**ЛЕКЦИЯ 6. Експертні системи**

1. Призначення та властивості експертних систем

2. Основні галузі застосування експертних систем

3. Класифікація ЕС

4. Типова структура експертних систем

5. Склад та взаємодія учасників побудови та експлуатації експертних систем

**1. Призначення та властивості експертних систем**

На початку 80-х років у дослідженнях з штучного інтелекту сформувався самостійний напрям, що отримав назву "експертні системи" (ЕС). Основним призначенням ЕС є розробка програмних засобів, які під час розв’язання завдань, складних для людини, отримують результати, що не поступаються за якістю й ефективністю рішенням, які приймає людина-експерт.

ЕС використовуються для розв’язання так званих неформалізованих завдань, спільною рисою яких є те, що:

* завдання не можуть бути задані в числовій формі;
* цілі неможливо виразити в термінах точно визначеної цільової функції;
* не існує алгоритмічного рішення завдання;
* навіть якщо алгоритмічне рішення існує, його неможливо використати через обмеженість ресурсів (час, пам’ять).

Крім того, неформалізовані завдання характеризуються помилковістю, неповнотою, неоднозначністю та суперечливістю як вихідних даних, так і знань про задачу.

Експертна система — це програмний засіб, що використовує експертні знання для забезпечення високоефективного розв’язання неформалізованих завдань у вузькій предметній області.

Основні властивості експертних систем

Основу ЕС становить база знань (БЗ) про предметну область, яка накопичується в процесі побудови та експлуатації системи. Накопичення та організація знань є однією з ключових властивостей усіх ЕС.

Знання в ЕС є явними та доступними, що відрізняє їх від традиційних програм і визначає такі основні властивості:

1. Застосування високоякісного досвіду  
   ЕС використовує досвід найкваліфікованіших експертів у певній галузі, що дозволяє отримувати творчі, точні та ефективні рішення.
2. Прогностичні можливості  
   ЕС надає відповіді не лише для конкретної ситуації, а й показує, як зміняться ці відповіді у нових умовах. Система також може пояснити, як нова ситуація призвела до змін.
3. Інституційна пам’ять  
   ЕС містить базу знань, розроблену в процесі взаємодії зі спеціалістами. Вона зберігає накопичені знання у вигляді кваліфікованих думок та найкращих стратегій. Навіть після звільнення фахівців їхній досвід залишається в системі.
4. Навчання та тренування персоналу  
   ЕС можна використовувати для навчання керівників і нових працівників, забезпечуючи їх великим обсягом досвіду та стратегій для прийняття рішень.

Таким чином, експертна система (ЕС) — це програма, яка використовує знання спеціалістів (експертів) у певній вузькоспеціалізованій галузі та може ухвалювати рішення на рівні експерта-професіонала.

Усвідомлення користі систем, які можуть відтворювати дорогі або рідкісні людські знання, призвело до їх масового впровадження та розвитку у 1980–1990-х роках.

Основу успіху ЕС становлять два важливі властивості:

* Знання відокремлені від даних, і потужність ЕС визначається насамперед якістю бази знань, а не лише використовуваними методами розв’язання задач.
* Розв’язувані ЕС завдання є неформалізованими або слабо формалізованими та використовують евристичні, експериментальні та суб’єктивні знання експертів у певній галузі.

Основні категорії завдань, які вирішують експертні системи:

* Діагностика
* Управління (зокрема, технологічними процесами)
* Інтерпретація
* Прогнозування
* Проєктування
* Налагодження та ремонт
* Планування
* Моніторинг
* Навчання

**2. Класифікация експертних систем**

Класи експертних систем представлені на рис. 2.

Динаміка

Статика

Сінтез

Аналіз

Головна відмінність експертних систем

Основна відмінність експертних систем (ЕС) та систем штучного інтелекту від систем обробки даних полягає в тому, що в них використовується символьний, а не числовий спосіб представлення даних. Методи обробки інформації в ЕС базуються на логічному висновку та евристичному пошуку рішень.

ЕС охоплюють різні предметні області, серед яких провідними є бізнес, виробництво, медицина, проєктування та системи управління.

У багатьох випадках ЕС є інструментом, що підсилює інтелектуальні можливості експерта. Крім того, ЕС може виступати у ролі:

* консультанта для непідготовлених або некваліфікованих користувачів;
* асистента експерта під час аналізу варіантів рішень;
* партнера експерта у процесі розв’язання задач, що потребують знань із різних предметних областей.

Критерії класифікації експертних систем

Експертні системи класифікують за такими ознаками:

* Спосіб формування рішення
* Урахування часової змінної
* Тип використовуваних даних і знань
* Кількість джерел знань

Класифікація за способом формування рішення

ЕС поділяються на:

1. Аналізуючі (вибирають рішення із набору вже відомих рішень на основі аналізу знань).
2. Синтезуючі (будують рішення з окремих фрагментів знань).

Класифікувальні експертні системи

До аналітичних завдань належать задачі розпізнавання ситуацій, коли за набором вхідних ознак (факторів) визначається сутність ситуації, що дозволяє обрати найкращу послідовність дій.

Класифікувальні експертні системи визначають належність ситуації до певного класу. Основний метод — логічний дедуктивний висновок (від загального до конкретного). Вихідні дані підставляються у сукупність загальних тверджень, що дає можливість отримати конкретний висновок.

Довизначальні експертні системи

Більш складний тип аналітичних завдань — розв’язання задач із невизначеними даними. У цьому випадку система повинна заповнювати нестачу знань, а рішення може містити декілька альтернатив з різною ймовірністю.

Методи роботи з невизначеністю:

* Байєсівський підхід
* Коефіцієнти впевненості
* Нечітка логіка

Доопределювальні ЕС можуть використовувати декілька джерел знань, застосовуючи евристики для вирішення конфліктів між знаннями (наприклад, за пріоритетами важливості).

Типові завдання аналітичних ЕС

1. Інтерпретація даних – вибір рішення із фіксованого набору альтернатив на основі введеної інформації. Наприклад, експертна система аналізу фінансового стану підприємства.

2. Діагностика – виявлення причин ситуації. Спочатку інтерпретується ситуація, а потім перевіряються додаткові факти (наприклад, аналіз чинників зниження продуктивності виробництва).

3. Корекція – діагностика із можливістю оцінки та рекомендацій для усунення відхилень від нормального стану.

Класифікація за способом урахування часу

За урахуванням часового фактора ЕС поділяються на:

* Статичні (дані й знання не змінюються під час роботи системи).
* Динамічні (можливе оновлення даних у процесі роботи).

Трансформуючі експертні системи

На відміну від аналітичних статичних ЕС, синтезуючі динамічні ЕС змінюють знання під час розв’язання задач, що пов’язано з динамічністю предметної області.

Методи вирішення задач у трансформуючих ЕС:

* Генерація та тестування – формування гіпотез на основі вхідних даних, а потім їх перевірка за новими фактами.
* Припущення та умовчання – вибір знань за аналогією та їх подальша адаптація до нової ситуації.
* Метауправління – використання загальних закономірностей для створення нових знань у невідомих ситуаціях.

**3 Основні області застосування експертних систем**

a. Медична діагностика.

Діагностичні системи використовуються для встановлення зв'язку між порушеннями діяльності організму та їх можливими причинами. Найвідомішою є діагностична система MYCIN, яка призначена для діагностики та спостереження за станом пацієнта при менінгіті та бактеріальних інфекціях. Завдяки розширеній базі знань її можна застосовувати і в інших галузях медицини.

b. Прогнозування.

Прогнозуючі системи передбачають можливі результати або події на основі даних про поточний стан об'єкта. Наприклад, програмна система "Завоювання Уолл-стріт" аналізує ринкову кон'юнктуру й розробляє план інвестицій за допомогою статистичних алгоритмів. Хоча ця система не є експертною (оскільки базується на традиційному програмуванні), вже сьогодні існують прогностичні системи для передбачення погоди, врожайності та пасажиропотоку.

c. Планування.

Планувальні системи призначені для досягнення конкретних цілей у задачах із великою кількістю змінних. Наприклад, компанія Boeing використовує експертні системи для проєктування космічних станцій та ремонту вертольотів. Система XCON від DEC допомагає налаштовувати конфігурації комп'ютерних систем VAX відповідно до вимог замовників. Інтерактивна система XSEL, що включає базу знань XCON, підтримує покупців у виборі обчислювальних систем із потрібною конфігурацією.

d. Інтерпретація.

Інтерпретаційні системи формують висновки на основі результатів спостережень. Наприклад, система PROSPECTOR об'єднала знання дев'яти експертів і виявила родовища руди вартістю мільйон доларів, які не могли передбачити окремі експерти. Система HASP/SIAP визначає місцеположення та типи суден у Тихому океані за даними акустичних систем спостереження.

e. Контроль і управління.

Системи, засновані на знаннях, можуть виконувати функції інтелектуального контролю та ухвалення рішень, аналізуючи дані з кількох джерел. Такі системи вже застосовуються на атомних електростанціях, у системах управління повітряним рухом та медичного моніторингу. Їх також можна використовувати для регулювання фінансової діяльності підприємства.

f. Діагностика несправностей у механічних та електричних пристроях.

Експертні системи незамінні для ремонту механічних і електричних машин (автомобілів, локомотивів тощо) та усунення помилок у комп'ютерному обладнанні й програмному забезпеченні.

g. Навчання.

Системи, засновані на знаннях, можуть бути частиною комп'ютерних навчальних систем. Вони аналізують поведінку студента та адаптують базу знань залежно від його прогресу. Наприклад, система EURISCO, розроблена Д. Ленатом, використовувалася в навчальній грі, де за змінюваних правил потрібно було створити ефективну флотилію.

Більшість експертних систем об'єднують знання з кількох областей. Наприклад, навчальна система може діагностувати проблеми учня і планувати навчальний процес, а система безпеки будинку може виконувати функції моніторингу, прогнозування та управління.

**4. Типовая структура экспертных систем**

Узагальнена структура експертної системи представлена на рисунку. Варто зазначити, що реальні експертні системи можуть мати складнішу структуру, однак основні блоки, зображені на рисунку, обов’язково присутні в будь-якій експертній системі, адже вони є стандартом сучасної ЕС.

Інтерфейс користувача

Інтерфейс користувача — це система програмних і апаратних засобів, яка забезпечує доступ користувача до використання комп’ютера для вирішення задач у його професійній діяльності. Це може відбуватись як безпосередньо, так і з незначною допомогою посередників.

Підсистема отримання знань

Підсистема отримання знань призначена для додавання нових правил у базу знань і модифікації вже існуючих. Вона адаптує нові правила таким чином, щоб підсистема логічного висновку могла використовувати їх у процесі роботи. У складніших системах передбачені засоби перевірки нових або модифікованих правил на узгодженість із вже наявними.

База знань

База знань є ключовою компонентою експертної системи. Вона зберігає довгострокові дані, які описують предметну область, а також правила, що визначають можливі трансформації цих даних.

Статичні бази знань не змінюються під час вирішення задач.

Динамічні бази знань змінюються з часом. Їхній вміст оновлюється залежно від стану зовнішнього середовища. Динамічні бази дозволяють модифікувати факти і переспрямовувати висновки, отримані на їх основі.

Знання у базі представлені у символьній формі, що реалізує принцип символьної природи міркувань: процес міркування представлений як послідовність символьних перетворень.

База даних (робоча пам’ять)

База даних, або робоча пам'ять, зберігає початкові та проміжні дані задачі, яка вирішується в поточний момент.

Підсистема логічного висновку

Ця підсистема використовує інформацію з бази знань для генерування рекомендацій з вирішення поставлених задач. Найчастіше у базі знань використовуються продукційні системи або семантичні мережі.

Компонент пояснення

Компонент пояснення пояснює, як система дійшла до вирішення задачі (або чому не змогла її вирішити), а також які знання при цьому використовувались. Це сприяє тестуванню експертами та підвищує довіру користувача до отриманого результату.

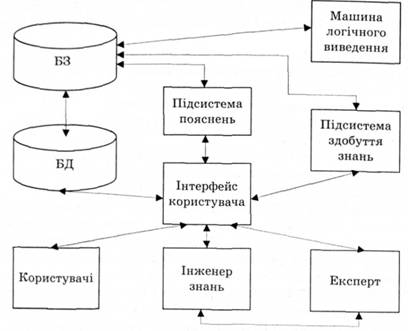


Рис. 2. Типова структура експертної системи

1. **Основні ролі та інструменти в експертних системах**
2. Експерт  
   Експерт — це фахівець, здатний чітко формулювати свої думки та володіє репутацією професіонала, який може знаходити правильні рішення проблем у певній предметній області. Експерти використовують власні методи та хитрощі, щоб зробити процес пошуку рішення більш ефективним. Експертна система (ЕС) моделює стратегії, які застосовує експерт.
3. Інженер знань  
   Інженер знань — це фахівець, зазвичай із досвідом у галузі інформатики та штучного інтелекту, який знає, як будувати експертні системи. Інженер знань проводить опитування експертів, організовує отримані знання, вирішує, у якому вигляді їх представляти в ЕС, і може допомагати програмісту у створенні програмного забезпечення.
4. Засоби побудови ЕС  
   Засоби побудови експертних систем — це програмні інструменти, що використовуються інженерами знань або програмістами для створення ЕС. Вони відрізняються від звичайних мов програмування тим, що забезпечують зручні способи представлення складних понять високого рівня.
5. Користувач  
   Користувачем є людина, яка працює з уже створеною експертною системою. Наприклад:
   * Юрист, який використовує ЕС для класифікації конкретного випадку.
   * Студент, якому система допомагає вивчати інформатику.  
     Термін "користувач" може мати кілька значень:
   * Розробник інструменту, який налагоджує засоби побудови ЕС.
   * Інженер знань, що уточнює існуючі в системі знання.
   * Експерт, який додає нові знання в систему.
   * Клерк, який вводить у систему актуальну інформацію.
6. Різниця між інструментом і ЕС  
   Важливо розрізняти засоби побудови експертної системи та саму експертну систему. Інструмент побудови включає:
   * Мову для доступу до знань, що зберігаються в системі, і їх представлення.
   * Підтримуючі засоби — програми, які полегшують взаємодію користувача з компонентами ЕС, що вирішують поставлені завдання.