

CONCEPTUAL BASES FOR THE DESIGN AND FUNCTIONAL SPECIFICATION OF EXPERT SYSTEMS: IDENTIFICATION OF DIFFERENCES AND COMMON FEATURES WITHIN ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS**Ovcharuk V.***PhD, Docent, Associate Professor of the Department of Information Technology, Artificial Intelligence and Cyber security, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine***КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СПЕЦИФІКАЦІЇ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ: ДЕТЕРМІНАЦІЯ ВІДМІННОСТЕЙ ТА СПІЛЬНИХ РИС У МЕЖАХ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ****Овчарук В.***К.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки, Національний університет харчових технологій, Київ, Україна
<https://doi.org/10.5281/zenodo.19893267>***Abstract**

This article examines the basic concepts of expert system design. It identifies the main structural elements of expert systems and their characteristics. The foundation of an expert system is a body of knowledge structured to formalize the decision-making process. It has been demonstrated that an expert system based on If – Then rules is one of the most effective and suitable for use in automated systems

Анотація

В статті розглянуто основні концепції побудови експертних систем. Визначені основні структурні елементи експертних систем та їх характеристики. Основою експертної системи є сукупність знань, структурованих з метою формалізації процесу ухвалення рішень. Було доведено, що експертна система, яка заснована на правилах If – Then, є однією з найбільш ефективних і доцільних для застосування в автоматизованих системах..

Keywords: artificial intelligence, knowledge engineering, expert systems, If–Then rules, automated systems.**Ключові слова:** штучний інтелект, інженерія знань, експертна система, правило If – Then, автоматизовані системи.

Вступ. Постійне збільшення обсягів наявної інформації висуває вимоги щодо створення комп'ютерних засобів подання, збереження, систематизації, пошуку та іншої обробки інформації. При цьому особлива потреба виникає у створенні систем, що здатні узагальнювати та аналізувати інформацію, адаптуватися до її змін, спілкуватися з користувачем природною мовою, приймати рішення в умовах неповної, ненадійної та суперечливої інформації.

Відомо, що розвиток науки базується на отриманні об'єктивних і системно-організованих знань, які допомагають людям раціонально організувати свою діяльність і вирішувати різні проблеми. Сучасні комп'ютерні технології зумовили розвиток інженерії знань – області науки про штучний інтелект, яка вивчає методи і засоби отримання, подання, структурування і використання знань. Інженерія знань пов'язана з розробкою баз знань і експертних систем.

Метою даної статті є аналіз ефективності та обґрунтування доцільності впровадження експертних систем, визначення переваг експертних систем над традиційними системами штучного інтелекту.

Актуальність проблеми Переваги та ефективність застосування експертних систем у не викликають сумнівів. Експертні системи допомагають економити час при вирішенні досить складних

інтелектуальних завдань. Крім того, експертні системи допомагають замінити досить високооплачувана працю людини-експерта.

Аналіз літературних джерел. В відомій літературі [1–4] описана структура та функції експертних систем, їх призначення, важливість та необхідність у їх створенні. Але у зв'язку з відсутністю єдиного підходу до створення таких систем виникає необхідність розробки методики побудови ЕС.

Основний матеріал. Основним призначенням експертних систем є розробка програмних продуктів, які при вирішенні задач, складних для людини, отримують результати, що не поступаються за якістю та ефективністю розв'язку, отриманим людиною-експертом. Експертні системи використовуються для вирішення так званих неформалізованих задач, загальним для яких є: задачі не можуть бути задані у числовій формі; мету не можна виразити у термінах точно визначеної функції мети; алгоритмічного розв'язку задачі не існує, або, в іншому випадку, його не можна використовувати через обмеженість ресурсів (час, пам'ять). Окрім того, у неформалізованих задачах присутня помилковість, неповнота, неоднозначність та протиріччя як вихідних даних, так і знань про задачу, що вирішується.

Експертна система (ЕС), насамперед, є програмним продуктом, і її призначення – автоматизація

діяльності людини. Однак принциповою відмінністю ЕС від інших програм є те, що вона виступає не в ролі «асистента», що виконує за людину частину роботи, а в ролі «компетентного партнера» – експерта-консультанта в будь-якій конкретній предметній області. ЕС акумулюють у собі і тиражують досвід і знання висококваліфікованих фахівців, дозволяють користуватися цими знаннями користувачам «неспécialістам» в даній предметній області. Тому ЕС не замінюють собою експерта в його діяльності, а, навпаки, розширюють можливу сферу застосування знань авторитетних фахівців. Крім того, здатності ЕС вирішувати поставлені перед ними завдання не зменшуються з часом і не забуваються при відсутності практики, легко поширюються, так як є комп'ютерною програмою, прекрасно документовані, при багаторазовому вирішенні однієї і тієї ж задачі ЕС видають одне і теж рішення на відміну від людини, яка піддається емоційним факторам, експлуатація ЕС значно дешевше, ніж оплата праці людини-експерта.

Таким чином, призначенням експертних систем є консультування з вузькоспеціальних питань при прийнятті рішень людиною, для посилення і розширення професійних можливостей її користувачів.

Традиційними галузями застосування експертних систем є наступні: інтерпретація даних, діагностика, моніторинг, проектування, прогнозування, планування, навчання.

Існують певні технології розробки ЕС, що складаються з таких шести етапів: ідентифікація, концептуалізація, формалізація, реалізація, тестування і дослідно-експериментальна експлуатація. На етапі ідентифікації визначаються задачі, які підлягають розв'язанню, виявляються проміжні цілі розробки, визначаються експерти за напрямом і типи користувачів. Етап концептуалізації призначений для змістовного аналізу проблемної області, виявлення наявної інформації та визначення множини альтернативних методів розв'язання поставлених задач. На етапі формалізації обирається інструментарій і визначаються способи зберігання та представлення всіх типів знань, формалізуються основні поняття, визначаються способи інтерпретації знань, моделюється робота системи, оцінюється адекватність понять, методів розв'язання, засобів подання і маніпулювання знаннями. На етапі виконання здійснюється наповнення експертом бази знань.

Експертна система - це програмний засіб, що використовує експертні знання для забезпечення високоефективного рішення неформалізованих задач у вузькій предметній області [2]. Основу ЕС складає база знань (БЗ) про предметну область, що накопичується в процесі побудови й експлуатації ЕС. На рис. 1 зображені основні властивості ЕС.

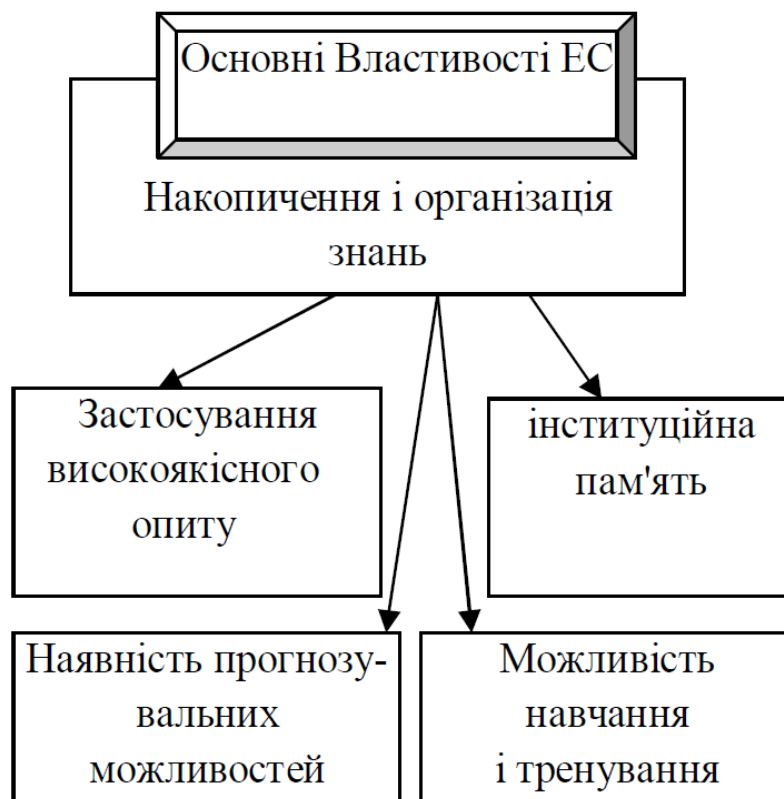


Рис. 1. Основні властивості експертних систем

Властивості ЕС:

1). Застосування для рішення проблем високо-якісного досвіду, який представляється рівнем мислення найбільш кваліфікованих експертів у даній області, що веде до творчих, точних та ефективних рішень.

2). Наявність прогностичних можливостей, тобто використання принципу «If... Then... Else...». Це означає, що системи можуть видавати відповіді на поведінку в конкретній ситуації і показувати, як зміняться ці відповіді у нових ситуаціях [3]. Це дасть змогу користувачу оцінити можливий вплив нових фактів або інформації та зрозуміти, як вони пов'язані з рішенням.

3). Забезпечення такої нової якості як інституціональна пам'ять за рахунок бази знань, що входить до складу ЕС (експерти можуть з часом змінюватися, а їх досвід залишається).

4). Можливість використання ЕС для навчання та тренування спеціалістів і робітників, забезпечуючи їх великим багажем досвіду і стратегій.

У розробці й експлуатації експертної системи беруть участь такі фахівці:

✓ Експерт – висококваліфікований фахівець у проблемній області, задачі якої повинна вирішувати експертна система, який визначає знання, що характеризують проблемну область, забезпечує повноту і правильність введених в систему знань.

✓ Інженер зі знань (когнітолог) – фахівець з розробки експертних систем, який виступає в ролі проміжного буфера між експертом і базою знань. Він допомагає експерту виявити і структурувати знання, необхідні для роботи експертної системи, здійснює вибір інструментального засобу, що найбільше підходить для даної проблемної області, визначає спосіб подання знань у цьому інструментальному засобі.

✓ Програміст – фахівець з розробки інструментальних засобів, що здійснює їхнє створення і сполучення з тим середовищем, у якому вони будуть використовуватися.

✓ Користувач – людина, що використовує вже побудовану експертну систему.

Взаємозв'язки основних учасників побудови та експлуатації експертної системи наведені на рис. 2.

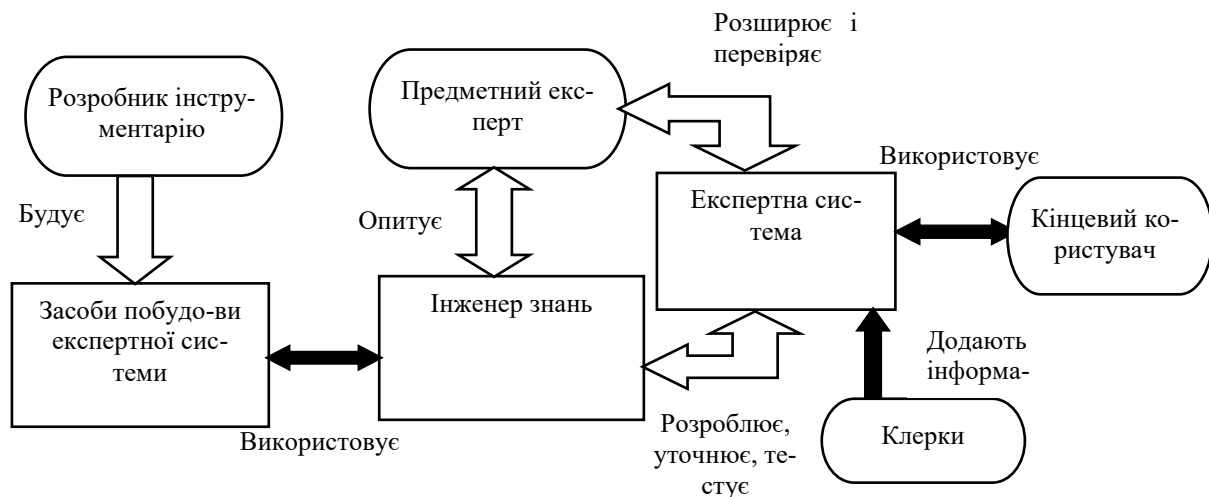


Рис. 2. Взаємозв'язки основних учасників побудови та експлуатації експертної системи

Експертна система (рис. 2) містить такі основні компоненти, як: машина логічного виведення (вирішувач, інтерпретатор правил), база знань, підсистема набуття знань, підсистема пояснення рішень, інтерфейсна підсистема (діалоговий компонент), робоча пам'ять (база даних).

База знань – найбільш цінний компонент ядра ЕС, що містить сукупність знань про предметну область і способи вирішення задач, які записані у формі, зрозумілій неспеціалістам в програмуванні: експерту, користувачеві. У базі знань зберігаються довгострокові знання, що описують предметну область у вигляді загальних фактів (фраз без умов, що містять твердження, які завжди є абсолютно вірними) і правил (тверджень, істинність яких залежить від деяких умов, що утворюють тіло правила, які описують доцільні перетворення фактів цієї області з метою породження нових фактів або гіпотез.

Робоча пам'ять (база даних) – призначена для збереження вихідних даних (фактів, що описують поточну ситуацію).

Машина логічного виведення (вирішувач) – основна частина експертної системи, яка, використовуючи інформацію з бази знань генерує рекомендації з вирішення задачі та містить інтерпретатор, диспетчер і робочий список правил).

Оболонка експертної системи – програма, що забезпечує взаємодію між базою знань та машиною логічного виведення. Користувач взаємодіє з оболонкою через інтерфейсну підсистему, передаючи їй запити. Остання активізує машину логічного виведення, яка звертається до бази знань, вибирає в ній і генерує в процесі логічного виведення знання, необхідні для відповіді на конкретне питання, і передає сформовану відповідь користувачу або як рішення проблеми, або у формі рекомендації чи поради.

Інтерфейсна підсистема організує взаємодію користувача і експертної системи в процесі вирішення задачі за допомогою перетворення запитів користувача у внутрішню мову подання знань експертної системи і навпаки.

Підсистема набуття знань – автоматизує процес наповнення експертної системи знаннями експертом або інженером зі знань через редактор бази знань.

Підсистема пояснень – дозволяє контролювати хід суджень експертної системи і пояснювати її рішення або їхню відсутність з вказівкою використаних знань.

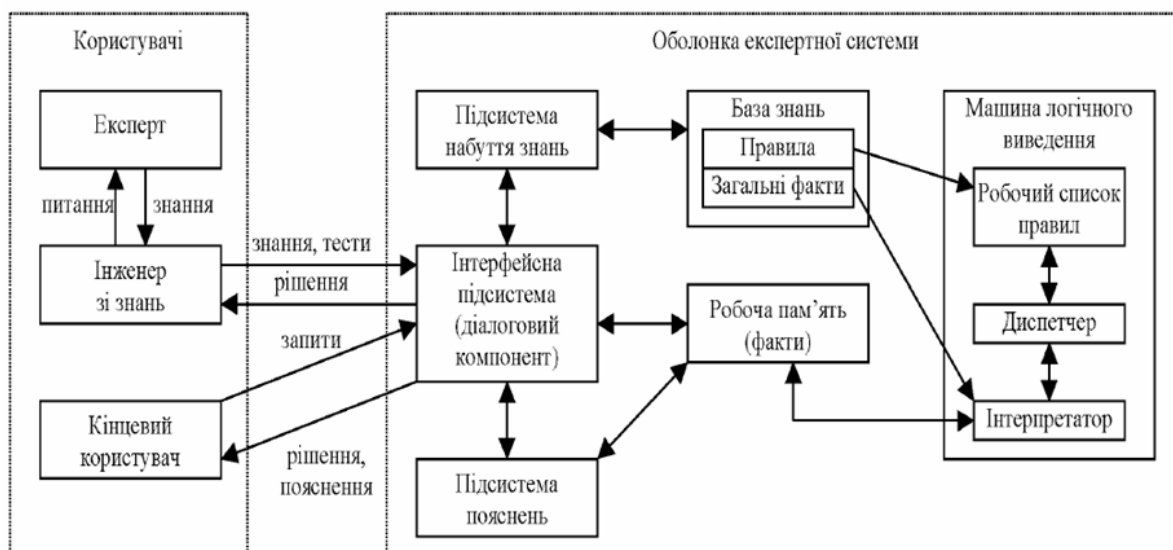


Рис. 3. Схема ідеальної статичної експертної системи

Аксіоматичне формування експертної системи:

$$ES_{ia}^{ja} (i \in I, j \in J), k \in K, a \in A \quad (1)$$

Повністю визначається парою $(Da, \xi a)$, де

$$D_a = (DB_{ia}^{jk}, KB_{ia}^{jk}, CB_{ia}^{jk}) \quad (2)$$

де DB_{ia}^{jk} – база даних, KB_{ia}^{jk} – база знань,

CB_{ia}^{jk} – зв'язуючи правила.

Однією з найбільш важливих проблем, характерних для систем, заснованих на знаннях, є проблема подання знань. Типовими моделями подання знань є:

- логічна модель;
- модель, заснована на використанні правил (продукційна модель);
- модель, заснована на використанні фреймів;
- модель семантичної мережі.

Представлення знань у вигляді продукцій найбільш поширене в експертних системах, так як запис знань фактично ведеться на підмножині природної мови. Наслідком цього є те, що правила легко читаються, їх просто зрозуміти і модифікувати, експерти можуть без проблем сформулювати нове правило або вказати на помилковість якого-небудь існуючого.

В якості умови і дії в правилах може бути, наприклад, припущення про наявність тієї чи іншої властивості, що приймає значення істина або неправда. При цьому терміни дії слід трактувати широко: це може бути як директива до виконання будь-якої операції, рекомендація, або модифікація бази знань – припущення про наявність якого-небудь похідного властивості.

При використанні продукційної моделі база знань складається з набору правил. Знання представлені у вигляді речень (продукцій) типу: If (умова) - Then (дія)».

Під умовою розуміється деяке речення-зразок, за яким здійснюється пошук у базі знань, а під дією – дії, що виконуються при успішному результаті пошуку. Як в умові, так і у дії правила можуть враховувати декілька виразів, що об'єднані логічними зв'язками AND, OR, NOT.

Результати роботи експертної системи доступні користувачеві через діалоговий інтерфейс. Він за необхідності дозволяє ознайомитися з ходом логічних міркувань системи що призводить до отримання даного результату.

Для того, щоб ЕС змогла швидко і якісно пояснювати правильність своїх відповідей, а також доцільність поставлених запитань, вона записує в робочій пам'яті хід своїх міркувань та їх послідовність. Факт можливості дістати пояснення надає користувачу ілюзію, ніби-то система перевіряє відповідність правил, що записані в базі знань. Між тим ЕС пояснює свої дії виключно лише видаючи інформацію про хід процесу міркувань. В ЕС продукційного типу пояснення записуються в базу знань за допомогою модифікованого правила продукції:

Правило XXX ЯКЩО < умова >

ТО < висновок чи дія >

ТОМУ ЩО < обґрунтування >

Обґрунтування – це текст, що його дістане користувач після використання даного правила, маючи намір дістати пояснення.

Висновок. Особливості ЕС полягають у тім, що вони повинні володіти:

1. Компетентністю, а саме:

– досягати експертного рівня рішень (тобто в конкретній предметній області мати той же рівень професіоналізму, що й експерти-люди);

– мати активну працездатність (тобто застосовувати знання ефективно і швидко, уникаючи, як і люди, непотрібних обчислень);

– мати адекватну працездатність (тобто здатність лише поступово знижувати якість роботи з міри наближення до границь діапазону компетентності або припустимої надійності даних).

2. Можливістю до символічних міркувань, а саме:

– представляти знання в символічному вигляді;
– переформулювати символічні знання. На жаргоні штучного інтелекту символ – це рядок знаків, що відповідає змісту деякого поняття. Символи поєднують, щоб виразити відносини між ними. Коли відносини представлені в ЕС вони називаються символічними структурами.

3. Глибиною, а саме:

– працювати в предметній області, що містить важкі задачі;

– використовувати складні правила (тобто використовувати або складні конструкції правил, або велику їх кількість);

4. Самосвідомістю, а саме:

– досліджувати свої міркування (тобто перевіряти їхня правильність);

– пояснювати свої дії.

Таким чином перевагою експертних систем є те, що вони, використовуючи декларативні бази да-

них, а також продукційні правила, відносини, прототипи, схеми і семантичні мережі, для уявлення і використання знань, що містяться в них, відкривають дійсно новий підхід до програмування, який полягає в можливості передачі від людини до програми найпростішим чином знань неврегульованої структури в довільних областях.

Список літератури:

1. Вступ до експертних систем: Навч. посіб. / Кравець В.О., Хавіна І.П. та ін. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2006. – 232 с.

2. Кургаєв О. П. Аналіз моделей представлення знань // Нові комп'ютерні засоби, обчислювальні машини та мережі. – К.: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2001. – Т.1. – С. 129–135.

3. Bostrom N. Superintelligence. Paths, Dangers, Strategies [Текст] / N. Bostrom. – Oxford University Press, 2016 – 432pp.

4. Smart Computing and Self-Adaptive Systems. Edited By Simar Preet Singh, Arun Solanki, Anju Sharma, Zdzislaw Polkowski, Rajesh Kumar CRC Press, 2022 – 288pp.