

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АРХІТЕКТУРНИХ СТИЛІВ СПОРУД

В статті наведено опис та практична реалізація експертних систем (ЕС) архітектурного спрямування різними інструментальними засобами розробки ЕС: мова логічного програмування Visual Prolog, яка є одним з найпоширеніших інструментальних засобів розробки ЕС, та програмне середовище Clips, яке є сучасним інструментом, що забезпечує ефективність та швидкість розробки експертних систем (expert system tool). Вибір інструментальних засобів для побудови ЕС було обумовлено особливостями постановки задачі та зручністю експлуатації таких ЕС.

Розроблені експертні системи можна використовувати для автоматизації навчального процесу студентів-архітекторів по виявленню їх знань стосовно найбільш знаних архітектурних стилів, а також для пояснення студентам комп'ютерних спеціальностей основних можливостей мови логічного програмування та програмного середовища, призначеного для розробки експертних систем.

Завданням дослідження є проектування та розробка експертних систем на основі продукційної моделі подання знань про предметну область. В розроблених експертних системах використовувалась евристична парадигма програмування. Результатом роботи є створені на основі правил продукції бази знань про стилі архітектури. Розроблені експертні системи мають змогу доповнювати базу знань вузькоспеціалізованими знаннями в області архітектурних стилів.

Ключові слова: логічне програмування, середовище програмування, продукційна система, експертна система, архітектурні стилі, Visual Prolog, Clips.

O.O. PETROVA, Y.S. LYSENKO, Y.V. KACHANOV
Kharkiv national university of civil engineering and architecture

USE OF SOFTWARE FOR ARCHITECTURAL STYLES DETERMINATION OF BUILDINGS

Abstract – The article includes the description and practical implementation of architecture-orientated expert systems (ES) by various ES development tools, such as the language of logical programming called Visual Prolog, which is one of the most commonly used tools of ES development, and the Clips software environment, which is a modern tool providing efficiency and high development speed of expert systems (expert system tool). Such tools choice for building the ES was made due to peculiarities of the task and for easy usage of such ES.

The developed expert systems can be used to automate the educational process of students-architects to identify their knowledge of the most well-known architectural styles, as well as to explain to students of computer specialties languages of logical programming main features and the software environment designed for the development of expert systems.

The research objective is the design and development of expert systems based on the production model of presentation of knowledge about the subject area. In the developed expert systems a heuristic programming paradigm was used. The result of the work is the creation of knowledge base of the architectural styles based on the production system rules. The developed expert systems have the ability to supplement the knowledge base with highly specialized knowledge in the field of architectural styles.

Keywords: logical programming, programming environment, production systems, expert system, architectural styles, Visual Prolog, Clips.

Вступ

Основним призначенням експертної системи є розробка програмних засобів, які при рішенні задач, важких для людини, одержують результати, що не уступають по якості й ефективності розв'язкам, що одержуються людиною-експертом [1]. Використання ЕС виглядає наступним чином: користувач вводить інформацію на деякій формалізованій мові і отримує відповідь системи, яка може бути: або рішенням проблемної ситуації, яка описана користувачем, або вказівкою на те, що необхідні додаткові дані, або знання, або судження про те, що рішення не існує. База знань ЕС вміщує факти (дані) та правила, які використовують факти для прийняття рішень. Механізм виводу вміщує інтерпретатор, який визначає яким чином використовувати правила для виводу нових знань, та диспетчер, який установлює порядок використання цих правил.

За типом методів та знань, що використовуються, інструментальні засоби для розробки ЕС можна поділити на традиційні, які використовують тільки методи та способи представлення інженерії знань, та гібридні, які поєднують підходи інженерії знань з підходами, що розвинені в традиційних мовах програмування при представленні даних та використанні підпрограм.

У програмуванні, орієнтованому на правила, поведінка визначається множиною правил вигляду умова-дія. Умова задає образ даних, при виникненні якого дія правила може бути виконана. В парадигмі, що орієнтована на правила, поведінка (послідовність дій) задається не заздалегідь визначеною послідовністю правил, а формується на основі тих даних і їх значень, які в поточний момент обробляються програмою (системою). Формування поведінки здійснюється за наступною схемою: умови правил зіставляються з поточними даними, і ті правила, умови яких задовольняються значеннями поточних даних, стають претендентами на виконання. На наступному кроці за певним критерієм виконується вибір одного правила серед претендентів і його виконання, тобто виконання дії, зазначеної в правій частині правила [2].

Вибір програмних продуктів для розробки ЕС архітектурного спрямування обумовлено

необхідністю створювати бази даних та працювати з фактами та правилами. Мова Visual Prolog обрана як інструментальний засіб розробки ЕС тому, що в Visual Prolog використовується єдине представлення знань та мова Visual Prolog має вбудований в неї механізм логічного виводу, який використовується при розробці ЕС. Для ЕС, написаних мовою Visual Prolog характерні мінімальний час розробки та максимальна швидкість виконання. Середовище Clips надає користувачам можливість створення ефективних та легко керованих ЕС.

Постановка проблеми

Як галузь суспільного виробництва, мистецтво архітектури залежить від досягнень науково-технічного прогресу, характеру виробничих відносин, від природних і кліматичних умов, художніх смаків та інше.

В останні десятиліття якісні зміни будівельної техніки, створення нових конструкцій і матеріалів істотно вплинули на сучасну архітектуру. Багатогранність практичних потреб людства зумовила створення і будівництво найрізноманітніших типів і видів споруд, з яких утворюються ансамблі, комплекси та міста.

У процесі розвитку архітектури окремих країн і народів, залежно від матеріальних, духовних і природних умов суспільного життя, склалися різноманітні архітектурні стилі, що визначаються своєрідністю взаємопов'язаних типів споруд, будівельних конструкцій та архітектурних форм [3].

Фахівцями-архітекторами було виділено одинадцять архітектурних напрямів: стародавня архітектура, антична архітектура, ренесанс (відродження), готика, класицизм, бароко або рококо, еkleктика, модерн, постмодернізм, хай-тек, деконструктивізм [4].

Класифікацію архітектурних стилів можна розбити на періоди з виокремленням в кожному періоді стилю з його характерними ознаками [5]:

- античний період (давньогрецька та давньоримська архітектури);
- середньовіччя (візантійська архітектура, романський стиль, готичний стиль);
- ренесанс;
- новий час (бароко, класицизм);
- новітній час (авангард (функціоналізм), модернізм (інтернаціональний стиль).

Розглянута предметна область відноситься до знань, які загально відомі, тому при створенні ЕС використовувалися основні поняття, відомості і відомі способи отримання відповідей.

Головною метою розробки ЕС різними програмними засобами була розробка та використання програм в якості комп'ютерної системи навчання студентів-архітекторів та студентів спеціальності «Комп'ютерні науки». В розроблених експертних системах закладено навчальний матеріал в галузі архітектури та застосовано інструментальні можливості програмних засобів розробки ЕС.

Аналіз останніх досягнень та публікацій

Аналіз літературних джерел показав наявність тестів по визначенню архітектурних стилів, але ці тести не об'єднують як ЕС знання, досвід кваліфікованих спеціалістів. Розроблені ЕС не претендують на повноту висвітлення матеріалу та охоплення інформації, накопиченою людством в галузі архітектурних стилів, але поповнюючи створену базу знань ЕС новими фактами та правилами, які розширюють характерні ознаки кожного архітектурного стилю, можливо покращити контроль та керування процесом навчання студентів не тільки архітектурного, але й комп'ютерного напрямку.

В статті [6] розглядаються проблеми використання та розробки ЕС в освіті, зокрема в дистанційній, і зазначається, що бази знань таких ЕС дозволяють відобразити мінімальний зміст предметної області з урахуванням її кількісної та якісної оцінок. Розглянуті в даній роботі публікації аналізують теоретико-педагогічні аспекти використання ЕС, а не технічні та архітектурні.

В статтях [7–9] мова логічного програмування була використана авторами для розробки експертних систем технічного, економічного та астрономічного спрямування.

Експертні системи, що розроблені авторами, мають достатньо повну базу знань для правильного визначення архітектурного стилю та надають рекомендації з урахуванням характеристик кожного стилю.

Проектування та реалізація експертних систем

Розроблена мовою логічного програмування Visual Prolog експертна система призначена для визначення архітектурного стилю за його характерними ознаками, має типові розділи програми: Domains, Predicates, Clauses, і використовує евристичну парадигму програмування. У розділі програми Domains задекларовані наступні змінні: str=string – рядок, int=integer – ціле число, intlist=integer* – список цілих чисел. Застосування даних доменів та їх зміст поданий у описаних предикатах (розділ Predicates):

- nondeterm done(int) – предикат для додавання фактів в базу даних;
- nondeterm rule(int,str,str,intlist) – предикат для визначення правил, що містять число в якості першого аргументу, рядки в якості другого і третього аргументів та список чисел для четвертого аргументу;
- nondeterm search(str) – предикат для пошуку архітектурних стилів у внутрішній базі даних;
- nondeterm determination(intlist) – предикат для виклику питань (question) для кожного елементу списку цілих чисел;
- nondeterm question(int) – предикат для опитування стосовно характерних особливостей архітектурних стилів (аргумент зберігається в якості цілого числа).


```

question(X):-fact(X,"y"),!.
question(X):-fact(X,"n"),!,fail.

question(1):-write("У здания есть колонны?"),!,done(1).
question(2):-write("У здания есть арки?"),!,done(2).
question(3):-write("У здания отсутствуют украшения?"),!,done(3).
question(4):-write("У здания есть купола?"),!,done(4).
question(5):-write("У здания есть башни?"),!,done(5).
question(6):-write("У здания есть сильно вынесенный карниз?"),!,done(6).

```

Рис. 2. Фрагмент набору питань, розробленої ЕС мовою Visual Prolog

Стратегія пошуку рішень та визначення цілей наведені на рис. 3.

```

search(X):- rule(N, X, Y, Z), determination(Z), !,
write(" Похоже на ", X, " - ", Y, " (правило ", N, ")", nl,
search(Y).
search("Архитектурный стиль"):- write("этот архитектурный стиль системе не известен!"),nl,!.
search("Античность"):- write("этот архитектурный стиль системе не известен!"),nl,!.
search("Средневековье"):- write("этот архитектурный стиль системе не известен!"),nl,!.
search("Ренессанс"):- write("этот архитектурный стиль системе не известен!"),nl,!.
search("Новое время"):- write("этот архитектурный стиль системе не известен!"),nl,!.
search("Новейшее время"):- write("этот архитектурный стиль системе не известен!"),nl,!.
search(_).

determination([]).
determination([X|Y]):- question(X), determination(Y).

done(X):- nl, readln(Y), assert(fact(X, Y)), Y="y".

goal
retractall(_), search("Архитектурный стиль").

```

Рис. 3. Стратегії пошуку рішень та визначення цілей розробленої ЕС мовою Visual Prolog

Результат визначення ЕС архітектурного стилю «Давньоримська архітектура» наведено на рис. 4.

```

У здания есть колонны?
у
У здания есть арки?
у
Похоже на Архитектурный стиль - Античность (правило 1)
У здания есть фронтоны?
п
У здания есть арочные ряды?
у
У здания есть арочные проёмы?
у
У здания есть цилиндрические своды?
у
У здания есть стена с ордерной декорацией в виде полуколонн?
у
Похоже на Античность - Древнеримская архитектура (правило 7)
yes|

```

Рис. 4. Результат виведення архітектурного стилю «Давньоримська архітектура»

Друга ЕС для визначення архітектурного напрямку споруди розроблена в середовищі Clips, який є сучасним інструментом, що забезпечує ефективність та швидкість розробки експертних систем (expert system tool). Відмінною особливістю Clips є конструктори для створення баз знань [10]. ЕС працює в режимі введення відповідних команд і конструкторів мови безпосередньо в середовищі Clips. Евристичний механізм подання знань в ЕС реалізовано за допомогою фактів і правил. Таке представлення близьке до людського мислення і відрізняється від програм, написаних на традиційних алгоритмічних мовах, де дії впорядковані і виконуються строго за алгоритмом.

База знань розробленої ЕС містить в собі двадцять два правила (до одинадцяти запитань), на основі яких експертна система може зробити вибір архітектурного стилю. Для цього користувачеві, який проводить встановлення архітектурних стилів, необхідно надати відповіді на ряд запитань, які виводяться системою (рис. 5).

```

(rule (if size.type is large and
column is yes)
(then type.architecture is Ancient))
(rule (if size.type is large and
column is no)
(then type.architecture is Prehistoric))
(question column is "Does the building have the columns?")

(rule (if size.type is little and
pointed.shapes is yes)
(then type.architecture is Gothic))
(rule (if size.type is little and
pointed.shapes is no)
(then archit.type is nogothic))
(question pointed.shapes is "Does the building have many stained glass windows and a pointed shapes?")

(rule (if archit.type is nogothic and
strong.symmetry is yes)
(then subtype is strong))
(rule (if archit.type is nogothic and
strong.symmetry is no)
(then type.architecture is Revival))
(question strong.symmetry is "Does the building have a strong symmetry of forms and construction?")

(rule (if subtype is strong and
bright is yes)
(then type.architecture is Baroque/Rococo))
(rule (if subtype is strong and
bright is no)
(then type.architecture is Classicism))
(question bright is "Is the building bright and does it have fanciful of forms?")

```

Рис. 5. Правила експертної системи, яка розроблена в середовищі Clips

В результаті виконання аналізу даних експертна система може надати дванадцять варіантів, тобто одинадцять напрямів архітектури та випадок, коли встановити напрям архітектури неможливо через брак інформації. Можливими варіантами рекомендацій ЕС по визначенню архітектурного стилю споруди є наступні:

Prehistoric (стародавня архітектура); Ancient (антична архітектура); Renaissance (відродження); Gothic (готика); Classicism (класицизм); Baroque/Rococo (бароко або рококо); Eclectic (еклектика); Modern (модерн); Postmodernism (постмодернізм); High-tech (хай-тек); Deconstruction (деконструктивізм); Unknown (невизначений архітектурний стиль).

Результат визначення експертною системою в середовищі Clips архітектурного стилю «Антична архітектура» наведено на рис. 6.

```

CLIPS> (reset)
CLIPS> (run)
Is the building ancient? (yes no) yes
Is the building very high and very large? (yes no) yes
Does the building have the columns? (yes no) yes
I think this architecture is a Ancient
CLIPS>

```

Рис. 6. Рекомендації експертної системи, розробленої в середовищі Clips

Висновки

Експертні системи здатні надати людині допомогу у її інтелектуальній роботі. Розроблені експертні системи дозволять підвищити якість навчання використанням автоматизації в навчальному процесі.

По мірі розв'язання поставленої задачі стосовно визначення архітектурного стилю експертні системи проводять діалог зі студентом, обмінюючись з ним питаннями та відповідями. В кінці своєї роботи ЕС видають користувачу готове, найбільш оптимальне рішення та пропонують рекомендації, які наведені у зрозумілій формі та є найбільш доречними в даній ситуації. Розроблені експертні системи можна використовувати як приклади написання програм на одній з найпопулярніших мов логічного програмування – Visual Prolog та використання основних можливостей продукційної системи Clips, так і як засіб для визначення рівня знань студентів-архітекторів.

До переваг розроблених експертних систем можна віднести:

- рішення, отримані за допомогою розроблених експертних систем, є «прозорими», тобто можуть бути пояснені користувачеві на якісному рівні;
- експертні системи здатні поповнювати свої знання в ході діалогу з експертом.

Основою розроблених ЕС є сукупність знань, яка структурується для спрощення процесу прийняття рішень стосовно визначення архітектурного стилю споруди.

Література

1. Джексон П. Введение в экспертные системы. / П. Джексон. – М. : Мир, 2002. – 305 с.

2. Языки программирования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.maksakov-sa.ru/Iskustven_intelekt/Expert_sistem.
3. Архитектура. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>.
4. Алексеев Ю. В. История архитектуры, градостроительства и дизайна : учебное пособие / Ю. В. Алексеев, В. П. Казачинский, В. В. Бондарь. – М. : Изд-во АСВ, 2004. – 448 с.
5. Журнал. Определитель архитектурных стилей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arzamas.academy/mag/446-arch>.
6. Чванова М.С. Использование экспертных систем в образовании. / М. С. Чванова, И. А. Киселева, А. А. Молчанов, А. Н. Бозюкова. // Управление: стратегия и тактика. – 2013. – №1. – С. 47–54.
7. Петрова О. О. Экспертна система «Визначення оцінки параметрів ризику виробничих об'єктів» / О. О. Петрова, Д. Л. Аксьонова // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2016. – № 4. – С. 146–148.
8. Сізова Н. Д. Экспертна система «Інвестиційна привабливість обласних центрів України». / Н. Д. Сізова, О. О. Петрова, А. С. Камардін // Радиоэлектроника и информатика. – 2016. – № 2 (73). – С. 29–32.
9. Петрова О. О. Логічне програмування в розробці інформаційно-довідкової системи. / О. О. Петрова, Р. В. Бурменський // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2017. – № 6 (255). – С. 92–95.
10. Частиков А. П. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS. / А. П. Частиков, Т. А. Гаврилова, Д. Л. Белов. – СПб. : БХВ–Петербург, 2003. – 608 с.

References

1. Dzhekson P. Vvedeniye v ekspertnyye sistemy. / P. Dzhekson – М.: Mir, 2002. – 305 s.
2. Yazyki programmirovaniya. [Yelectronniy resurs]. – Rezhim dostupu: http://www.maksakov-sa.ru/Iskustven_intelekt/Expert_sistem.
3. Arkhitektura. [Elelectronnyy resurs]. - Rezhym dostupu: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>.
4. Alekseyev YU. V. Istoriya arkhitektury, gradostroitel'stva i dizayna : uchebnoye posobiye / YU. V. Alekseyev, V. P. Kazachinskiy, V. V. Bondar'. – М. : Izd-vo ASV, 2004. – 448 с.
5. Zhurnal. Opredelitel' arkhitekturnykh stiley. [Yelectronniy resurs]. – Rezhim dostupu: <https://arzamas.academy/mag/446-arch>.
6. Chvanova M.S. Ispol'zovaniye ekspertnykh sistem v obrazovanii. / M.S. Chvanova, I.A. Kiseleva, A.A. Molchanov, A.N. Bozyukova. // Upravleniye: strategiya i taktika. – 2011. – №2. – S. 131–139.
7. Petrova O.O. Ekspertna systema «Vyznachennya otsinky parametrov ryzyku vyrobnychyykh ob'yektiv» / O.O. Petrova, D.L. Aks'onova // Visnyk Khmelnyts'koho natsional'noho universytetu. Tekhnichni nauky. – 2016. - №4. – S. 146–148.
8. Sizova N.D. Ekspertna systema «Investytsijna pryvablyvist'» oblasnykh tsentriv Ukrainy». / N.D. Sizova, O.O. Petrova, A.S. Kamardin // Radioelektronika i informatika. – 2016. - №2 (73). – S. 29-32.
9. Petrova O.O. Lohichne prohramuvannya v rozrobtsi informatsiyno-dovidkovoyi systemy. / O.O. Petrova, R.V. Burmens'kiy // Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu. Tekhnichni nauky. - 2017. - № 6 (255). - S. 92-95.
10. Chastikov A.P. Razrabotka ekspertnykh sistem. Sreda CLIPS. / A.P. Chastikov, T.A. Gavrilo, D.L. Belov. – SPb. : BKHV–Peterburg, 2003. – 608 s.

Рецензія/Peer review : 27.04.2018 р.

Надрукована/Printed :22.05.2018 р.
Рецензент: д.ф.-м.н., проф. Сізова Н.Д.