

УНІВЕРСАЛЬНИЙ ЛОГІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ЯК БАЗОВИЙ АЛГОРИТМ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ

В статті запропоновано ряд підходів до розробки сучасних продукційних експертних систем, які є універсальними для вирішення широкого кола задач у різноманітних областях застосування. Розглянуто особливості практичного застосування в програмних реалізаціях.

In article it is offered development of the modern expert systems, which are universal for decision of the broad spectrum of the problems in miscellaneous application. Considered particularities of the practical application in programme realization.

Експертні системи (ЕС) як механізм автоматизації прийняття рішень та переносу накопиченого професійного досвіду знаходять все ширше застосування в найрізноманітніших областях діяльності людини [1, 2]. Цьому сприяє стрімкий розвиток і поширення комп'ютерної техніки, накопичення значних обсягів статистичної інформації в предметних областях та зусилля вчених по формалізації досліджуваних процесів різної природи.

Відтак, ключовим питанням при розробці експертних систем стає проектування їх структури та механізмів прийняття рішень [3], оскільки саме вони визначають ефективність робочих висновків та адекватність використання відповідних знань (правил) і даних. На сучасному етапі розроблено багато типів і моделей експертних систем; проте їх архітектура як правило строго відповідна предметній області чи типу вирішуваних задач. Такий підхід перешкоджає розробці загальної методології та розвитку напрямку у цілому [1].

Тому розробка універсальних методів проектування експертних систем і визначення загального для всіх застосувань набору ключових параметрів ЕС є на сьогодні нагальним питанням інформаційних технологій.

Досвід з розробки ЕС для різноманітних областей застосування дозволив встановити ряд характерних загальних властивостей експертних систем. Серед них можна особливо виділити наступні:

1. Більшість експертних систем може бути трансформована у вигляд ЕС оснований на правилах.
2. Архітектурно експертні системи мають ланцюгову поліструктуру (складаються з ряду однотипних алгоритмів, що вирішують ряд послідовних задач), причому подовження структури в обидва напрямки веде до прямого збільшення функціональності відповідної експертної системи.
3. Базовим елементом експертної системи є єдиний алгоритм виконання, що є елементарною складовою поліструктури ЕС, й може застосовуватись або в повному, або в обрізаному вигляді.
4. Математично навантаженою внутрішньою одиницею ЕС є механізм висновку (обирається один із ряду існуючих універсальних), принцип роботи якого напряму залежить від типу задачі, що стоїть перед відповідною ланкою експертної системи.

При цьому слід розрізняти експертні та аналітико-розрахункові системи: останні будуються за принципово відмінними закономірностями.

Далі розглянуто особливості використання встановлених властивостей експертних систем.

Експертні системи засновані на правилах (або продукційні системи) використовують знання, які кодуються в вигляді правил.

Процедурні знання чи правила являють собою набір певних процедур перетворення знань як даних [4]. При процедурному поданні знань немає потреби зберігати інформацію про всі можливі стани предметної області, достатньо мати опис початкового стану та процедур, що генерують необхідні стани на базі початкового.

Поділ знань на декларативні та процедурні суто умовний, і межа між цими знаннями рухома. Крім того, відомі нині моделі подання знань різною мірою використовують ті чи інші знання. Існує чотири типи моделей знань: логічні моделі, семантичні мережі, фреймові моделі та моделі продукції. Найпоширенішим типом моделей знань є модель продукції, яка найкраще відбиває процедурний характер знань. Основним конструктивним елементом даної моделі є так зване правило продукції (рис. 1), яке можна подати так:

ЯКЩО <умова> ТО <висновок чи дія>

При цьому ліва частина продукції «ЯКЩО» може містити кілька умов, які об'єднані знаками кон'юнкції та диз'юнкції (рис. 2). Права частина продукції виконується тоді, коли ліва частина істинна.

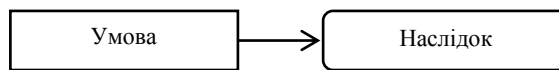


Рис. 1. Просте продукційне правило

Компонент «ГО» може містити висновки, твердження, ймовірності, вказівки, тобто набір певних процедур перетворення даних.

Таким чином, продукційна система складається з набору правил продукції (база знань) та набору фактів (база даних).

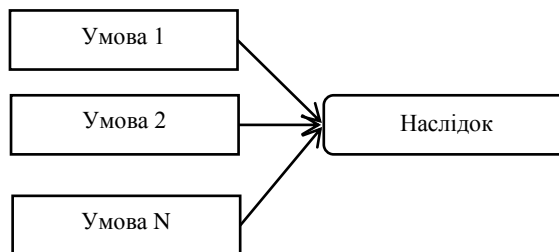


Рис. 2. Повне продукційне правило

В основу правил продукції покладено принцип: правило визначає шлях (тобто певний набір дозволених перетворень), за допомогою яких виконується перехід від початкового стану до кінцевого розв'язку задачі. Поточний стан відбивається за допомогою множини фактів, які фіксуються в базі даних.

Робота продукційної системи полягає у виконанні певної послідовності ітерацій. Кожна ітерація містить процедуру прийняття якогось рішення і виконання дій, що визначаються ним.

Система заснована на правилах складається з групи окремих елементів. Існує ряд правил, які керують фактами, збереженими в робочій пам'яті. Логіка використовується для того, щоб ідентифікувати правило, яке потрібно використовувати. Правила керують фактами, які зберігаються в робочій пам'яті. Після того, як була знайдена відповідність для правила, воно вступає в дію; при цьому робоча пам'ять може бути змінена, а може залишатися незмінною. Процес продовжується, доки не буде досягнута певна мета. На рисунку 3 графічно показана проста система заснована на правилах.

Робоча пам'ять (Working memory) являє собою структуру БД, в якій відомі на даний момент факти.

База знань (Knowledge base) містить групу правил БЗ, які управляють фактами в робочій пам'яті. Правила включають передумови і наслідки. Передумови (умови) виявляють, які факти повинні бути істинними, щоб правило вступило в дію. Наслідки задають дії, які повинні бути виконані в разі використання правила.

Система логічного виводу – це система з правилами, основана на логіці, яка визначає, які правила повинні бути застосовані, а також виконує їх. Цей процес зазвичай називають «цикл відповідність-дія». На рисунку 3 зображені фази системи заснованої на правилах.

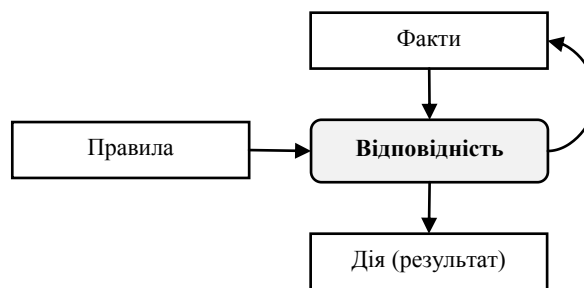


Рис. 3. Фази роботи системи заснованої на правилах

Під час фази «відповідність» (Match phase) кожне правило перевіряється на відповідність між набором його передумов і фактами в робочій пам'яті. Якщо відповідність знайдена, правило додається в набір конфліктів. Правила, для передумов яких не виявлені відповідності, будуть ігноруватися.

Фаза дії (Action phase) реалізує наслідки для вибраного правила.

Системи засновані на правилах використовуються для вирішення широкого спектру завдань, коли знання про проблеми кодується за допомогою мови програмування. Крім того, цей алгоритм дозволяє створювати системи управління, стійкі до помилок. Одна з основних відмінностей від прямого підходу полягає в тому, що при стандартному програмуванні кодується певне знання за допомогою наявних конструкцій. А системи, засновані на правилах, вимагають сформулювати знання у вигляді правил, які визначають передумови і наслідки. Часто це приводить до того, що інформація простіша і краще

сприймається. Переважна більшість завдань, що вимагають застосування експертних систем, можуть бути вирішені розробкою ЕС, основаних на правилах.

Архітектурно експертні системи складаються з ряду однотипних алгоритмів, що вирішують ряд послідовних задач, тобто ЕС мають ланцюгову поліструктуру.

Так, при роботі над медичною експертною системою [5] було визначено наступні етапи роботи ЕС:

- Етап ініціалізації (перевірка повноти даних у БД).
- Етап визначення діагнозу (хвороб по симптомах і даних).
- Етап визначення лікування (схем лікування по хворобам).

При розробці криміналістичної ЕС [6] було визначено такі етапи роботи:

- Етап ініціалізації (перевірка повноти даних у БД).
- Етап визначення складу злочину (статті по фактах і даних).
- Етап визначення меж покарання (комбінацій покарань по статтях).

У випадку з експертною системою по розпізнаванню емоцій [7] було визначено такі етапи роботи ЕС:

- Етап ініціалізації (перевірка повноти даних у БД).
- Етап визначення сили емоцій (сила прояву емоцій по проявах).
- Етап визначення емоційного стану (опис по співвідношенню сил прояву емоцій).

Ряд інших ЕС мав відповідну структуру. Причому часто фіксувалася можливість подовження структури в обидва напрямки, що веде до прямого збільшення функціональності відповідної ЕС.

При аналізі ланцюгової поліструктури експертних систем, було встановлено, що базовим елементом експертної системи може бути *єдиний алгоритм виконання* (рис. 4), який і буде прийнятий за елементарну складову поліструктури ЕС.

Так, для Етапу визначення діагнозу в медичній ЕС алгоритм буде застосований наступним чином:

- Актуальні дані: поточні симптоми поточного хворого.
- Виконавчий механізм: система логічного виводу діагнозів і вирішення конфліктів.
- Блок контролю даних: активується, коли невідомою є частина даних до активованих відомими даними правилах.
- Блок діалогу з користувачем: запитання невідомої інформації інтерактивно, без виходу із системи.
- Запит даних – результату попереднього етапу: запитання невідомої інформації із виходом з системи, наприклад направлення на обстеження.
- Завершення без реакції – наприклад, якщо пацієнт здоровий.
- Завершення із реакцією – наприклад, якщо хвороба визначена як хронічна.
- Перехід до наступного механізму – передача встановленого діагнозу та параметрів визначених хвороб до механізму призначення схем лікування.
- БД: надає інформацію по анамнезу життя, хвороб та лікування пацієнта.
- БЗ: надає правила діагностування (визначення хвороб).

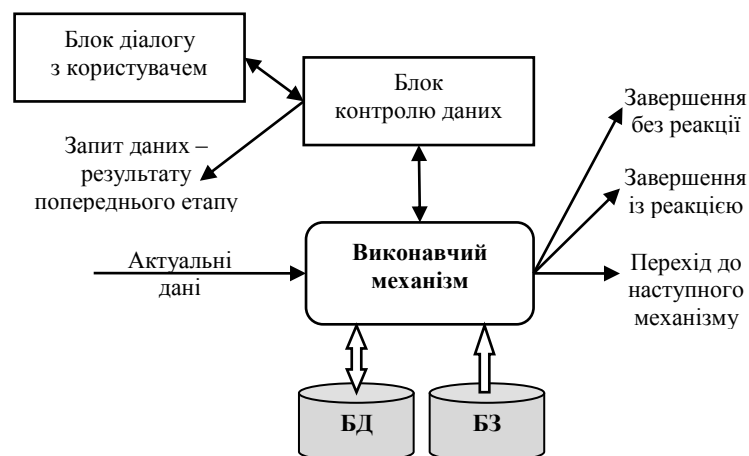


Рис. 4. Єдиний алгоритм виконання як базовий елемент ЕС

Дана модель є універсальною й може застосовуватись або в повному, або в обрізаному вигляді у залежності від предмету й характеру роботи підсистеми ЕС.

В результаті актуалізації кількох правил одночасно, між їхніми наслідками можуть виникати конфлікти. В таких випадках застосовується спеціальний *механізм вирішення конфліктів*, що діє за наперед заданим алгоритмом (рис.5).

Циклічність роботи системи обумовлена тим, що наслідки одних правил можуть бути умовами для

інших правил.

Будь-яка ЕС є системою автоматизованою, а не автоматичною, тобто в роботі системи передбачається наявність і участь людини. При цьому користувач задає початкові дані, тобто факти, які необхідні для забезпечення функціонування системи.

Принцип роботи механізму вирішення конфліктів залежить від типу задачі, що стоїть перед відповідною ланкою експертної системи й обирається один із ряду існуючих універсальних, що на сьогоднішній день широко використовуються. Механізму вирішення конфліктів є найбільш навантаженою математично внутрішньою одиницею експертної системи.

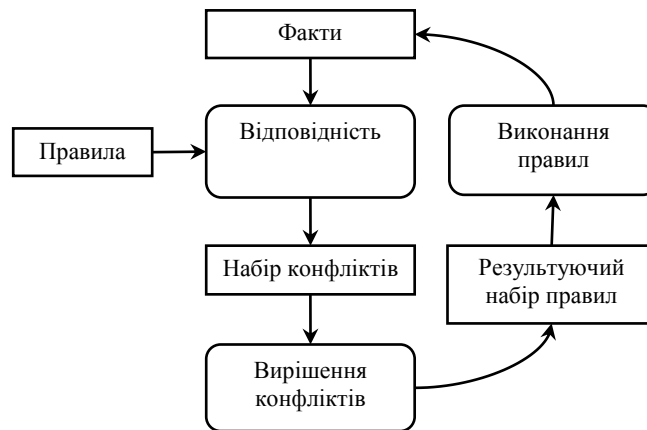


Рис. 5. Повний цикл роботи продукційних ЕС

На думку авторів, використання вищенаведених універсальних підходів до розробки експертних систем дозволить значно прискорити й спростити розробку повноцінних й ефективних ЕС, які до того ж матимуть змогу використовувати єдині сховища даних.

Таким чином, у статті запропоновано ряд підходів до розробки сучасних продукційних експертних систем. Запропоновані положення є універсальними для вирішення широкого кола задач у різноманітних областях застосування. Розглянуто особливості практичного застосування в програмних реалізаціях.

Література

1. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341с.
2. Экспертная система поддержки принятия решений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vashurin.narod.ru/Docs/fuzzy.htm>
3. Система «Триз-Шанс» – Экспертные системы для принятия бизнес-решений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.triz-ri.ru/themes/school/school27.asp>
4. Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М. Тим Джонс; Пер. с англ. Осипов А.И. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 312с.
5. Зубик О.В., Мазурець О.В. Комплексний підхід до розробки експертної системи медичного діагностування та генерації схем лікування // Актуальні проблеми комп'ютерних технологій. Збірник наукових праць за матеріалами четвертої всеукраїнської науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2010» – Хмельницький: ХНУ, 2010. – Т1 – С.95-102.
6. Тимофеева М.С., Білий П.Р., Мазурець О.В. Розробка експертної системи юридичного супроводу // Актуальні проблеми комп'ютерних технологій. Збірник наукових праць за матеріалами четвертої всеукраїнської науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2010» – Хмельницький: ХНУ, 2010. – Т2 – С.124-129.
7. Чумак А.Ю., Мазурець О.В. Двофазний метод проектування експертної системи визначення психоемоційного стану людини // Актуальні проблеми комп'ютерних технологій. Збірник наукових праць за матеріалами четвертої всеукраїнської науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2010» – Хмельницький: ХНУ, 2010. – Т2 – С.172-176.