

ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

Розглянуто методи організації статичної експертної системи та технологію розробки систем аналізу технологічних об'єктів нафтогазового комплексу.

There have been considered the ways of the static expert system organization and the technology of elaborating the systems for analysis of the oil-and-gas complex technological objects.

Вступ

Під експертною системою (ЕС) будемо розуміти клас комп'ютерних програм, які передбачають рекомендації, проводять аналіз, виконують класифікацію, дають консультації і ставлять діагноз. Прив'язка ЕС для розв'язування задач технологічних об'єктів нафтогазового комплексу вимагає проведення експертизи людиною-спеціалістом. На відміну від програм, що використовують процедурний аналіз, ЕС розв'язують проблеми у вузькій предметній площині (конкретній ділянці експертизи) на основі логічних міркувань. Такі системи часто можуть знайти розв'язок задач, які неструктуровані і неточно визначені. Вони через використання евристик компенсують відсутність структурованості, що корисно в ситуаціях, коли недостатня кількість необхідних даних або часу виключає можливість проведення повного аналізу.

1. Проектування та реалізація експертних систем для технологічних об'єктів

При проектуванні та реалізації ЕС необхідно виділити сукупність знань, яка структурується для спрощення процесу прийняття рішення. В галузі штучного інтелекту термін "знання" означає інформацію, що потрібна програмі для того, щоб вона вела себе інтелектуально. В нашому випадку інформація приймає форму фактів або правил. Факти і правила не завжди правдиві або неправильні, інколи існує деяка міра неправильності в достовірності факту або точності правила. Якщо сумнів виражається явно, то він називається коефіцієнтом впевненості [1].

ЕС, що проектується повинна володіти здатністю пояснити, чому запропоновано саме таке рішення, і довести його обґрунтованість. Користувач повинен отримати всю інформацію, необхідну йому для того, щоб бути упевненим, що рішення ухвалене "не із стелі". На відміну від цього, дослідницькі програми "спілкуються" тільки з своїм творцем, який і так (швидше за все) знає, на чому ґрунтується її результат. Наша ЕС проектується з розрахунку на взаємодію з різними користувачами, для яких її робота повинна бути, по можливості, прозорою. Тобто, ЕС містить знання в певній наочній області, накопичені в результаті практичної діяльності людини і використовує їх для вирішення проблем, специфічних для цієї області. Галузеві ЕС відрізняються від інших, "традиційних" систем, в яких перевага віддається більш загальною і менш пов'язаним з наочною областю теоретичним методам, найчастіше математичним. Процес створення ЕС назвемо інженерією знань (knowledge engineering) [2].

Розглянемо типову статичну ЕС (рис. 1) з наступним складом основних компонентів:

- вирішувач (інтерпретатора);
- робоча пам'ять (РП), або база даних (БД);
- база знань (БЗ);
- компоненти придбання знань;
- пояснювальний компонент;
- діалоговий компонент.

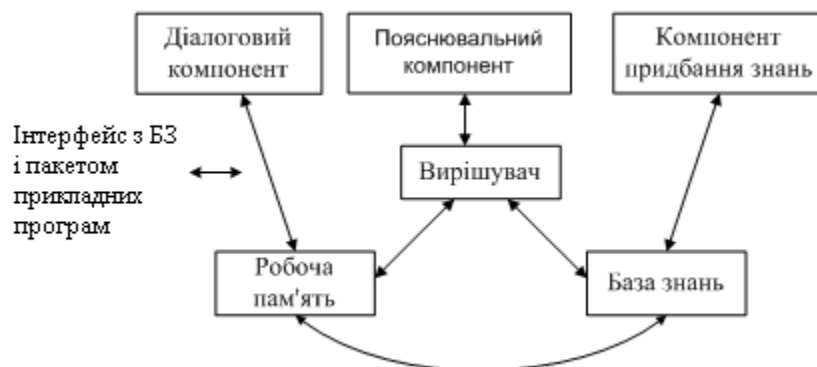


Рис. 1. Структура статичної експертної системи

База даних (робоча пам'ять) призначена для зберігання початкових і проміжних даних технічного об'єкту (ТО). Цей термін співпадає за назвою, але не за сенсом з терміном, що використовується в

інформаційно-пошукових системах (ІПС) і системах управління базами даних (СУБД) для позначення всіх даних (в першу чергу, довгострокових), що зберігаються в системі.

База знань (БЗ) в ЕС призначена для зберігання довгострокових даних, що описують ТО в часі (а не поточних даних), і правил, що описують доцільні перетворення даних в часі.

Вирішувач, використовуючи початкові дані з робочої пам'яті і знання з БЗ, формує таку послідовність правил, які, будучи застосованими до початкових даних, призводять до оптимального функціонування ТО.

Компонент придбання знань автоматизує процес наповнення ЕС знаннями, здійснюваний користувачем-експертом.

Пояснювальний компонент пояснює, як система отримала розв'язок задачі (або чому вона не отримала рішення) і які знання вона при цьому використовувала, що полегшує експертові тестування системи і підвищує довіру користувача до отриманого результату.

Діалоговий компонент орієнтований на організацію дружнього спілкування з користувачем як в ході розв'язку задачі, так і в процесі придбання знань і пояснення результатів роботи.

ЕС даного типу використовують коли не враховані зміни технологічного стану об'єкта, та завдання, що можуть виникати в процесі функціонування ТО.

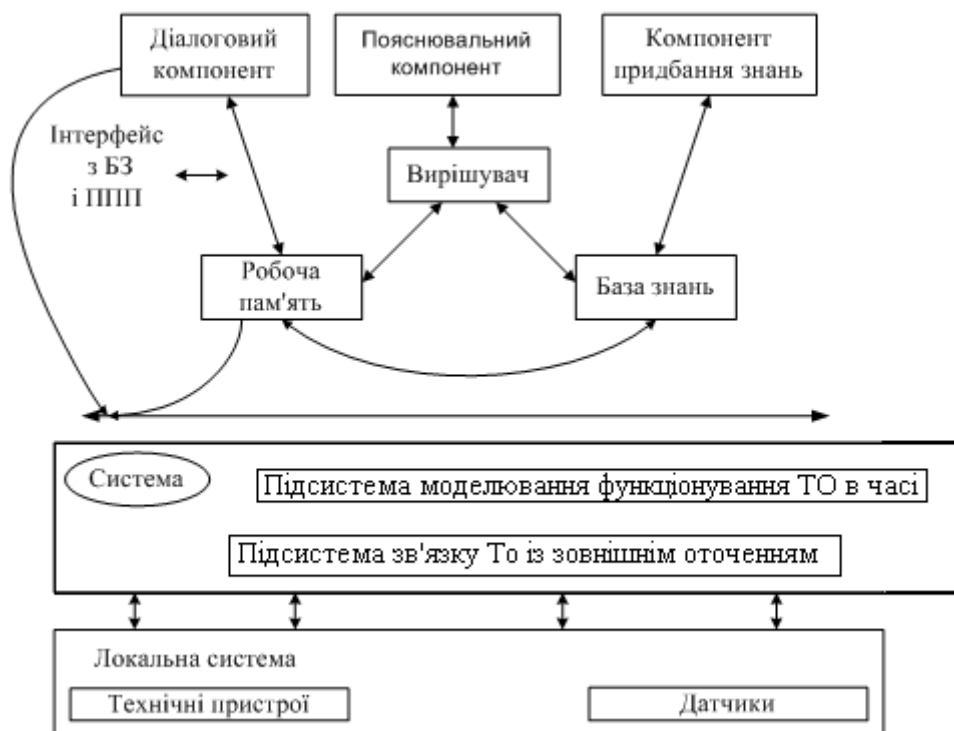


Рис. 2. Архітектура динамічної експертної системи.

На рис. 2 показано, що в архітектуру динамічної ЕС в порівнянні зі статичною ЕС вводяться компоненти: підсистема моделювання функціонування ТО в часі і підсистема зв'язку ТО із зовнішнім оточенням. Остання здійснює зв'язок із ТО через систему датчиків і контролерів. Крім того, традиційні компоненти статичної ЕС (база знань і машина виводу) зазнають істотних змін, щоб відобразити тимчасову логіку подій, що відбуваються в реальному часі.

Динамічні ЕС можуть використовуватися для інтерпретації, діагностики, моніторингу, передбачення, планування, проектування. Динамічні ЕС можна використовувати також в прогнозуванні, плануванні, контролі, управлінні та навчанні.

Процес створення ЕС значно змінився за останні роки. Завдяки появі спеціальних інструментальних засобів побудови ЕС значно скоротились терміни та зменшилась трудомісткість їх розробки. Інструментальні засоби, що використовуються при створенні експертних систем, можна розбити на три класи:

- мови програмування, орієнтовані на створення експертних систем (Ліпс, Пролог, Smalltalk, FRL, Interlisp та такі загальноживані, як: Сі, Асемблер, Паскаль, Фортран, Бейсик);
- середовища програмування (Delphi, Java);
- пусті експертні системи (оболонка EXSYS Professional 5.0 for Windows).

На американському і західноєвропейських ринках систем штучного інтелекту організаціям, які бажають створити ЕС, фірми-розробники пропонують сотні інструментальних засобів для їх побудови. Нараховуються тисячі розроблених вузькоспеціалізованих експертних систем. Це свідчить про те, що експертні системи складають дуже вагомий частину програмних засобів.

Розробка ЕС має істотні відмінності від розробки звичайного програмного продукту. Досвід створення ЕС показав, що використання при їх розробці методології, прийнятої в традиційному програмуванні або

надмірно затягує процес створення ЕС, або взагалі призводить до негативного результату.

Використовувати ЕС слід тільки тоді, коли розробка ЕС можлива, виправдана і методи інженерії знань відповідають розв'язанні задачі. Щоб розробка ЕС була можливою для даного застосування, необхідне одночасне виконання принаймні наступних вимог:

- а) існують експерти в даній області, які розв'язують задачу значно краще, ніж фахівці, що починають;
- б) експерти сходяться в оцінці пропонованого рішення, інакше не можна буде оцінити якість розробленої ЕС;
- в) експерти здатні вербалізувати (виразити на природній мові) і пояснити використовувані ними методи, інакше важко розраховувати на те, що знання експертів будуть "витягнуті" і вкладені в ЕС;
- г) розв'язання задачі вимагає тільки міркувань, а не дій;
- д) завдання не повинне бути дуже важким (тобто його рішення повинне займати у експерта декілька годин або днів, а не тижнів);
- е) завдання хоч і не повинне бути виражене у формальному вигляді, але все-таки повинне відноситися до достатньо "зрозумілої" і структурованої області, тобто повинні бути виділені основні поняття, відносини і відомі (хоча б експертіві) способи отримання розв'язку задачі;
- ж) рішення задачі не повинне в значній мірі використовувати "здоровий глузд" (тобто широкий спектр загальних відомостей про світ і про спосіб його функціонування, які знає і уміє використовувати будь-яка нормальна людина), оскільки подібні знання поки не вдається (у достатній кількості) вкласти в системи штучного інтелекту.

Використання ЕС в даному застосуванні може бути можливим, але не виправданим. Застосування ЕС може бути виправдане одним з наступних чинників:

- розв'язок задачі принесе значний ефект, наприклад економічний;
- використання людини-експерта неможливе або через недостатню кількість експертів, або за необхідності виконувати експертизу одночасно в різних місцях;
- використання ЕС доцільно в тих випадках, коли при передачі інформації експертіві відбувається неприпустима втрата часу або інформації;
- використання ЕС доцільне при необхідності розв'язувати задачу в оточенні, ворожому для людини.

Розробка відповідає методам ЕС, якщо розв'язувана задача володіє сукупністю наступних характеристик:

- а) задача може бути природним чином вирішена за допомогою маніпуляції з символами (тобто за допомогою символічних міркувань), а не маніпуляції з числами, як прийнято в математичних методах і в традиційному програмуванні;
- б) завдання повинне мати евристичну, а не алгоритмічну природу, тобто її рішення повинне вимагати застосування евристичних правил. Завдання, які можуть бути гарантовано вирішені (з дотриманням заданих обмежень) за допомогою деяких формальних процедур, не підходять для застосування ЕС;
- в) завдання повинне бути достатньо складним, щоб виправдати витрати на розробку ЕС. Проте вона не повинна бути надмірно складною (рішення займає у експерта години, а не тижні), щоб ЕС могла її вирішувати;
- г) завдання повинне бути достатньо вузьким, щоб вирішуватися методами ЕС, і практично значущим.

При розробці ЕС, як правило, використовується концепція "швидкого прототипу". Суть цієї концепції полягає в тому, що розробники не намагаються відразу побудувати кінцевий продукт. На початковому етапі створимо прототип (прототипи) ЕС. Прототипи повинні задовольняти двом суперечливим вимогам: з одного боку, вони повинні вирішувати типові завдання конкретного застосування, а з іншої – час і трудомісткість їх розробки повинні бути вельми незначні, щоб можна було максимально запаралелити процес накопичення і відладки знань (здійснюваний експертом) з процесом вибирання (розробки) програмних засобів (здійснюваним інженером по знаннях і програмістом). Для задоволення вказаним вимогам використовуємо засоби, що прискорюють процес проектування.

Прототип повинен продемонструвати придатність методів інженерії знань для даного застосування. У разі успіху експерт за допомогою інженера по знаннях розширює знання прототипу про проблемну область. При невдачі потрібна розробка нового прототипу або розробники можуть прийти до висновку про непридатність методів ЕС для даного застосування. У міру збільшення знань прототип може досягти такого стану, коли він успішно вирішує всі завдання даного застосування. Перетворення прототипу ЕС в кінцевий продукт, зазвичай, призводить до перепрограмування ЕС на мовах низького рівня, що забезпечують як збільшення швидкодії ЕС, так і зменшення необхідної пам'яті. Трудомісткість і час створення ЕС в значній мірі залежать від типу використовуваного інструментарію.

2. Технологія розробки ЕС

В ході робіт зі створення ЕС склалася певна технологія їх розробки, що включає шість наступних етапів (рис. 3): ідентифікацію, концептуалізацію, формалізацію, виконання, тестування, дослідну експлуатацію. На етапі ідентифікації визначаються завдання, які підлягають рішенню, виявляються цілі розробки, визначаються експерти і типи користувачів.



Рис. 3. Технологія розробки експертних систем.

На етапі концептуалізації проводиться змістовний аналіз проблемної області, виявляються використовувані поняття і їх взаємозв'язки, визначаються методи розв'язання задач.

На етапі формалізації вибираються інструментальні засоби і визначаються способи представлення всіх видів знань, формалізуються основні поняття, визначаються способи інтерпретації знань, моделюється робота системи, оцінюється адекватність цілям системи зафіксованих понять, методів рішень, засобів уявлення і маніпулювання знаннями.

На етапі виконання здійснюється наповнення експертом бази знань. У зв'язку з тим, що основою ЕС є знання, даний етап є найбільш важливим і найбільш трудомістким етапом розробки ЕС. Процес придбання знань розділяють на витягання знань з експерта, організацію знань, що забезпечує ефективну роботу системи, і представлення знань у вигляді, зрозумілому ЕС. Процес придбання знань здійснюється інженером по знаннях на основі аналізу діяльності експерта за рішенням реальних завдань.

Експертні системи відзначаються певними перевагами при використанні. Зокрема, експертна система: переважає можливості людини при вирішенні надзвичайно громіздких проблем; не має упереджених думок, тоді як експерт користується побічними знаннями і легко піддається впливу зовнішніх факторів; не робить поспішних висновків, нехтуючи певними етапами виводу; забезпечує діалоговий режим роботи; дозволяє роботу з інформацією, що містить символічні змінні; забезпечує коректну роботу з інформацією, яка містить помилки, за рахунок використання імовірнісних методів досліджень; дозволяє проводити одночасну обробку альтернативних версій; за вимогою пояснює хід кроків реалізації програми; забезпечує можливість обгрунтування рішення та відтворення шляху його прийняття; її сталість. Людська компетенція слабшає згодом. Перерва в діяльності людини-експерта може серйозно відбитися на його професійних якостях; легкість передачі або відтворення. Передача знань від однієї людини іншій – довгий і дорогий процес. Передача штучної інформації – це простий процес копіювання програми або файлу даних; стійкість і відтворюваність результатів. Експерт-людина може приймати в тотожних ситуаціях різні рішення через емоційні фактори. Результати ЕС – стабільні; вартість. ЕС порівняно недорогі. Їхня розробка дорога, але вони дешеві в експлуатації.

Найкращі з існуючих експертних систем мають певні обмеження у порівнянні з людиною-експертом, які зводяться до наступного: разом з тим розробка ЕС не дозволяє цілком відмовитися від експерта-людини. Хоча ЕС добре справляється зі своєю роботою, проте у визначених областях людська компетенція явно перевершує штучну. Однак і в цих випадках ЕС може дозволити відмовитися від послуг висококваліфікованого експерта, залишивши експерта середньої кваліфікації, використовуючи при цьому ЕС для посилення і розширення його професійних можливостей; більшість експертних систем не цілком придатні для широкого використання. Якщо користувач не має деякого досвіду роботи з цими системами, у нього можуть виникнути серйозні труднощі. Багато експертних систем доступні лише тим експертам, які створювали їх бази знань. Тому потрібно паралельно розробляти відповідний користувацький інтерфейс, який би забезпечив кінцевому користувачу властивий йому режим роботи; навика системи не завжди зростають після сеансу експертизи, навіть коли проявляються нові знання; все ще залишається проблемою приведення знань, отриманих від експерта, до вигляду, який забезпечував би їх ефективне використання; експертні системи, як правило, не можуть набувати якісно нових знань, не передбачених під час розробки, і тим більше не володіють здоровим глуздом. Людина-експерт при розв'язанні задач звичайно звертається до своєї інтуїції або здорового глузду, якщо відсутні формальні методи рішення або аналоги розв'язування даної проблеми.

Висновки

Розроблена ЕС дозволила встановити взаємозв'язок технічного стану окремих вузлів з віброхарактеристиками на різні типи компресорів, що дозволить провести нормування рівнів вібрації на окремих гармоніках, а також сформувати логічну модель діагностичних ознак для її використання в ЕС. Крім того, в даний час ведеться робота із створення математичної моделі прогнозування комплексу динамічних, міцних і трібологічних характеристик. При цьому розрахунку піддаються ударні параметри, силові взаємодії

деталей, механічна напруга і зношування поверхонь тертя, отриманих залежно від заданого напрацювання об'єкту в конкретних умовах експлуатації.

Література

1. Обчислювальна техніка і її застосування. – М., 2002. – № 2.
2. Стефанюк В.Л. Експертні системи і їхнє застосування: Курс лекцій.
3. Мызин Н.И., Скварновский А.В., Чудиков Ю.П. Вибрация газоперекачивающих агрегатов. Л.: Недра, 1973. – 144 с.
4. Зарицкий С.П. Диагностика газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом. – М.: Недра, 1987. – 198 с.

Надійшла 10.1.2009 р.