

Метод представлення та обробки знань у динамічних експертних системах

У статті описано метод представлення та обробки знань у динамічних експертних системах. Знання представляються у вигляді прецедентів. Прецеденти утворюють поліхроматичний граф. Вивід здійснюється на базі графових алгоритмів.

This paper describes method knowledge representation and organisation in dynamical expert systems, on the basis of knowledge representation of precedents. Conclusion realized on basis of graph algorithms.

Серед спеціалізованих систем, заснованих на використанні знань, найбільш значимі, ефективні в даний час – експертні системи реального часу, або динамічні експертні системи [2; 4; 7; 8; 9; 10; 11]. Значимість експертних систем реального часу визначається, у першу чергу, тим, що за допомогою подібних засобів створюються стратегічно значимі додатки в різних областях. Класи задач, які розв'язуються експертними системами реального часу, такі: моніторинг у реальному масштабі часу, системи керування верхнього рівня, системи діагностики, складання розкладів, планування, оптимізація, системи-порадники оператора, системи проектування.

При розробці динамічних експертних систем однією з актуальних задач є швидке настроювання системи на вирішення задачі та побудова бази знань для конкретної предметної області. Крім того, головною особливістю динамічних експертних систем є швидкість отримання правильного рішення. Тому представлення, структурування й обробка знань є однією з основних проблем при реалізації динамічних експертних систем.

У більшості випадків організація, архітектура та функціонування таких систем спираються на знання про проблемну область, які відображаються в спеціальних методах їх представлення; при цьому бажано, щоб можливості опису

знань були потужними та універсальними, з іншого боку, форма представлення знань не повинна бути складною, тому що ускладнюється механізм виводу, при цьому не тільки ускладнюється розробка експертної системи, але й виникає проблема достовірності результатів роботи системи.

У більшості випадків аналіз предметної області та вилучення знань при побудові інтелектуальних систем виконуються в основному на інтуїтивному рівні із застосуванням неформалізованих методів, практичного досвіду, експертних оцінок і дорогих експериментальних перевірок якості функціонування інтелектуальних систем. Крім того, у процесі створення і функціонування експертної системи інформаційні вимоги користувачів можуть змінюватися або уточнюватися, що ще більше ускладнює розробку та супроводження таких систем. Тому виникає потреба у відносно простих та універсальних формальних моделях представлення знань, які б легко оброблялися відомими методами. У рамках цього напрямку вирішуються задачі, пов'язані з формалізацією і представленням знань, а також їх обробкою. Для цього розробляються спеціальні моделі представлення знань, мови опису знань, розробляються алгоритми їх обробки.

Однією з головних вимог до таких ЕС є робота в реальному масштабі часу із різномірними знаннями. Забезпечення

режиму реального часу здійснюється активною ЕС за допомогою інтерфейсу з зовнішнім світом (датчики – контролери – виконавчі механізми). База знань містить у собі: бази концептуальних знань (БКЗ) (поняття з конкретної предметної області;

факти; формули; залежності; таблиці і т.д.); бази експертних знань (БЕЗ) (евристики; апріорну; апостеріорну; експертну інформацію і т.д.); бази знань прецедентів (БЗП). Архітектура активної експертної системи представлена на рис. 1. Збережені

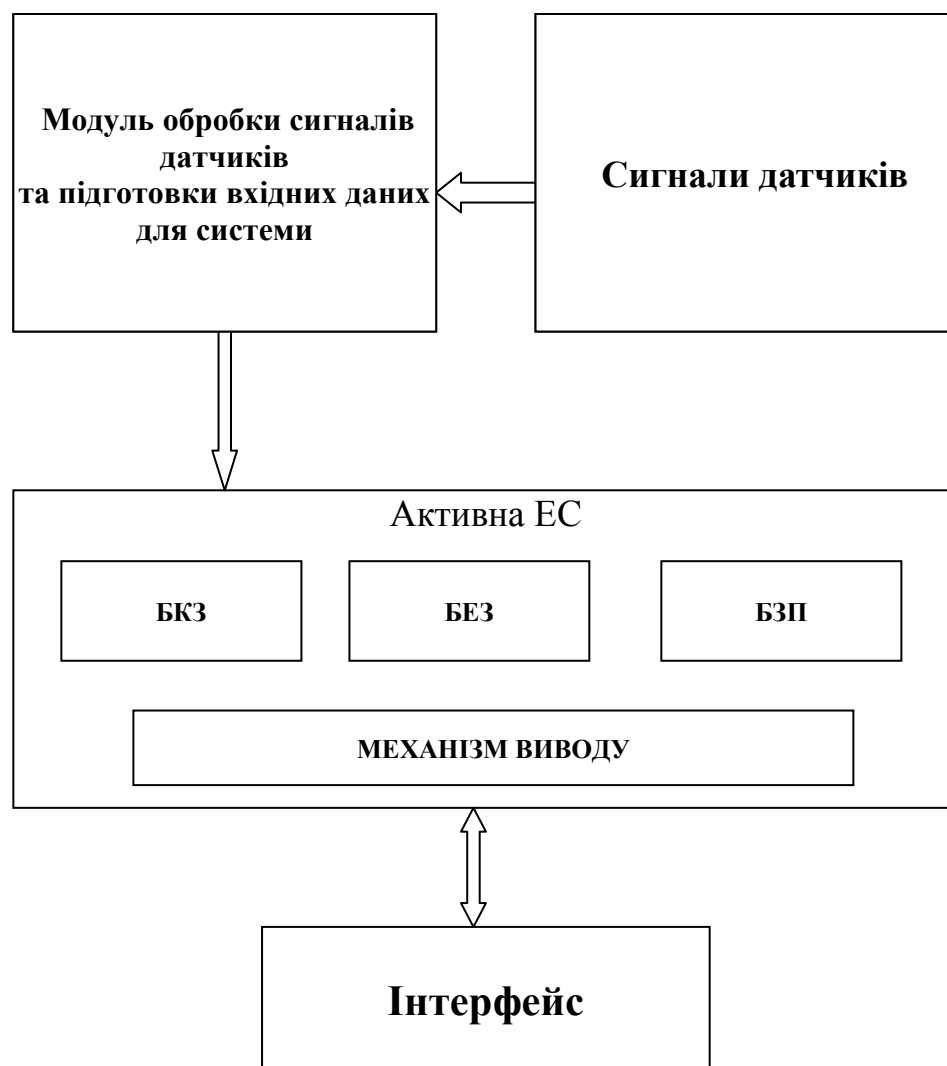


Рис. 1. Архітектура активної експертної системи реального часу

Найбільш універсальною формою в представленні знань, яка відповідає наведеним вимогам, є прецедент. Прецедент – це опис проблеми або ситуації в сукупності з докладною вказівкою дій, які починаються в даній ситуації для подальшого вирішення проблеми. Прецедент включає: проблемну ситуацію, яка описує стан досліджуваного процесу,

коли відбувся прецедент; рішення цієї проблеми; результат, який описує стан досліджуваного процесу після проблемної ситуації, що відбулася. Процедура виводу в активній ЕС, побудованій на прецедентах, істотно відрізняється від інших підходів штучного інтелекту: замість маніпулювання загальними знаннями в прикладній області база знань, яка заснована на прецедентах,

використовує специфічні знання щодо конкретних проблемних ситуацій з попереднього досвіду. Рішення в новій проблемній ситуації здійснюється шляхом знаходження схожого прецедента в БЗ, який мав місце в минулому, і це рішення багаторазово використовується в наступних проблемних ситуаціях. Проблема ситуація з попереднього досвіду, що була зафіксована і вивчена таким чином, може багаторазово використовуватися в рішенні майбутніх проблем, у сукупності з прийнятим рішенням, являє собою попередній прецедент або прецедент, який зберігається. Очевидно, новий або невіршений прецедент – це опис нової проблеми, яка буде вирішена. Вивід, заснований на прецедентах, – циклічний і інтегрований процес рішення проблеми, вивчення досвіду прийняття рішень у процесі комплексного аналізу та обробки інформації про предметну область. Якщо в процесі рішення задачі знайдено успішне рішення для окремої проблемної ситуації, то прецедент зберігається в БЗ для рішення схожих проблем. Якщо рішення задачі помилкове, то причина помилки ідентифікується і запам'ятовується в БЗ для виключення схожої помилки в майбутньому.

Слід відмітити ще одну перевагу використання прецедентів при розробці експертних систем. Процес набуття знань та вивід на знаннях може бути спрощено, якщо класифікувати знання та використовувати готові рішення проблем за знаннями об'єднаних в групи. В цьому випадку можлива реалізація механізму розмірковувань та виводу, узагальнювати та поєднувати правила автоматично у вигляді нових прецедентів та застосовувати їх до нових ситуацій.

Одним із способів представлення знань за допомогою прецедентів є застосування як інструменту для опису i -ї організації представлення знань, а також реалізації механізму виводу та механізму розмірковування – поліхроматичних графів [2, 6]. Нехай множині прецедентів $p_i \in P$, розташована в деякому n -мірному просторі, який описує поліхроматичний граф PG .

Кожен прецедент представлено своїм вектором

$$R_j, j = \overline{1, L}$$

вигляді вершини графу, а сукупність прецедентів одного типу – підграфом та описані матрицею $ALFA(N, n)$. Нехай прецеденти утворюють у даному просторі деяке число L -компактних локальних груп (кластерів, класів).

Задачею аналізу предметної області та виводу є виділення підграфів (локальних груп) на поліхроматичному графі: класів прецедентів, тобто кластеризація або класифікація $\frac{1}{N} \sum_{\alpha \in R_i} z_i$ в \rightarrow умовах невизначеності, що реалізують мінімізацію функціонала:

$$z_i = \frac{1}{N} \sum_{\alpha \in R_i} \alpha,$$

де L – заздалегідь задане число кластерів R_i , z_i – середнє по кластеру (центр кластера), N_i – число прецедентів у кластері R_i .

Обробка знань у динамічних експертних системах відбувається в три етапи:

- Формування Баз знань прецедентів.
- Побудова поліхроматичного графа предметної області.
- Здійснення розмірковувань та реалізація виводу.

Процедуру формування Баз знань прецедентів можливо здійснювати на основі модифікованого алгоритму ID3 [5].

Алгоритм забезпечує індуктивне формування знань за фактами і прикладами ситуацій. Знання в цьому випадку представляються у вигляді дерева рішень. ID3 – алгоритм формування дерева рішень, що послідовно будує дерево рішень з набору концептуальної та експертної інформації. Дерево будується рекурсивним методом «вниз». На кожному кроці побудови дерева алгоритм працює над набором аргументів, що асоційовані з вузлами на частковому дереві. Якщо всі аргументи на вузлі мають однакове значення, вузол перетворюється в лист. В іншому випадку обчислюється критерій для визначення найкращого набору аргументів у міру

просування вниз по кожній гілці. Після того, як тест для вузла був обраний, аргументи розділяються вниз по кожній гілці, і на кінці кожної гілки рекурсивно викликається алгоритм. У загальному випадку різний порядок аналізу ознак приводить до побудови різних дерев рішень. Крім того, велике значення має і визначення критерію для найкращого набору аргументів. У даному варіанті алгоритму ID3 пропонується для визначення порядку, в якому аналізуються ознаки, використовувати інформаційний критерій, що обчислюється за допомогою евристичної функції.

Послідовність створення правил для бази прецедентів наступна:

Перший крок – створення правил користувальницьких запитів. Ціль кожного правила користувальницьких запитів – довідатися в користувача значення конкретної ознаки. Тут же формуються критерії для функції оцінювання. Правила запитів сформовані таким чином, що вони спрацьовують тільки тоді, коли значення конкретної ознаки необхідно, але недоступно. Якщо, приміром, значення конкретних ознак були заявлені перед початком запуску правил класифікації, правила запитів для цих ознак ніколи не спрацюють. Звичайно правила користувальницьких запитів і класифікації спрацьовують по черзі. Правила

користувальницьких запитів генеруються за допомогою позачергового проходу по дереву. Під час проходу кожен вузол асоціюється з унікальним ідентифікатором, що використовується для перевірки перебування в даному вузлі на момент виконання правила.

Другий крок – створення правил класифікації. Задача правил класифікації – прохід дерева рішень по шляху від початку дерева до листа. Тоді, як правила запитів асоційовані з внутрішніми вузлами дерева рішень, правила класифікації – з гілками дерева.

Даний підхід має наступні переваги:

Перша перевага – економія часу в порівнянні зі створенням правил “вручну”. Друга перевага пов'язана з точністю правил для нових прецедентів. Третя перевага полягає в тому, що навіть якщо для рішення задачі визначена невелика кількість прецедентів, база правил, сформована за допомогою даного методу, може бути використана як початковий варіант рішення задачі.

На другому етапі у відповідність дереву рішень будується поліхроматичний граф, який відображає предметну область. Поліхроматичний граф будується із ієрархічних поліхроматичних множин [6], які відображають різноманітні класи прецедентів на дереві рішень.

Для реалізації процедур розміркування

Література

1. Алгоритмы и программы решения задач на графах и сетях / М.И. Нечипуренко, В.К. Попков, С.М. Майнагашев и др. – Новосибирск: Наука, 1990. – 515 с.
2. Гожий А.П., Калініна І.А. Розробка діагностичних систем реального часу в середовищі CLIPS // Штучний інтелект. – 2002. – № 3. – С. 384-392.
3. Гожий А.П. Метод представлення знань в інтелектуальних системах // Технічні вісті. – Львів, 2002. – № 1. – С. 5-8.
4. Джексон П. Введение в экспертные системы. – М.: Вильямс, 2001. – 624 с.
5. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – 4-е изд. – М.: Вильямс, 2003. – 864 с.
6. Павлов В.В. CALS-технологии в машиностроении (математические модели). – М.: ИЦ МГТУ СТАНКИН, 2002. – 328 с.
7. Quinlan J.R. Induction of Decision Trees // Machine Learning. – Boston, Massachusetts, 1(1). – 1986. – P. 81-106.
8. Oxman R. and Gero J.S. Using an Expert System for Design Diagnosis and Design Synthesis // Expert Systems. – 1997, 4(1). – P. 4-15.
9. Sriram D. et al. Knowledge-Based Expert Systems in Structural Design // Computers and Structures. – 1985, 20(13). – P. 1-9.

10. Feagin, Terry. Real-Time Diagnostic Expert Systems Using Bit Strings // Proceedings of the Fourth International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems. – Pp. 47-56. – Oak Ridge National Laboratory, 1989.
11. Corkhill Daniel. Blackboard Systems // AI Expert. – Pp. 41-47. – September, 1991.

Стаття надійшла до редколегії 15.03.2004 р.