

ЛЕКЦІЯ №5

МЕТОДИ РОБОТИ ІЗ ЗНАННЯМИ. РІШЕННЯ ЗАДАЧ В ЕС

ПЛАН

5.1 Знання. Визначення.

5.2 Підготовчий етап роботи із знаннями.

5.3 Основний етап роботи із знаннями.

5.4 Якісні знання.

5.5 Критерії використання ЕС для вирішення завдань.

5.6 Представлення знань в експертних системах.

5.7 Пошук рішень в експертних системах.

Час: 2 години.

Література: [1-23]

5.1 Знання. Визначення.

Придбанням знань називається виявлення знань з джерел і перетворення їх в потрібну форму, а також перенесення в базу знань інформаційної системи (ІС.) Джерелами знань можуть бути книги, архівні документи, вміст інших баз знань і т. п., тобто деякі об'єктивізовані знання, переведені у форму, яка робить їх доступними для споживача. Іншим типом знань є експертні знання, які є у фахівців, але не зафіксовані в зовнішніх по відношенню до нього сховищах. Експертні знання є суб'єктивними. Ще одним видом суб'єктивних знань є емпіричні знання. Такі знання можуть здобуватися ІС шляхом спостереження за навколишнім середовищем (якщо у ІС є засоби спостереження).

Введення в базу знань об'єктивізованих знань не представляє особливої проблеми, виявлення і введення суб'єктивних і особливо експертних знань достатньо важкі. Щоб розробити методологію придбання суб'єктивних знань, що отримуються від експерта, треба чітко розрізняти дві форми репрезентації знань. Одна форма пов'язана з тим, як і в яких моделях зберігаються ці знання у людини-експерта. При цьому експерт не завжди усвідомлює повністю, як репрезентуються у нього знання. Інша форма пов'язана з тим, як інженер по знаннях, що проектує ІС, збирається їх описувати і представляти. Від ступеня узгодженості цих двох форм репрезентації між собою залежить ефективність роботи інженера по знаннях.

У когнітивній психології вивчаються форми репрезентації знань (когнітивні структури знань) характерні для людини. Прикладами можуть служити: представлення класу понять через його елементи (наприклад, поняття "птах" репрезентується як горобець, шпак ...) представлення понять класу за допомогою базового прототипу, що відображає найбільш типові властивості об'єктів класу (наприклад, поняття "птах" репрезентується прототипом щось з

крилами, дзьобом, літає ...) уявлення за допомогою ознак (для поняття "птах", наприклад, наявність крил, дзьоба, лап, пір'я).

Окрім понять репрезентуються і відносини між ними. Як правило, відносини між поняттями визначаються процедурним способом, а відносини між складовими понять (що визначають структуру поняття) декларативним способом.

Наявність двох видів описів примушує в моделях представлення знань одночасно мати обидва компоненти, наприклад семантичну мережу і продукційну систему, як це представлено в когнітивній моделі.

При придбанні знань важливу роль грають так зване *поле знань* в якому містяться основні поняття, використовувані при описі наочної області, і властивості всіх відносин, використовуваних для встановлення зв'язків між поняттями. Поле знань пов'язане з концептуальною моделлю проблемної області, в якій ще не враховані обмеження, які неминуче виникають при формальному представленні знань в базі знань. Перехід від опису деякої області в полі знань до опису в базі знань аналогічний переходу від концептуальної моделі бази даних до її логічної схеми, коли вже зафіксована система управління базою даних. Важливо відзначити, що перехід безпосередньо до формальних уявлень в базі знань без етапу концептуального опису в полі знань приводить до численних помилок, що уповільнює процес формування бази знань ІС.

Можливі три режими взаємодії інженера по знаннях з експертом-фахівцем: протокольний аналіз, інтерв'ю і ігрова імітація професійної діяльності. Протокольний аналіз полягає у фіксації (наприклад, шляхом запису на магнітну стрічку "думок вголос" експерта під час вирішення проблеми і в подальшому аналізі отриманої інформації. У режимі інтерв'ю інженер по знаннях веде з експертом активний діалог, направляючи його в потрібну сторону. При ігровій імітації експерт поміщається в ситуації, схожі на ті в яких протікає його професійна діяльність. Спостерігаючи за його діями в різних ситуаціях, інженер по знаннях, формує свої міркування про експертні знання, які згодом можуть бути уточнені з експертом в режимі інтерв'ю. Принципи ігрової імітації знайшли застосування в різноманітних ділових іграх, спеціальних тренажерах.

Кожний із згаданих способів витягання знань має свої переваги і недоліки. Так, при аналізі протоколів інженерові по знаннях нелегко відокремити поняття, важливі для включення в словник наочної області, від тих, які при "думках вголос" з'являються випадково. Крім того, в протоколах виявляються пропуски, коли міркування експерта як би уривається і продовжується вже на основі пропущених кроків висновку. Заповнення подібних лакун можливо лише в режимі інтерв'ю. Таким чином, у всіх трьох підходах до витягання знань з експертів необхідний етап інтерв'ю, що робить його одним з найважливіших методів придбання знань.

Існує не менше два десятки стратегій інтерв'ювання. Найбільш відомі три: розбиття на ступені, репертуарні грати і підтвердження схожості

При розбитті на ступені експертові пропонується назвати найбільш важливі, на його думку, поняття наочної області і вказати між ними відносини структуризації, тобто відносини типу "рід-вигляд", "елемент-клас", "целое-частина" і т.п. Ці поняття використовуються на наступному кроці опиту як базові. Стратегія націлена на створення ієрархії понять наочної області, виділення в поняттях тісно зв'язаних між собою груп-гаксонов (кластерів).

Стратегія репертуарних грат направлена на виявлення характеристичних властивостей понять, що дозволяють відокремлювати одні поняття від інших. Методика полягає в пред'явленні експертові трійок понять з пропозицією назвати ознаки для кожних двох понять, які відокремлювали б їх від третього. Оскільки кожне поняття входить в декілька трійок, то на підставі такої процедури відбувається уточнення об'ємів понять і формуються "симптокомплексы" понять, за допомогою яких ці поняття можуть ідентифікуватися в базі знань.

Стратегія підтвердження схожості полягає в тому, що експертові пропонується встановити приналежність кожної пари понять з наочної області до деякого відношення схожості (толерантності). Для цього експертові задається послідовність достатньо простих питань, мета яких полягає в уточненні того розуміння схожості, яка вкладає експерт в твердження про схожість двох понять наочної області.

Процес взаємодії інженера по знаннях (аналітика) з експертом-фахівцем включає три основні етапи.

1. Підготовчий етап. Для успіху спілкування обидва учасники повинні ретельно підготуватися до діалогу або гри. Бажано, щоб експерт був не тільки компетентним фахівцем, але і зацікавленою (морально або матеріально) особою в досягненні кінцевій меті-побудові ИС. Він повинен бути доброзичливий до аналітика і уміти пояснювати свої знання (якнайкращий випадок коли експерт має досвід викладацької роботи).

Аналітикові необхідно: глибоко познайомитися із спеціальною літературою по наочній області" щоб не ставити дуже "дурних" питань (просто "дурні" питання бувають надзвичайно корисні), а також збільшити кількість "пакетів очікувань" [Шенк і ін., 1987]; уміти слухати і грамотно ставити питання; настроїтися на роль "учням, а не "екзаменатора"; розбиратися в моделях когнітивної психології, а також в моделях представлення знань, щоб із знань експерта виділяти чіткі структури.

У будь-якій спільній діяльності велике значення мають психологічні якості дослідників, такі як особа, манера поведінки, стиль наукового мислення. Існують різні класифікації науковців. Як приклад приведемо наступну: ініціатор - швидко реагує на перспективні проблеми, тобто один з перших відчуває необхідність вирішення проблеми з елементами невизначеності; діагност-способен до швидкої оцінки сильних і слабких сторін рішення задачі, ерудит-наделен исключительной пам'яттю, відрізняється підвищеною увагою до деталей і прагненням до впорядкованості; ремісник - здатний утілювати в життя погано оформлені ідеї інших; естет - прагне досліджувати проблеми, що приводять до витончених рішень, не схильний до копіткої праці; методолога

інтересован методологічними аспектами досліджень; незалежний прагне до індивідуального рішення проблем; фанатик – до самоотверження захоплений своєю науковою проблемою, того ж вимагає і від тих, що оточують.

Приналежність науковця до того або іншого типу визначається за допомогою непрямих методик (тестів особи, інтелекту, когнітивних стилів, проектних методик).

Автоматизація опиту і отримання психологічного портрета випробовуваного реалізована, наприклад, в системі АВТАНТЕСТ.

Для ролі експерта найбільш переважні ініціатор ерудит, діагност і ремісник (у парі з аналітиком-ерудитом), а для ролі аналітика-діагност, методолог, ерудит, ініціатор. При цьому якнайкраще поєднання дають поєднання різних типів. Завдяки відмінностям в підходах до рішення задачі, в точках зору, стилі мислення сприйняття, пам'яті і т.п. учасники в такій парі з різних боків підходять до поставленої мети, в результаті збільшується загальна кількість гіпотез, ідей, альтернативних варіантів, а отже, збагачується поле знань. Проте не всі поєднання навіть з прийнятних типів покращують взаємодію, а деякі типи (наприклад, фанатик, естет, незалежний, ремісник) часто слабо пристосовані для творчої взаємодії, що приводить до виникнення прихованих і явних конфліктів, які ускладнюють процес продуктивного спілкування.

Важливе значення має також лідерство в парі. В ході будь-якого діалогу одна сторона зазвичай займає позицію ведучої, частіше цю роль бере інтерв'юєр, тобто аналітик. Роль лідера в діалозі дозволяє аналітикові направляти і систематизувати процес створення поля знання, не даючи експертові "розмити" або зайве деталізувати процес. З іншого боку, догматизм і наполегливість можуть привести до неадекватного поля. Має місце також ефект "фасаду", тобто бажання експерта не ударити "в грязь особою" перед аналітиком, і звідси генерування непідтверджених гіпотез.

2. Встановлення "загального коду". Для створення лінгвістичного альянсу взаємодії учасники взаємодії повинні намагатися скоротити "відстанню між об'єктом (тобто досліджуваною наочною областю) і аналітиком. Необхідно визначити головні поняття, тобто виробити словарну основу бази знань; рівень деталізації; взаємозв'язки між поняттями.

3. Гносеологічний етап. На цьому етапі відбувається з'ясування закономірностей, властивих наочній області, умов достовірності і істинності тверджень, структуризація за рахунок введення відносин і т.п. Цей етап є таким, що визначає у взаємодії аналітика і експерта, В процесі аналізу гри або діалогу вербалізується і формалізується знання експерта і часто для нього самого породжується нове знання. Репрезентація зовнішнього світу в його пам'яті отримує матеріальне втілення у формі поля знань.

В процесі витягання знань спочатку бажано отримати від експерта поверхневі знання такі наприклад, як репрезентація ознак), поступово переходячи до глибинних структур і абстрактніших понять (таким, наприклад, як прототипи).

При формуванні поля знань враховуються особливості емпіричного знання: модальність, суперечність, неповнота і т. д

Аналітик винен за приватним завжди бачити загальне, тобто будувати ланцюжки 1факт - узагальнений факт - емпіричний закон - теоретичний закон". Центральна ланка ланцюжка - формалізація емпірики. При цьому іноді основним на етапі формалізації стає не витягання "сліпих" незрозумілих зв'язків, а розуміння внутрішнього структурного зв'язку понять наочної області.

Мистецтво аналітика полягає в прагненні до створення ясної і зрозумілої моделі проблемної області. Слід враховувати, що експерти в проблемній області не завжди спираються на логічні міркування. У їх уявленнях про проблемну область і методи рішення задач широке застосування знаходять асоціативні міркування і міркування правдоподібності. Опишемо зразкову методику роботи з експертом по формуванню поля знань.

5.2 Підготовчий етап роботи із знаннями.

1. Чітке визначення завдань проекрованої системи (звуження поля знань): визначення, що на вході і виході; визначення режиму робіт, консультації, навчання і ін.

2. Вибір експертів: визначення кількості експертів; вибір рівня компетентності (не завжди добре вибирати найвищий рівень відразу); визначення способів зацікавити експертів в роботі; тестування експертів.

3. Знайомство аналітика із спеціальною літературою в наочній області

4. Знайомство аналітика і експертів (надалі для простоти вважатимемо, що експерт один).

5. Знайомство експерта з популярною літературою по штучному інтелекту (бажано, але необов'язково).

6. Спроба аналітика створити поле знань першого наближення апріорним знанням з літератури (прототип поля знань).

5.3 Основний етап роботи із знаннями.

1. "Накачування" поля знань: а) залежно від наочної області вибір способу інтерв'ювання; б) протоколювання думок вголос або запис на магнітофон міркуванні експерта (аналітик по можливості не повинен поки втручатися в міркування).

2. "Домашня робота". Спроба аналітика виділити деякі причинно-наслідкові зв'язки в міркуваннях експерта; побудова словника наочної області (можливо, на картках) і підготовка питань до експерта.

3. "Підкачка" поля зору. Обговорення з експертом прототипу поля знань і домашньої роботи, а також відповіді на питання аналітика.

4. Формалізація концептуальної моделі.

5. Побудова поля знань другого наближення.

Сформулюємо основні етапи реалізації системи придбання знань:

1. Інтерв'ю для визначення актуальної області, в якій відбувається процес вирішення проблеми, і розчленовування її на автономні області.
 2. Автоматизоване інтерв'ю для виявлення і формування декларативної моделі наочної області.
 3. Протокольний аналіз до виявлених на попередньому етапі понять і відносин наочної області для поповнення моделі знаннями.
- Етапи 2 і 3 можна використовувати поперемінно до тих пір, поки модель не досягне потрібної повноти.
4. Протокольний аналіз для поповнення декларативних знань моделі. б. Перевірка повноти моделі. Протокольний аналіз виявляє порожнечі в моделі. Є на увазі випадок, коли поняття, використані в "думках вголос", недостатньо описані. В цьому випадку інтерв'ю і протокольний аналіз повторюються.

5.4 Якісні знання.

При формалізації якісних знань може бути використана теорія нечітких множин [Заді, 1974], особливо ті її аспекти, які пов'язані з лингвистичною невизначеністю, що найчастіше виникає при роботі з експертами на природній мові.

Під лінгвістичною невизначеністю мається не поліморфізм слів природної мови, яка може бути подоланий на рівні розуміння сенсу висловів в рамках байесовської моделі, а якісні оцінки природної мови для довжини, часу, інтенсивності, для цілей логічного висновку, ухвалення рішень, планування.

Лінгвістична невизначеність в системах представлення знань задається за допомогою *лінгвістичних моделей* заснованих на теорії лінгвістичних змінних і теорії наближених міркувань. Ці теорії спираються на поняття *нечіткої множини*, систему операцій над нечіткими множинами і методи побудови *функцій приналежності*.

Одним з основних понять, використовуваних в лінгвістичних моделях, є поняття *лінгвістичної змінної*. Значеннями лінгвістичних змінних є не числа, а слова або пропозиції деякої штучної або природної мови.

Наприклад, числова змінна "вік" приймає дискретні значення між нулем і сотнею, а ціле число є значенням змінної. Лінгвістична змінна "вік" може приймати значення: молодий, старий, досить старий, дуже молодий і т.д. Ці терми-лінгвістические значення змінної. На цю множину (як і на числа) також накладаються обмеження. Безліч допустимих значень лінгвістичною змінною називається терм-множеством. При введенні в ЕОМ інформації про лінгвістичні змінні і безліч її необхідно представити у формі, придатній для роботи на ЕОМ.

Приклад формалізації якісних знань.

При аналізі ситуації експерт міркує в семантичному просторі (просторі шкал), в якому ситуації відповідає оцінений образ.

Семантичний простір аналогічно суб'єктивному простору відчуттів в якому формується внутрішній образ зовнішніх сигналів і виникають суб'єктивні зв'язки між властивостями (ознаками, параметрами), Залежно від індивідуального сприйняття одне і те ж значення ознаки може бути оцінене по-різному. Проте для конкретного індивідуума оцінена ситуація є інваріантом щодо певного класу ситуацій. Отже при ототожненні реальних значень ознак з семантичним чином істотною є форма нечіткого відображення простору ознак в семантичний простір.

5.5 Критерії використання ЕС для вирішення завдань.

Існує ряд прикладних завдань, які вирішуються за допомогою систем, заснованих на знаннях, успішніше, ніж будь-якими іншими засобами. При визначенні доцільності застосування таких систем потрібно керуватися наступними критеріями.

1. Дані і знання надійні і не міняються з часом.

2. Простір можливих рішень відносно невеликий.

3. В процесі рішення завдання повинні використовуватися формальні міркування. Існують системи, засновані на знаннях, поки що не придатні для вирішення завдань методами проведення аналогій або абстрагування (людський мозок справляється з цим краще). У свою чергу традиційні комп'ютерні програми виявляються ефективнішими за системи, засновані на знаннях, в тих випадках, коли рішення задачі зв'язане із застосуванням процедурного аналізу. Системи, засновані на знаннях, більш підходять для вирішення завдань, де потрібні формальні міркування.

4. Повинен бути принаймні один експерт, який здатний явно сформулювати свої знання і пояснити свої методи застосування цих знань для вирішення завдань. У таблиці один приведені порівняльні властивості прикладних завдань, по наявності яких можна судити про доцільність використання для їх вирішення ЕС.

В цілому ЕС не рекомендується застосовувати для вирішення наступних типів завдань:

- математичних, вирішуваних звичайним шляхом формальних перетворень і процедурного аналізу;
- завдань розпізнавання, оскільки в загальному випадку вони вирішуються чисельними методами;
- завдань, знання про методи рішення яких відсутні (неможливо побудувати базу знань).

Обмеження в застосуванні експертних систем.

Навіть кращі з існуючих ЕС, які ефективно функціонують як на великих, так і на МІНІ-ЕОМ, мають певні обмеження в порівнянні з людиною-експертом.

Таблиця 1 - Критерії застосування ЕС.

застосовні	непридатні
Не можуть бути побудовані строгі алгоритми або процедури, але існують евристичні методи рішення.	Є ефективні алгоритмічні методи.
Є експерти, які здатні вирішити задачу.	Відсутні експерти або їх число недостатньо.
По своєму характеру завдання відносяться до області діагностики, інтерпретації або прогнозування.	Завдання носять обчислювальний характер.
Доступні дані “зашумленні”.	Відомі точні факти і строгі процедури.
Завдання вирішуються методом формальних міркувань.	Завдання вирішуються прецедурними методами, за допомогою аналогії або інтуїтивно.
Знання статичні (незмінні).	Знання динамічні (міняються з часом).

1. Більшість ЕС не цілком придатні для застосування кінцевим користувачем. Якщо ви не маєте деякого досвіду роботи з такими системами, то у вас можуть виникнути серйозні труднощі. Багато систем виявляються доступними тільки тим експертам, які створювали з бази знань.

2. Питання-у відповідь режим, зазвичай прийнятий в таких системах, уповільнює отримання рішень. Наприклад, без системи MYCIN лікар може (а часто і винен) ухвалити рішення значно швидше, ніж з її допомогою.

3. Навики системи не зростають після сеансу експертизи.

4. Все ще залишається проблемою приведення знань, отриманих від експерта, до вигляду, що забезпечує їх ефективну машинну реалізацію.

5. ЕС не здатні навчатися, не володіють здоровим глуздом. Домашні кішки здатні навчатися навіть без спеціального дресирування, дитина в стані легкого з'ясувати, що він стане мокрим, якщо перекине на себе стакан з водою, проте якщо почати виливати каву на клавіатуру комп'ютера, у нього не вистачить “розум” відсунути її.

6. ЕС непридатні у великих наочних областях. Їх використання обмежується наочними областями, в яких експерт може ухвалити рішення за час від декількох хвилин до декількох годин.

7. У тих областях, де відсутні експерти (наприклад, в астрології), застосування ЕС виявляється неможливим.

8. Має сенс привертати ЕС тільки для вирішення когнітивних завдань. Теніс, їзда на велосипеді не можуть бути наочною областю для ЕС, проте такі системи можна використовувати при формуванні футбольних команд.

9. Людина-експерт при рішенні задач зазвичай звертається до своєї інтуїції або здорового глузду, якщо відсутні формальні методи рішення або аналогі таких завдань.

Системи, засновані на знаннях, виявляються неефективними при необхідності проведення скрупульозного аналізу, коли число “рішень” залежить від тисяч різних можливостей і багатьох змінних, які змінюються в часі. У таких випадках краще використовувати бази даних з інтерфейсом на природній мові.

Переваги ЕС перед людиною – експертом.

Системи, засновані на знаннях, мають певні переваги перед людиною-експертом.

1. У них немає упереджень.
2. Вони не роблять поспішних висновків.
3. Ці системи працюють систематизовано, розглядаючи всі деталі, часто вибираючи якнайкращу альтернативу зі всіх можливих.
4. База знань може бути дуже і дуже великою. Будучи введені в машину один раз, знання зберігаються назавжди. Людина ж має обмежену базу знань, і якщо дані довгий час не використовуються, то вони забуваються і назавжди втрачаються.
5. Системи, засновані на знаннях, стійкі до “перешкод”. Експерт користується побічними знаннями і легко піддається впливу зовнішніх чинників, які безпосередньо не пов'язані з вирішуваною задачею. ЕС, необтяжені знаннями з інших областей, за своєю природою менш схильні до “шумів”. З часом системи, засновані на знаннях, можуть розглядатися користувачами як різновид тиражування - новий спосіб запису і розповсюдження знань. Подібно до інших видів комп'ютерних програм вони не можуть замінити людини в рішенні задач, а скоріше нагадують знаряддя праці, які дають йому можливість вирішувати задачі швидше і ефективніше.
6. Ці системи не замінюють фахівця, а є інструментом в його руках.

5.6 Представлення знань в експертних системах.

Перше і основне питання, яке треба вирішити при представленні знань, - це питання визначення складу знань, тобто визначення того, "ЩО ПРЕДСТАВЛЯТИ" в експертній системі. Друге питання стосується того, "ЯК ПРЕДСТАВЛЯТИ" знання. Необхідно відзначити, що ці дві проблеми не є незалежними.

Дійсно, вибраний спосіб уявлення може виявитися непридатним в принципі або неефективним для виразу деяких знань.

На нашу думку, питання "ЯК ПРЕДСТАВЛЯТИ" можна розділити на дві в значній мірі незалежні завдання: як організувати (структурувати) знання і як представити знання у вибраному формалізмі.

Прагнення виділити організацію знань в самостійне завдання викликане, зокрема, тим, що це завдання виникає для будь-якої мови уявлення і способи

рішення цієї задачі є однаковими (або схожими) незалежно від використовуваного формалізму.

Отже, в круг питань, що вирішуються при представленні знань включає:

- визначення складу знань, що представляються;
- організацію знань;
- представлення знань, тобто визначення моделі уявлення.

Склад знань ЕС визначається наступними чинниками:

- проблемним середовищем;
- архітектурою експертної системи;
- потребами і цілями користувачів;
- мовою спілкування.

Відповідно до загальної схеми статичної експертної системи для її функціонування потрібні наступні знання:

- знання про процес рішення завдання (т.е. знання, що управляють), використовувані інтерпретатором (вирішувачем);
- знання про мову спілкування і способи організації діалогу, використовувані лінгвістичним процесором (діалоговим компонентом);
- знання про способи уявлення і модифікації знань, використовувані компонентом придбання знань;
- підтримуючі структурні і такі, що управляють знання, використовувані пояснювальним компонентом.

Для динамічної ЕС, крім того, необхідні наступні знання:

- 1) знання про методи взаємодії із зовнішнім оточенням;
- 2) знання про модель зовнішнього світу.

Залежність складу знань від вимог користувача виявляється в наступному:

- які завдання (із загального набору завдань) і з якими даними хоче вирішувати користувач;
- які переважні способи і методи рішення;
- при яких обмеженнях на кількість результатів і способи їх отримання повинна бути вирішена задача;
- які вимоги до мови спілкування і організації діалогу;
- який ступінь спільності (конкретності) знань про проблемну область, доступна користувачеві;
- які цілі користувачів.

Склад знань про мову спілкування залежить як від мови спілкування, так і від необхідного рівня розуміння.

З урахуванням архітектури експертної системи знання доцільно ділити на *ті, що інтерпретуються і не інтерпретуються*. До першого типу відносяться ті знання, які здатний інтерпретувати вирішувач (інтерпретатор).

Решта всіх знань відноситься до другого типу. Вирішувач не знає їх структури і змісту. Якщо ці знання використовуються яким-небудь компонентом системи, то він не "усвідомлює" цих знань.

Знання, що не інтерпретуються, підрозділяються на *допоміжні* знання, що зберігають інформацію про лексику і граматику мови спілкування, інформацію про структуру діалогу, і *підтримуючі* знання. Допоміжні знання обробляються природно-мовною компонентой, але хід цієї обробки вирішувач не усвідомлює, оскільки цей етап обробки вхідних повідомлень є допоміжним для проведення експертизи. Підтримуючі знання використовуються при створенні системи і при виконанні пояснень. Підтримуючі знання виконують роль описів (обґрунтувань) як знань, що інтерпретуються, так і дій системи. Підтримуючі знання підрозділяються на *технологічні* і *семантичні*. Технологічні підтримуючі знання містять зведення про час створення описуваних ними знань, про автора знань і т.п.

Семантичні підтримуючі знання містять смисловий опис цих знань. Вони містять інформацію про причини введення знань, про призначення знань, описують спосіб використання знань і отримуваний ефект. Підтримуючі знання мають описовий характер.

Знання, що інтерпретуються, можна розділити на *наочні знання*, *знання, що управляють*, і *знання про уявлення*. Знання про уявлення містять інформацію про те, яким чином (у яких структурах) в системі представлені знання, що інтерпретуються.

Наочні знання містять дані про наочну область і способи перетворення цих даних при рішенні поставлених задач. Відзначимо, що по відношенню до наочних знань знання про уявлення і знання про управління є метазнаннями. У наочних знаннях можна виділити описувачі і власне наочні знання. Описувачі містять певну інформацію про наочні знання, таку, як коефіцієнт визначеності правив і даних, міри важливості і складності. Власне наочні знання розбиваються на факти і виконувані *твердження*. Факти визначають можливі значення суті і характеристик наочної області. Виконувані твердження містять інформацію про те, як можна змінювати опис наочної області в ході рішення задач. Кажучи іншими словами, виконувані твердження - це знання, задаючі процедури обробки. Проте ми уникаємо використовувати термін "процедурні знання", оскільки хочемо підкреслити, що ці знання можуть бути задані не тільки в процедурній, але і в декларативній формі.

Знання, що управляють, можна розділити на *ті, що фокусують* і *вирішальні*. Фокусуючі знання описують, які знання слід використовувати в тій або іншій ситуації. Зазвичай фокусуючі знання містять відомості про найбільш перспективні об'єкти або правила, які доцільно використовувати при перевірці відповідних гіпотез (див. п. 9.2). У першому випадку увага фокусується на елементах робочої пам'яті, в другому - на правилах бази знань.

Вирішальні знання містять інформацію, використовувану для вибору способу інтерпретації знань, відповідного до поточної ситуації. Ці знання застосовуються для вибору стратегій або евристик, найбільш ефективних для вирішення даного завдання.

Якісні і кількісні показники експертної системи можуть бути значно покращувані за рахунок використання *метазнанні*, тобто знань про знання.

Метазнання не представляють деяку єдину суть, вони можуть застосовуватися для досягнення різної мети. Перерахуємо можливі призначення метазнань :

- 1) метазнання у вигляді стратегічних метаправил використовуються для вибору релевантних правил ;
- 2) метазнання використовуються для обґрунтування доцільності застосування правил з області експертизи;
- 3) метаправила використовуються для виявлення синтаксичних і семантичних помилок в наочних правилах;
- 4) метаправила дозволяють системі адаптуватися до оточення шляхом перебудови наочних правил і функцій;
- 5) метаправила дозволяють явно вказати можливості і обмеження системи, тобто визначити, що система знає, а що не знає.

Питання організації знань необхідно розглядати в будь-якому уявленні, і їх рішення в значній мірі не залежить від вибраного способу (моделі) уявлення. Виділимо наступні аспекти проблеми організації знань :

- організація знань по рівнях уявлення і по рівнях детальної;
- організація знань в робочій пам'яті;
- організація знань в базі знань.

5.7 Пошук рішень в експертних системах.

Методи рішення задач, засновані на зведенні їх до пошуку, залежать від психодіагностика в психосоматике, а також інші системи. особливостей наочної області, в якій вирішується завдання, і від вимог, що пред'являються користувачем до рішення. Особливості наочної області з погляду методів рішення можна характеризувати наступними параметрами:

- розмір, що визначає об'єм простору, в якому належить шукати рішення;
- змінність області, характеризує ступінь змінності області в часі і просторі (тут виділятимемо статичні і динамічні області);
- повнота моделі, що описує область, характеризує адекватність моделі, використовуваної для опису даної області. Зазвичай якщо модель не повна, то для опису області використовують декілька моделей, доповнюючих один одного за рахунок віддзеркалення різних властивостей наочної області;
- визначеність даних про вирішувану задачу, характеризує ступінь точності (помилковості) і повноти (неповнота) даних. Точність (помилковість) є показником того, що наочна область з погляду вирішуваних задач описана точними або неточними даними; під повнотою (неповнотою) даних розуміється достатність (недостатність) вхідних даних для однозначного вирішення завдання.

Вимоги користувача до результату завдання, що вирішується за допомогою пошуку, можна характеризувати кількістю рішень і властивостями результату і (або) способом його отримання.

Параметр "кількість рішень" може приймати наступні основні значення: одне рішення, декілька рішень, всі рішення.

Параметр "властивості" задає обмеження, яким повинен задовольняти отриманий результат або спосіб його отримання.

Так, наприклад, для системи, що видає рекомендації по лікуванню хворих, користувач може вказати вимогу не використовувати деякі ліки (у зв'язку з його відсутністю або у зв'язку з тим, що воно протипоказано даному пацієнтові). Параметр "властивості" може визначати і такі особливості, як час рішення ("не більше ніж", "діапазон часу" і т.п.), об'єм пам'яті, використовуваної для отримання результату, вказівка про обов'язковість (неможливості) використання яких-небудь знань (даних) і т.п.

Отже, складність завдання, визначувана вищенаведеним набором параметрів, варіюється від простих завдань малої розмірності з незмінними певними даними і відсутністю обмежень на результат і спосіб його отримання до складних завдань великої розмірності із змінними, помилковими і неповними даними і довільними обмеженнями на результат і спосіб його отримання.

Існуючі методи рішення задач, використовувані в експертних системах, можна класифікувати таким чином:

- методи пошуку в одному просторі - методи, призначені для використання в наступних умовах: області невеликої розмірності, повнота моделі, точні і повні дані;
- методи пошуку в ієрархічних просторах - методи, призначені для роботи в областях великої розмірності;
- методи пошуку при неточних і неповних даних ;
- методи пошуку, використовуючі декілька моделей, призначені для роботи з областями, для адекватного опису яких одній моделі недостатньо.

Передбачається, що перераховані методи при необхідності повинні об'єднуватися для того, щоб дозволити вирішувати задачі складності яких зростає одночасно по декількох параметрах.