. Дайте означення штучного інтелекту.
9. Опишіть відомі підходи до розуміння поняття "штучний інтелект"
10. Які відомі вам напрямки досліджень штучного інтелекту?
11. Де застосовується штучний інтелект?
12. Що вважати інтелектом?
13. Опишіть модель подання знань в експертних системах.
14. Що таке навчальні системи, їх призначення та особливості застосування.