

## Бази знань і експертні системи\*

### Повідомлення II

*In this article the instrumental means for the systems of collection, sorting information and decision-making are being examined. Main stages of working up of the expert systems with the use of the different techniques for the solving of the problems of the intellectual labor automatization and quality management systems are also being described. The operations of the developers of the mentioned above informational systems and the functions of the knowledge engineers on an each stage of the systems' development are being enumerated as well. The merits and demerits of the expert systems as the computer systems with the unchanging algorithms of the decision-making are being analyzed.*

#### ◆ Етап формалізації

Тепер усі ключові поняття та відносини виражають деякою формальною мовою, яку або вибирають з числа вже існуючих, або створюють заново. Іншими словами, на даному етапі визначають склад засобів та способи подання декларативних і процедурних знань, здійснюють це подання й у підсумку формують опис розв'язання завдання експертних систем (ЕС) запропонованою інженером із знань формальною мовою.

Виходом етапу формалізації є опис того, як розглянуте завдання може бути подано в обраному чи розробленому формалізмі. Сюди належить зазначення способів подання знань (фрейми, сценарії, семантичні мережі тощо) і визначення способів маніпулювання цими знаннями (логічний висновок, аналітична модель, статистична модель та ін.) й інтерпретації знань.

#### ◆ Етап програмування

Мета цього етапу — створення одного чи кількох прототипів ЕС, що вирішують необхідні завдання. Потім на даному етапі за результатами тестування і дослідної експлуатації створюють кінцевий продукт, придатний для промислового використання. Розробка прототипу складається з програмування його компонентів або з вибору їх з відомих інструментальних засобів та наповнення бази знань.

Головне у створенні прототипу полягає в тому, щоб цей прототип забезпечив перевірку адекватності ідей, методів і способів подання знань завданням, що розв'язуються. Створення першого прототипу має потвердити, що обрані методи розв'язання і способи подання придатні для успішного вирішення, принаймні, низки завдань з актуальної предметної галузі (ПГ), а також продемонструвати тенденцію щодо одержання високоякісних та ефективних рішень для усіх завдань ПГ в міру збільшення обсягу знань.

Після розробки першого прототипу ЕС-1 коло запропонованих для розв'язання завдань розширюється, збираються побажання і зауваження, які мають бути враховані у черговій версії системи — ЕС-2. Здійснюється розвиток ЕС-1 додаванням «дружного» інтерфейсу, засобів для дослідження бази знань і ланцюжків висновків, які генерує система, а також засобів для збору зауважень користувачів та засобів збереження бібліотеки завдань, розв'язаних системою.

Виконання експериментів з розширеною версією ЕС-1, аналіз побажань і зауважень є відправною точкою для створення другого прототипу — ЕС-2. Процес розробки ЕС-2 ітеративний. Він може продовжуватися від кількох місяців до кількох років залежно від складності ПГ, гнучкості обраного подання знань і ступеня відповідності керуючого механізму завданням, що розв'язуються (можливо, буде потрібна

розробка ЕС-3 і т.д.). Під час розробки ЕС-2, крім перелічених завдань, зважають такі:

- Аналіз функціонування системи при значному розширенні бази знань
- Дослідження можливостей системи у розв'язанні ширшого кола завдань і здійснення заходів для забезпечення таких можливостей
- Аналіз думок користувачів про функціонування ЕС
- Розробка системи введення-висновку, що здійснює аналіз чи синтез пропозицій обмеженої природної мови, яка дає змогу спілкуватися з ЕС-2 у формі, близькій до форми стандартних підручників для даної галузі

Якщо ЕС-2 успішно пройшла етап тестування, її можна класифікувати як промислову ЕС.

#### ◆ Етап тестування

У ході даного етапу виробляють оцінку обраного способу подання знань в ЕС у цілому. Для цього інженер із знань добирає приклади, що забезпечують перевірку всіх можливостей розробленої ЕС.

Розрізняють такі джерела невдач у роботі системи: тестові приклади, ввід-вивід, правила висновку, стратегії управління.

Показові тестові приклади є найочевиднішою причиною невдалої роботи ЕС. У гіршому випадку тестові приклади можуть виявитися взагалі поза ПГ, на яку розрахована ЕС, однак частіше більшість тестових прикладів виявляється занадто однорідною і не охоплює всю ПГ. Тому під час підготовки тестових прикладів варто класифікувати їх за підпроблемами ПГ, виділяючи стандартні випадки, визначаючи границі важких ситуацій і т.п.

Ввід-вивід характеризують дані, одержані у ході діалогу з експертом, і висновками, поданими ЕС у ході пояснень. Методи одержання даних можуть не давати необхідних результатів через те, що, наприклад, задавали неправильні запитання чи зібрано не всю необхідну інформацію. Крім того, запитання ЕС можуть бути важкими для розуміння, багатозначними і не відповідати знанням користувача. Помилки під час введення можуть виникати також через незручність для користувача вхідну мову. У деяких програмах для користувача може бути зручним введення інформації не тільки у друкованій, а й у графічній чи звуковій формі.

Вихідні повідомлення (висновки) ЕС можуть виявитися незрозумілими користувачу (експерту) з різних причин. Наприклад, їх може бути занадто багато чи, навпаки, занадто мало. Причиною помилок може бути також невдала організація, упорядкованість висновків чи невідповідний користувачу рівень абстракцій з незрозумілою йому лексикою.

Найпоширеніше джерело помилок у міркуваннях стосується правил висновку. Важлива причина тут часто криється у відсутності обліку

взаємозалежності сформованих правил. Інша причина полягає у помилковості, суперечливості та неповноті правил, що використовуються. Якщо невірна посилка правила, то це може призвести до застосування правила в невідповідному контексті. Якщо помилкова дія правила, то важко передбачити кінцевий результат. Правило може бути помилковим, якщо за коректності його умови і дії порушена відповідність між ним та іншими правилами.

Нерідко до помилок у роботі ЕС призводять управління стратегії, які застосовують. Зміна стратегії необхідна, наприклад, якщо ЕС аналізує сутність у порядку, відмінному від «природного» для експерта. Послідовність, у якій дані розглядає ЕС, не тільки впливає на ефективність роботи системи, а й може призводити до зміни кінцевого результату. Так, розгляд правила А до правила В здатне призвести до того, що правило В завжди ігноруватиметься системою. Зміна стратегії також необхідна й у випадку неефективної роботи ЕС. Крім того, недоліки в стратегіях управління можуть призвести до надмірно складних висновків та пояснень ЕС.

Критерії оцінки ЕС залежать від погляду. Наприклад, під час тестування ЕС-1 головним у оцінці роботи системи є повнота і безпомилковість правил висновку. У разі тестування промислової системи превалює погляд інженера із знань, якого насамперед цікавить питання оптимізації подання і маніпулювання знаннями. І, нарешті, під час тестування ЕС після дослідної експлуатації оцінку виробляють з погляду користувача, зацікавленого у зручності роботи й одержанні практичної користі.

#### ◆ Етап дослідної експлуатації

На цьому етапі перевіряють придатність ЕС для кінцевого користувача, яка визначається в основному зручністю роботи з нею та її користністю. Під користністю ЕС розуміють її здатність у ході діалогу визначати потреби користувача, виявляти й усувати причини невдач у роботі, а також задовольняти зазначені потреби користувача (вирішувати поставлені завдання). У свою чергу, під зручністю роботи з ЕС мається на увазі природність взаємодії з нею (спілкування в звичному, не стомлюючому користувача вигляді), під гнучкістю ЕС — здатність системи настроюватися на різні користувачів, а також враховувати зміни в кваліфікації того самого користувача і стійкістю системи до помилок — здатність не виходити з ладу у разі помилкових дій недосвідченого користувача.

У ході розробки ЕС майже завжди здійснюють її модифікацію. Виділяють такі види модифікації системи: переформулювання понять і вимог, переконструювання подання знань у системі й удосконалення прототипу.

#### ◆ Рівнобінні та послідовні рішення

Як можна помітити, у більшості алгоритмів розпізнавання образів мається на увазі, що до початку роботи алгоритму вже відома уся вхідна інформація, яка переробляється рівнобінно. Однак її одержання найчастіше вимагає додаткових зусиль. Та й спостереження за реальними експертами потверджують, що найчастіше вони задають два-три запитання, після чого роблять правильні висновки. Уявіть собі, якби лікар (експерт у галузі медицини) перед постановкою діагнозу «ангіна» змушував би пацієнта пройти повне обстеження аж до кулоноскопії та пункції хребта (думаю, що це малоприємні речі, а також значна втрата часу).

\*Повідомлення I див. журн. «Легка промисловість», 2001, №4, стр. 58—59.



УДК 677.11.021-83

Г.А.ТИХОСОВА, аспірантка (Херсонський державний технічний університет)

## Видовий склад мікрофлори у процесі одержання льонотрести

*This work contains information about microbiological states of linen straw in the process of storage it on the field.*

Єдиною натуральною сировиною для текстильної промисловості в Україні є льон. Лляне волокно, з якого одержують пряжу, необхідно механічним способом виділити зі стебла. Щоб цей процес перебігав ефективніше стебла льону попередньо піддають впливу часткового руйнування зв'язків між волокном і деревиною. В Україні для цього застосовують росяне мочіння, тобто розстил стебел льону на льонищі, де під дією мікроорганізмів відбувається руйнування пектинових та інших речовин, які є сполучною ланкою між волокном і деревиною.

На чисельність та видовий склад мікроорганізмів значною мірою впливають погодні умови, фази розвитку льону, фізико-механічні характеристики розісланого шару льоносолами.

Так, під час вилежування соломи льону-довгунця сорту «Мрія», за її вологості 20-30%, на початку процесу видовий склад мікрофлори характеризувався домінуванням таких видів, як *Fusarium avenaceum* (фузаріозне побуріння) та *Dothiorela gregaria* (антракноз). Крім них у процесі перетворення соломи в тресту також беруть участь *Fusarium gibosum* (фузаріозне в'янення), *Phoma exigua* (фомоз) та пектиноруйнівні гриби *Alternaria linicola* і *Cladosporium herbarum*.

### Видовий склад мікрофлори залежно від вологості лляної соломи за три доби розстилу

Видовий склад	Вологість соломи, %			
	20	30	60	100
<i>Alternaria linicola</i>	р/з	ч/з	дом	дом
<i>Cladosporium herbarum</i>	р/з	ч/з	ч/з	дом
<i>Colletotrichum lini</i>	р/з	—	—	—
<i>Dothiorela gregaria</i>	дом	—	р/з	—
<i>Fusarium avenaceum</i>	дом	р/з	—	—
<i>Fusarium gibosum</i>	ч/з	ч/з	—	р/з
<i>Fusarium graminear</i>	р/з	—	—	—
<i>Gonatotryps flava</i>	р/з	—	—	—
<i>Phoma exigua</i>	—	—	—	—
<i>Septoria linicola</i>	—	—	р/з	р/з

Примітка. Застосовано такі скорочення:  
 дом — домінуючі, які зустрічаються з частотою понад 50%;  
 ч/з — часто зустрічаються, частота 30-50%;  
 р/з — рідко зустрічаються, частота менше 30%.

Під час перебігу процесу одержання трести видовий склад грибів дещо змінюється. Так, контроль виявив, що до домінуючої кількості *Fusarium avenaceum* і *Dothiorela gregaria* додалися такі види грибів, як *Fusarium gibosum* та *Septoria linicola*, які стали домінуючими до кінця вилежування. На кінець вилежування змінилась і кількість пектиноруйнівних грибів.

Якщо на початку вилежування вони зустрічались рідко, то у кінці приготування трести — з частотою, близькою до домінуючої. Подібна зміна видового складу грибів спостерігалась за вологості 30—100%. Проте, слід зазначити, що за вологості 60 та 100% домінуюча кількість грибів *Fusarium avenaceum* і *Dothiorela gregaria* різко зменшилась, а за вологості 100% вони зустрічались рідко і лише у деяких випадках з середньою частотою їх кількість була помітною. Видовий склад целюлозоруйнівних грибів за вологості 100% на кінець приготування трести стає домінуючим.

Таким чином, при значеннях вологості лляної соломи від 20 до 30% домінуючими видами мікрофлори є гриби: *Dothiorela gregaria*, *Fusarium avenaceum*, які мало впливають на процес руйнування пектинових речовин, і тому процес перетворення лляної соломи в тресту за вологості 20% не відбувається, а за вологості 30% має досить велику тривалість: кілька тижнів. У разі підвищення вологості від 30-100% збільшується кількість грибів *Cladosporium herbarum*, *Alternaria linicola*. Ці мікроорганізми прискорюють руйнування не лише пектинових речовин, які зв'язують луб'яні пучки з оточуючими тканинами стебла, а й тих, що з'єднують елементарні волокна в луб'яних пучках та стійкіші до руйнування. Тобто ці гриби мають позитивний вплив на прискорення процесу перетворення лляної соломи в тресту, проте їх дії потребують контролю, інакше може знизитися міцність лляного волокна.

Відомо, що гриби *Cladosporium herbarum*, *Alternaria linicola* є аеробами і кількість їх на лляній сировині залежить від аерації, тобто насичення сировини киснем повітря. Отже, впливати на видовий склад мікрофлори можна, регулюючи аерацію лляної соломи на стелищі. Звідси випливає висновок, що технологічний процес перетворення лляної соломи в тресту можна здійснювати за допомогою різних фізико-механічних прийомів, що змінюють аераційний стан лляної соломи, розіслані на стелищі.

Одержано 30.01.2002

### ◀ Початок на стор. 58

Відповідно більшість алгоритмів модифікують, щоб забезпечити виконання таких умов:

- ✓ Алгоритми мають працювати за умов неповної інформації (послідовно)
- ✓ Послідовність запиту інформації має бути оптимальна за критеріями швидкості одержання результату і (чи) найменшої трудомісткості (складності, вартості і т.д.) одержання цієї інформації

Однієї з можливих стратегій для оптимізації запитів є стратегія одержання насамперед тієї інформації, що potwierджує або спростовує найімовірніший на сучасний момент результат. Іншими словами, намагаємося potwierдити чи спростувати наші здогади (зворотний висновок).

### ◆ Переваги експертних систем

**Сталість** — ЕС нічого не забувають на відміну від людини-експерта. З використанням ЕС подібні транзакції обробляють тим самим способом. Система робитиме схожі рекомендації для однотипних ситуацій.

**Відтворюваність** — можна зробити будь-яку кількість копій ЕС, а навчання нових експертів вимагає багато часу та коштів. Якщо є складний лабіринт правил (наприклад,

податкове законодавство), то ЕС може «розплутати» цей лабіринт

**Ефективність** — може підвищувати продуктивність і зменшувати витрати персоналу. Хоча створення і підтримка ЕС доволі дорога, вони зовсім недорогі в експлуатації. Розробка й експлуатаційні витрати можуть бути розподілені між багатьма користувачами. Повна вартість може бути більш разумною порівняно з дорогими і нечисленними експертами.

**Вплив на людей** — новий ефект — найсучасніша інформація, що має вплив на здоровий глузд. Головний ефект — рання інформація домінує над здоровим глуздом.

**Документація** — ЕС може задокументувати процес вирішення.

**Закінченість** — ЕС може виконувати огляд всіх транзакцій, а людина-експерт зможе зробити огляд тільки окремої вибірки.

**Своєчасність** — погрішності в конструкціях можуть бути вчасно знайдені.

**Широта** — можуть бути об'єднані знання багатьох експертів, що дає системі більше широти, ніж ймовірно може досягти одна людина.

**Знижують ризик прийняття неправильно-го рішення** завдяки послідовності ухвалення рішення, документуваності та компетентності.

### ◆ Недоліки експертних систем,

**тобто переваги людини-експерта**

**Здоровий глузд** — на додаток до широкого технічного знання, людина-експерт має здоровий сенс. Ще невідомо, як закласти здоровий глузд в ЕС.

**Творчий потенціал** — людина-експерт може реагувати творчо на незвичайні ситуації, ЕС не можуть.

**Навчання** — людина-експерт автоматично адаптується до зміни середовища, ЕС потрібно явно модифікувати. Міркування, засновані на фактах, та нейронні мережі — методи, що можуть включати навчання.

**Сенсорний досвід** — людина-експерт має у своєму розпорядженні широкий діапазон сенсорного досвіду, ЕС тепер засновані на введенні символів.

Неможливо застосувати ЕС, якщо рішення не існує або коли проблема знаходиться поза галуззю компетенції конкретної системи.

Одержано 12.12.2001