

СЕКЦІЯ «ІНФОРМАТИКА»

УДК 004.891.2:519.85

Ю.В. Триус, М.О. Манько

WEB-ОРІЄНТОВАНА КОНСУЛЬТАЦІЙНА ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА З МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ

Метою дослідження є створення web-орієнтованої консультативної експертної системи з методів оптимізації на основі принципів хмарних технологій. Завданням дослідження є проектування та розробка експертної системи на основі продукційної моделі подання знань про предметну область. Результатом дослідження є створена на основі правил продукції база знань про задачі оптимізації, методи і засоби їх розв'язування, а також розроблена експертна система з методів оптимізації з використанням web-орієнтованої експертної оболонки eXpertise2Go.

Ключові слова: експертна система, задачі оптимізації, методи оптимізації, web-орієнтовані технології.

Постановка проблеми

Діяльність людини при вирішенні різноманітних виробничих, соціальних, технічних і багатьох інших проблем майже завжди спрямована на відшукування найкращого (оптимального) рішення.

Щоб знайти найкращу з можливостей, доводиться розв'язувати задачі на знаходження найбільших чи найменших значень певних величин за наявності або відсутності обмежень на параметри, від яких вони залежать, тобто екстремальні задачі. Дослідження різних типів екстремальних задач і розробка методів їх розв'язування складають основу теорії оптимізації.

Актуальність і доцільність вивчення курсу з теорії і методів оптимізації у ВНЗ студентами математичних, комп'ютерних, технічних та економічних спеціальностей обумовлена, по-перше, важливістю цих задач для різних сфер діяльності людини, по-друге, тим, що теорія оптимізації є сьогодні одним з пріоритетних напрямів науково-дослідної роботи в галузі математики та інформатики, по-третє, тим, що світовий досвід показує – при вдосконаленні технологічних процесів найбільш перспективним є використання оптимізуючих систем, заснованих на знаннях і досвіді висококваліфікованих фахівців, які накопичуються в базах знань експертних систем.

Тому у навчальних планах багатьох напрямів підготовки у ВНЗ не випадково передбачено вивчення теорії і методів оптимізації. Так студенти, що навчаються за освітніми напрямами: «математика», «прикладна математика», «системний аналіз», «комп'ютерні науки», «програмна інженерія», «комп'ютерна інженерія», вивчають такі нормативні дисципліни, як «Методи оптимізації», «Методи оптимізації та дослідження операцій», «Математичні методи дослідження операцій», а студенти напряму підготовки «економіка і підприємництво» знайомляться з методами оптимізації у дисципліні «Економіко-математичне моделювання». Під час вивчення зазначених дисциплін у студентів виникають проблеми при розв'язуванні навчальних і реальних задач оптимізації як на етапі класифікації математичної моделі задачі, так і при виборі методів та засобів її розв'язування. Це пов'язано з тим, що існує велика кількість різних класів оптимізаційних задач, кожен з цих класів задач, як правило, має кілька альтернативних методів їх розв'язування, і, крім того, існує значна кількість

програмних засобів, що реалізують ці методи. Як зазначено в роботі [1, с. 10] «...у дракона оптимізації багато голів і проти кожної з них потрібен свій меч». У такій ситуації виникає необхідність у консультації студента з викладачем відповідної дисципліни. Але часто виникають обставини коли, з тих чи інших причин, проконсультуватись з питань, що виникли, в реальному часі немає можливості. Іноді допомогти вирішити поставлену задачу може пошук у мережі Internet, якщо потрапити на ресурс, що містить розв'язок аналогічної задачі, або хтось в мережі підкаже, де знайти такий ресурс.

Одним з шляхів вирішення окресленої актуальної проблеми, і не лише для студентів, що вивчають теорію і методи оптимізації у ВНЗ, а також для аналітиків і логістів фірм, компаній і підприємств, які використовують наукові підходи і методи оптимізації для вирішення виробничих задач, є створення web-орієнтованої експертної системи з методів оптимізації, призначеної для консультування користувачів щодо методів і засобів розв'язання задач оптимізації, в результаті чого вони б отримали розгорнену відповідь на питання, що їх цікавлять.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Експертні системи (ЕС) – важлива прикладна галузь штучного інтелекту. В даний час у США, Німеччині, Японії та інших розвинених країнах розроблені і діють сотні систем підтримки прийняття рішень інтелектуального типу, що базуються на ЕС, в різних галузях діяльності людини: медицині, будівництві, бізнесі, екології, запобіганні та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, наукових дослідженнях та ін. (див., наприклад, [2]-[4]).

Найбільш поширеними є експертні системи продукційного типу, до яких відносяться більшість діагностичних, планувальних та консультаційних експертних систем. Останнім часом такого роду ЕС почали створювати у ВНЗ, зокрема для навчальних цілей, при цьому широко використовуються Internet-технології.

У Новосибірському державному технічному університеті створено експертну оболонку W.E.S.T. (World Expert System Toolkit), розроблену для розміщення та використання експертних систем у WWW. Експертна оболонка розміщується на одному з серверів глобальної мережі Internet, ядро оболонки реалізовано мовою PHP, база знань і база фактів експертної системи реалізуються в СУБД MySQL. Передбачається, що база знань експертної системи розробляється за допомогою іншого інструментального засобу на локальному комп'ютері. Система W.E.S.T. може бути використана для створення в мережі Internet експертних систем та надання на їх основі консультаційних послуг у сільському господарстві для вирішення завдань діагностики в рослинництві, тваринництві, а також технічній діагностиці при обслуговуванні сільськогосподарської техніки [5].

У Харківському національному економічному університеті розроблена клієнт-серверна експертна навчальна система для мереж Internet/Intranet, що використовує інструментальний засіб для побудови баз знань «КАРКАС», заснованого на програмуванні сокетів [6].

У Саратовському державному технічному університеті розроблена експертна система для розв'язування задачі про комівояжера з використанням мови логічного програмування Prolog [7].

У Криворізькому національному університеті на базі вільно поширюваної web-орієнтованої експертної оболонки eXperts2Go [8] створюються навчальні експертні системи для ефективного управління самостійною навчально-пізнавальною діяльністю студентів з вищої математики, яка б надавала можливість організувати

автоматизований контроль та корекцію результатів навчальної діяльності, тренування тощо. Прикладом такої експертної системи є, зокрема, web-орієнтована експертна педагогічна система «Визначення типу диференціального рівняння» [9].

Широке поширення експертних систем продукційного типу зумовлено застосуванням різноманітних спеціалізованих інструментальних засобів їх розробки. Розглянемо деякі з цих засобів.

Одним з найбільш широко використовуваних інструментальних середовищ для розробки експертних систем є CLIPS завдяки своїй швидкості, ефективності і безкоштовності. CLIPS включає повноцінну об'єктно-орієнтовану мову COOL для створення експертних систем. Хоча вона написана мовою C, її інтерфейс набагато ближче до мови функціонального програмування LISP. Розширення можна створювати мовою C++, крім того, можна інтегрувати CLIPS з програмами створеними мовою C++ [10].

Інструментальне програмне забезпечення ESWin 2.0 призначене для створення та експлуатації експертних систем для вирішення різних завдань, що зводяться до задач прийняття рішень (діагностики, конфігурування, ідентифікації тощо) [11]. ESWin 2.0 розроблено на основі технології гібридних експертних систем з поданням знань у вигляді фреймів, правил-продукцій і лінгвістичних змінних, та можливістю розробляти і запускати спеціалізовані програми у вигляді exe-файлів, а також, в процесі вирішення завдань використовувати дані з баз даних, доступ до яких здійснюється за допомогою SQL-запитів, що формуються автоматично.

З швидким розвитком хмарних технологій і розширенням доступу до мережі Internet широкого кола користувачів з'явилася можливість централізованого зберігання і супроводу баз знань (експертних систем) та надання доступу до них через канали зв'язку. Більше того, у зв'язку з бурхливим розвитком мобільного зв'язку з'являється можливість доступу до таких експертних систем через дешеві і малогабаритні засоби, якими є мобільні пристрої (телефони, смартфони, планшети і т.і.).

Мета статті

Метою даної роботи є дослідження технології розробки web-орієнтованих експертних систем на основі продукційної моделі подання знань з використанням експертної оболонки eXpertise2Go та створення за допомогою цієї технології консультативної експертної системи з методів оптимізації.

Експертна система з методів оптимізації створюється:

- для використання у навчальному процесі ВНЗ при підготовці майбутніх математиків, прикладних математиків, фахівців з інформаційних технологій та економічної кібернетики,
- для аналітиків і логістів фірм, компаній і підприємств, які використовують наукові підходи і методи оптимізації для вирішення виробничих задач.

Постановка завдання

Основними завданнями статті є:

- побудова на основі правил продукції бази знань з методів розв'язування задач оптимізації, що має містити відомості про основні класи задач оптимізації, про властивості цільових функцій, про характер і структуру обмежень задач оптимізації, про методи розв'язування оптимізаційних задач, про засоби систем комп'ютерної математики для розв'язання задач оптимізації;

– створення web-орієнтованої консультаційної експертної системи з методів оптимізації на основі продукційної моделі подання знань, що передбачає використання вільно поширюваної web-орієнтованої експертної оболонки eXpertise2Go [8].

Виклад основного матеріалу

1. Основні поняття

При пошуку найбільш зручних, раціональних засобів і форм інформаційного обміну людина найчастіше стикається з проблемою компактного, однозначного і достатньо повного подання знань про відповідну предметну область.

Знання (в загальному розумінні) – це, з одного боку, відомості, обізнаність у певній галузі діяльності людини, з іншого боку – перевірений практикою результат пізнання дійсності, її «правильне» відображення в свідомості людини. Відповідно до концепції баз знань, під терміном «знання» в штучному інтелекті розуміють сукупність спеціалізованих (орієнтованих на вирішення багатьох завдань з обмеженої предметної області) фактів, правил їх опрацювання, умов застосування правил до конкретних фактів, методів одержання нових фактів і способів організації процесу логічного виведення.

Однією з найважливіших проблем у галузі штучного інтелекту (ШІ) є проблема подання знань, тобто проблема їх моделювання на комп'ютері. На сьогодні розроблено вже достатню кількість моделей подання знань. Кожна з них має свої переваги і недоліки, а тому для кожної конкретної задачі необхідно обирати ту модель, яка як найкраще підходить для заданої задачі. Від цього буде залежити не стільки ефективність розв'язку поставленої задачі, скільки можливість її розв'язання взагалі. Найбільш відомими моделями подання знань в системах штучного інтелекту (СШІ) є (див., наприклад, [13]-[17]): логічна модель; продукційна модель; модель семантичної мережі; фреймова модель; моделі мішаного типу.

База знань (англ. *Knowledge base, KB*) – це сукупність відомостей (про реальні об'єкти, процеси, події або явища), що відносяться до певної теми або задачі, організована так, щоб забезпечити зручне представлення цієї сукупності як в цілому, так і будь-якої її частини.

Продукційна модель подання знань є однією з найпоширеніших в системах штучного інтелекту. Подання знань за допомогою правил продукцій дещо подібне до правил виведення у логічних моделях. Це надає можливість за допомогою продукцій виконувати ефективне виведення висновку з посилань, крім того, завдяки природній аналогії процесу міркувань людини дані моделі досить наочно відображають знання про предметну область.

Продукції становлять оператори виду «*ситуація – дія*», де «*ситуація*» містить опис ситуації, до якої застосовується продукція, «*дія*» – набір інструкцій, які треба виконати в разі застосування продукції:

Якщо < Ситуація > то < Дія >.

Системи опрацювання знань, що використовують цю модель, отримали назву «*продукційних систем*».

Експертні системи продукційного типу складаються з *баз правил* (знань), *робочої пам'яті* та *інтерпретатора правил* (вирішувача), який реалізує певний механізм логічного виведення.

Будь-яке продукційне правило, що міститься в базі знань, складається з двох частин: *антецедента* (посилання) і *консеквентна* (висновку). *Антецедент* являє собою

умовну частину і складається з елементарних речень, з'єднаних логічними зв'язками «і» чи «або». *Консеквент* включає одне або декілька речень, які виражають або деякий факт, або вказівку на певну дію, що підлягає виконанню. Продукційні правила прийнято записувати у вигляді «*антецедент*» → «*консеквент*».

Приклад продукційного правила:

$$\begin{array}{l}
 \text{ЯКЩО} \\
 \qquad i \qquad \qquad \qquad \text{«Задана задача оптимізації не має обмежень»} \\
 \qquad i \qquad \qquad \qquad \text{«Задача залежить від однієї змінної»} \\
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{«Потрібно шукати глобальний мінімум»} \\
 \text{ТО} \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad (1) \\
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{«Розглядається задача безумовної оптимізації від однієї змінної.} \\
 \qquad \qquad \qquad \text{Розв'язується за допомогою методу рівномірного перебору, методу} \\
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{послідовного перебору або методу ламаних»}.
 \end{array}$$

Будь-яке правило складається з однієї або декількох пар «атрибут-значення». У робочій пам'яті продукційних систем зберігаються пари атрибут-значення, істинність яких встановлена в процесі вирішення конкретного завдання до деякого поточного моменту часу. В процесі логічного виведення кожне правило з бази правил може спрацювати лише один раз.

Основні *переваги* систем, заснованих на продукційних моделях, пов'язані з простотою подання знань та організації логічного виведення. До *недоліків* таких систем можна віднести: відмінність від структур знань, властивих людині; незрозумілість взаємних відношень між правилами; складність оцінювання цілісного образу знань; при накопиченні досить великої кількості (порядку декількох сотень) продукцій вони починають суперечити одна одній. При розробці невеликих систем (десятки правил) проявляються, в основному, позитивні сторони продукційних моделей подання знань, проте при збільшенні обсягу продукційних правил у базі знань більш помітними стають слабкі сторони цих моделей.

З функціональної точки зору *експертна система* являє собою автоматизовану систему, що використовує знання фахівців про деяку конкретну досить вузьку предметну галузь і яка в межах цієї галузі здатна пропонувати рішення поставленої проблеми на рівні експерта-фахівця. Експертні системи можуть виконувати деякі функції, виконання яких зазвичай вимагає залучення досвіду людини-спеціаліста, або грати роль помічника для людини, що приймає рішення. Особа, яка приймає рішення, може бути екпертом зі своїми власними знаннями і досвідом, і в цьому випадку програма може «виправдати» своє існування, підвищуючи ефективність його роботи. Альтернативний варіант – людина, яка працює з такою системою, може з її допомогою домогтися результатів більш високої якості.

2. Технологія створення web-орієнтованої експертної системи

Для створення web-орієнтованої експертної системи, заснованої на продукційній моделі подання знань, пропонується технологія, що передбачає використання web-орієнтованої оболонки eXperts2Go [8].

Web-орієнтована експертна оболонка eXperts2Go є вільно поширюваним програмним засобом, що надає можливість створювати експертні системи, генеруючи базу знань за допомогою інструменту для створення та перевірки таблиць розв'язків e2gRuleWriter, який має досить зручний та інтуїтивно зрозумілий у використанні інтерфейс (рис. 1), а також, надає користувачу можливість побачити як експертна система використовує правила виведення з бази знань для прийняття рішення.

Особливості налаштувань даного інструменту надають можливість користувачеві обрати мову локалізації (зокрема українську), що робить використання цієї системи ще зручнішим.

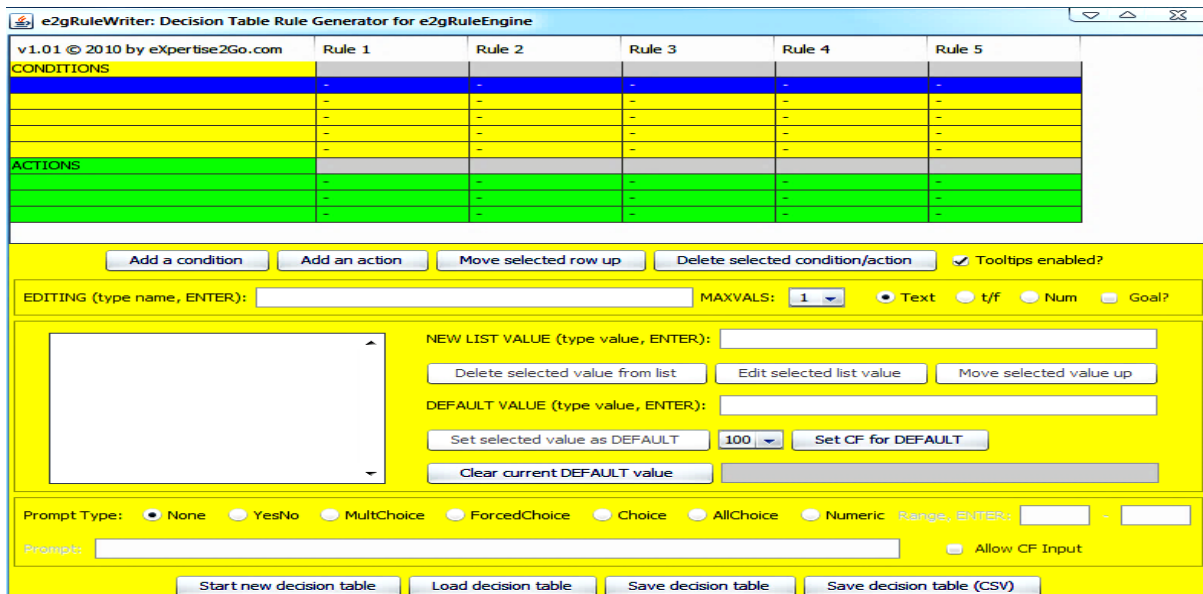


Рис. 1. Інтерфейс таблиць розв'язків у модулі e2gRuleWriter

Для створення бази знань експертної системи потрібно заповнити таблицю розв'язків (рис. 2), виконавши такі дії:

- 1) визначити умови (поле «Conditions»);
- 2) визначити дії (поле «Actions»);
- 3) визначити правила (поля «Rule»);
- 4) згенерувати та переглянути базу знань натисканням відповідно кнопок «Save knowledge base» та «Display knowledge base»;
- 5) випробувати базу знань за допомогою аплету e2gRuleEngine.jar.

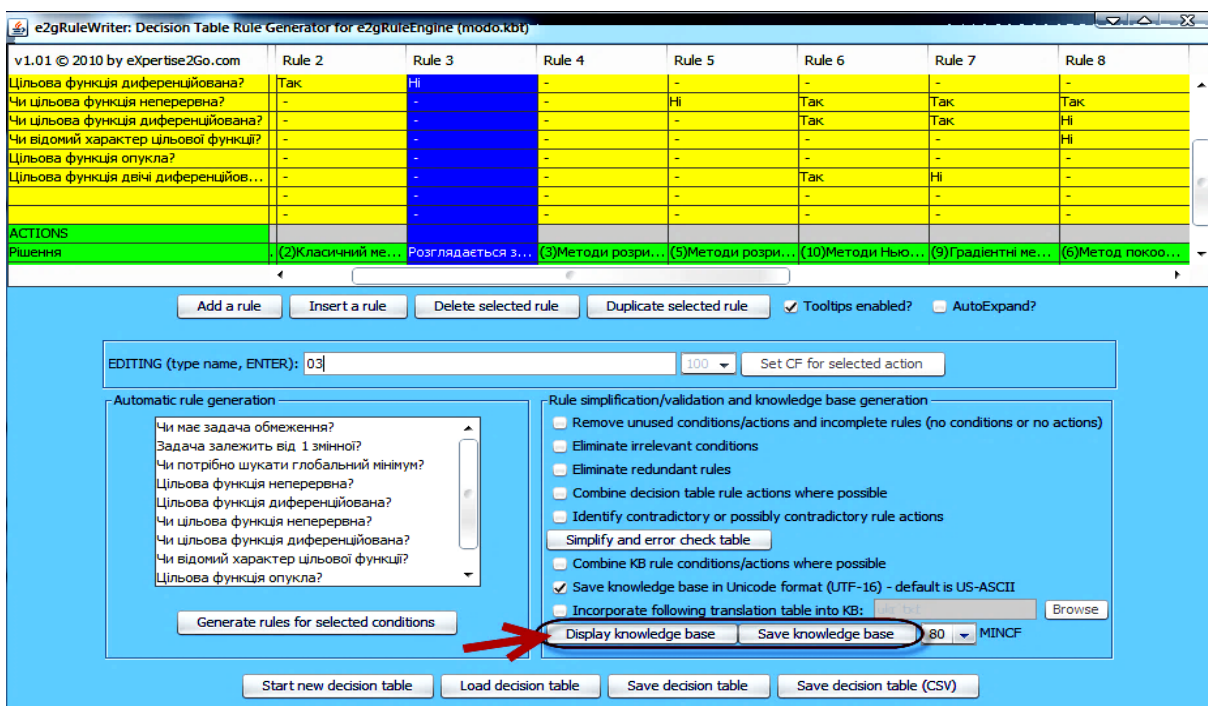


Рис. 2. Приклад заповнення таблиць розв'язків e2gRuleWriter

Для використання згенерованої бази знань, що зберігається у файлі з роширенням «.kb», до web-сторінки експертної системи підключається аплет e2gRuleEngine.jar. При підключенні даного аплету можуть виникнути певні проблеми і помилки, які будуть розглянуті нижче.

Основні переваги експертної оболонки eXpertise2Go:

- eXpertise2Go – вільно поширюваний web-орієнтований програмний засіб з досить зручним і простим у використанні інтерфейсом;
- eXpertise2Go надає можливість користувачу переглянути обґрунтування запропонованого варіанту вирішення проблеми, тобто можна побачити як експертна система використовує правила з бази знань для прийняття рішення.

3. Етапи створення експертної системи з методів оптимізації

Процес розробки та створення експертної системи складається з 6 основних етапів (див., наприклад, [15]):

1. Ідентифікація;
2. Концептуалізація;
3. Формалізація;
4. Реалізація;
5. Тестування;
6. Дослідна експлуатація.

Процес розробки експертної системи не зводиться до строгої послідовності перерахованих вище етапів. У ході роботи доводиться неодноразово повертатися на більш ранні етапи і переглядати прийняті там рішення.

Розглянемо коротко реалізацію зазначених етапів створення експертних систем на прикладі проектування і створення експертної системи з методів оптимізації.

На етапі *ідентифікації* було визначено цілі проекту, завдання, що підлягають вирішенню, експерти і типи користувачів ЕС, сплановано хід розробки прототипу експертної системи. Мета проекту – створення web-орієнтованої експертної системи з методів оптимізації, призначену для консультування користувачів щодо розв'язання задач оптимізації, в результаті чого вони отримують розгорнену відповідь на питання, що їх цікавлять, обрано необхідні програмні засоби і джерела для наповнення бази знань ЕС.

Завдяки консультаціям з фахівцями у галузі теорії і методів оптимізації, аналізу навчальної та наукової літератури було отримано більш повне уявлення про предметну область.

Для створення експертної системи з методів оптимізації було обрано технологію, що передбачає використання таких програмних засобів:

- eXpertise2Go – web-орієнтована оболонка для створення експертних систем на основі продукційних правил;
- PHP – скриптова мова програмування для генерації HTML-сторінок на web-сервері;
- Denver – локальний сервер.

На етапі *концептуалізації* визначено: термінологію, перелік головних понять та їх атрибутів, структуру вхідних і вихідних даних, стратегію прийняття рішень та побудовано дерево пошуку експертної системи з методів оптимізації (рис. 3).

Кожне рішення, що повинна запропонувати користувачу експертна система, містить відомості про:

- клас оптимізаційної задачі, до якого вона відноситься;
- властивості цільової функції задачі;
- характер і структуру обмежень задачі;

- перелік методів розв'язання оптимізаційної задачі;
- відомості про системи комп'ютерної математики, за допомогою яких можна розв'язати оптимізаційну задачу певного класу, а також перелік вбудованих функцій і пакетів розширення, що використовуються цими системами.

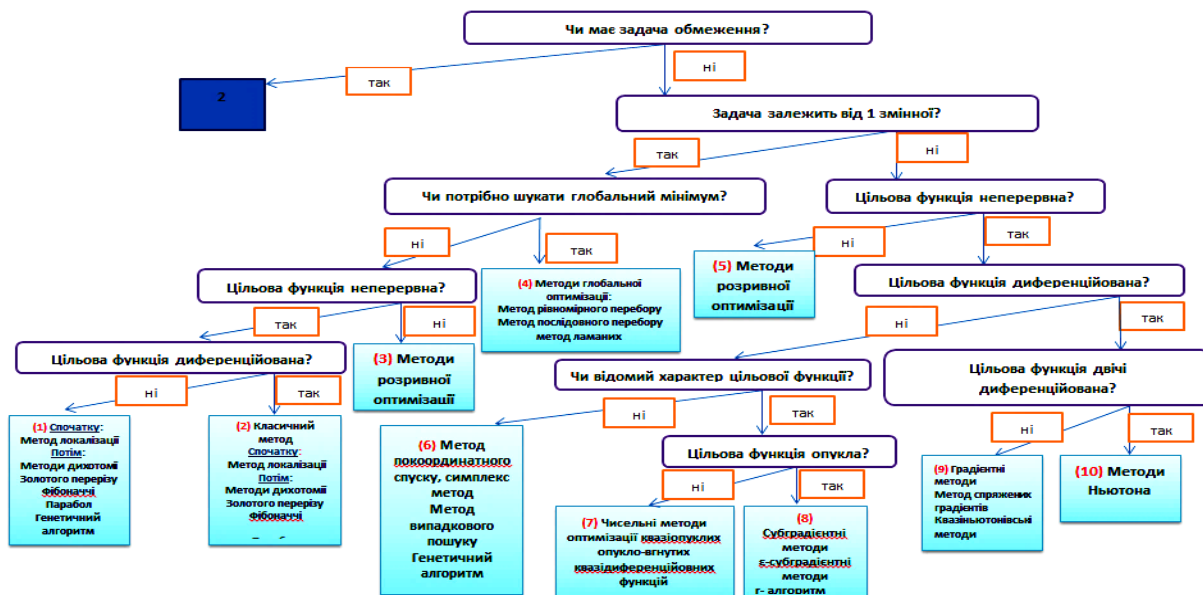


Рис. 3. Фрагмент дерева пошуку експертної системи з методів оптимізації
Також на цьому етапі було визначено структуру експертної системи (рис. 4).

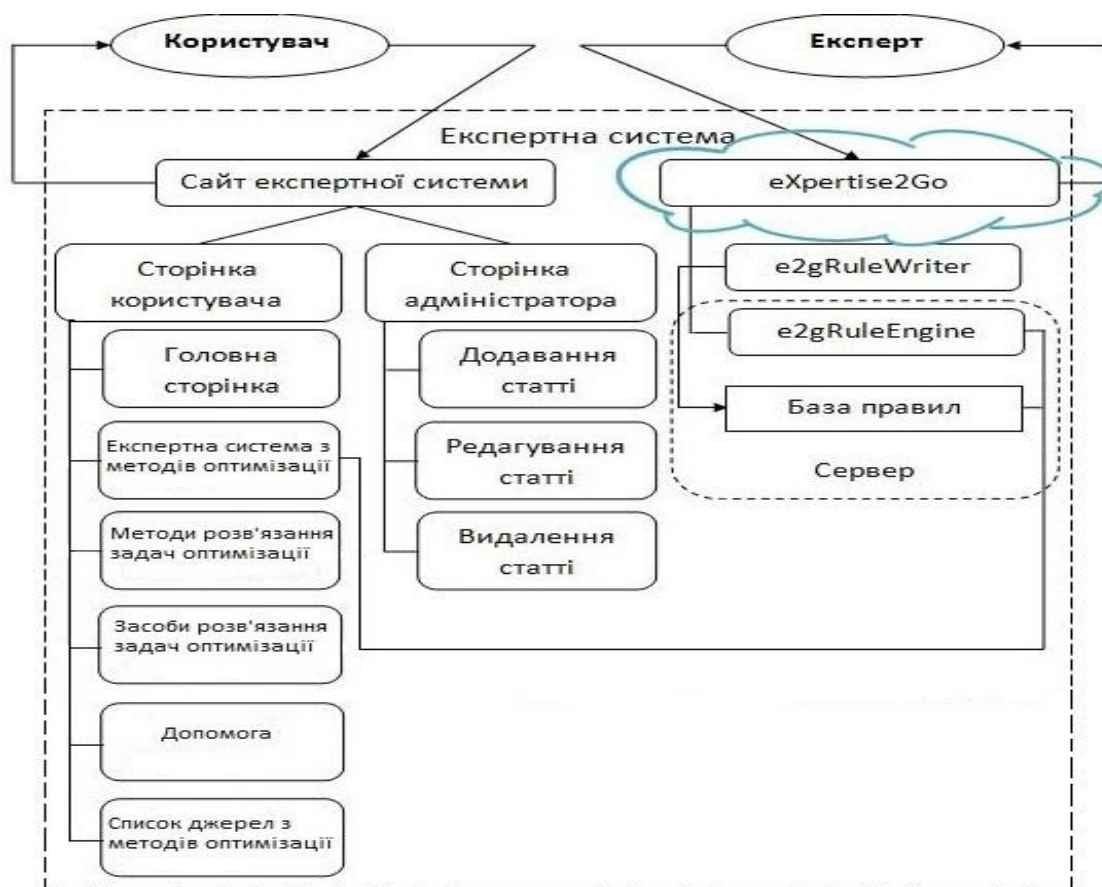


Рис. 4. Структура web-орієнтованої експертної системи з методів оптимізації

На етапі *формалізації* за розробленим деревом пошуку створювалась база знань експертної системи з методів оптимізації на основі продукційної моделі за допомогою інструменту для створення та перевірки таблиць розв'язків e2gRuleWriter експертної оболонки eXperts2Go, де правила-продукції мають вигляд (1). Загальна кількість правил бази знань експертної системи з методів оптимізації становить 39 правил-продукцій.

Наведемо приклад одного з цих правил-продукцій:

```
RULE [04]
If [Задача має обмеження?] = "Ні" and
  [Задача залежить від 1 змінної?] = "Так" and
  [Чи потрібно шукати глобальний мінімум?] = "Так"
Then [Рішення] = "4. Розглядається задача безумовної оптимізації від однієї змінної, причому  $f(x)$  – ліпшицева функція, неперервна на відрізку  $[a,b]$ . Розв'язати дану задачу можна методами глобальної оптимізації: методом рівномірного перебору, методом послідовного перебору та методом ламаних; за допомогою пакетів: MathCad – використавши функції розв'язання Minimize чи Maximize; Matlab – використавши функцію розв'язання Fminbnd (пакет Optimization Toolbox); Mathematica – використавши функцію розв'язання FindMinimum; Maple – використавши функції розв'язання Minimize, Maximize чи Extrema; SkiLab – використавши функцію розв'язання Fminsearch; Sage – використавши функцію розв'язання Find_minimum_on_interval; Wolfram|Alpha – використавши функції розв'язання Minimize чи Maximize".
```

На етапі *реалізації* за допомогою обраних засобів створювався сайт експертної системи з методів оптимізації, структура якого подана на рис. 4.

Звернемо увагу на підключення експертної оболонки eXperts2Go до сайту експертної системи. Це робиться за допомогою наступного коду:

```
1. <APPLET CODE="e2gRuleEngine.class"
  archive="e2gRuleEngine.jar" width=600 height=350>
2. <PARAM NAME="KBURL" VALUE="modo.txt">
3. <PARAM NAME="APPTITLE" VALUE="Консультація з
  методів оптимізації">
4. <param name="BGCOLOR" value=" #ECECEC">
5. <param name="titlecolor" value="#0000ff">
6. <param name="STARTBUTTON" value="Розпочати
  консультацію">
7. <PARAM NAME="DEBUG" VALUE="false">
  Експертна система
8. </APPLET>
```

Код, наведений в рядках 1-8, являє собою аплет підключення експертної оболонки eXperts2Go до сайту. Розглянемо дані рядки більш детально: в першому рядку представлено підключення аплету до сайту, а також розміри вікна експертної системи; в другому рядку – підключається база знань експертної системи (modo.txt); в третьому рядку – встановлюється заголовок вікна експертної системи; в четвертому і п'ятому рядках – встановлюється колір заднього фону та колір заголовку відповідно; в шостому рядку – встановлюється кнопка для запуску експертної системи; в сьомому рядку – дається команда про вимкнення додаткового вікна, вікна відладки експертної системи (дане вікно необхідне в тому разі, коли виникають помилки при роботі з експертною системою); восьмий рядок – закриття даного коду.

На етапі *тестування* проводилось оцінювання обраного способу подання знань в ЕС в цілому, експертна система перевірялась на зручність і адекватність інтерфейсу, ефективність стратегії управління її підсистемами, якість прикладів, коректність роботи аплету e2gRuleEngine.jar з базою знань.

Під час тестування ЕС була виявлені певні проблеми при роботі з аплетом e2gRuleEngine.jar на боці користувача. Для нормального функціонування даного аплету на комп'ютері користувача повинен бути встановлений відповідний пагін Java. Якщо встановлена версія Java 7, виникають помилки підключення експертної системи до сайту. Номери помилок та відповідні шляхи їх подолання представленні на сайті eXpertise2Go [8]. Розглянемо помилку 800, яка виникла під час дослідження. Помилка 800 говорить про те, що відсутня чи порожня база знань. Вирішенням даної помилки будуть такі дії: після збереження бази знань з розширенням .kb, необхідно ще раз зберегти її з розширенням .txt, і відповідно в аплеті змінити розширення параметра «KBURL» «.kb» на «.txt» (див. рядок 2 коду підключення аплету). Далі необхідно перезапустити локальний сервер та оновити сайт.

У ході дослідження також було виявлено проблему з роботою аплету при оновленні версій Java. На сьогодні це версія 8.31 [18]. Для успішної роботи з аплетом необхідно на комп'ютері користувача в налаштуваннях Java («Security») додати адресу сайту експертної системи до списку винятків (вікно Exception Site List на рис. 5).

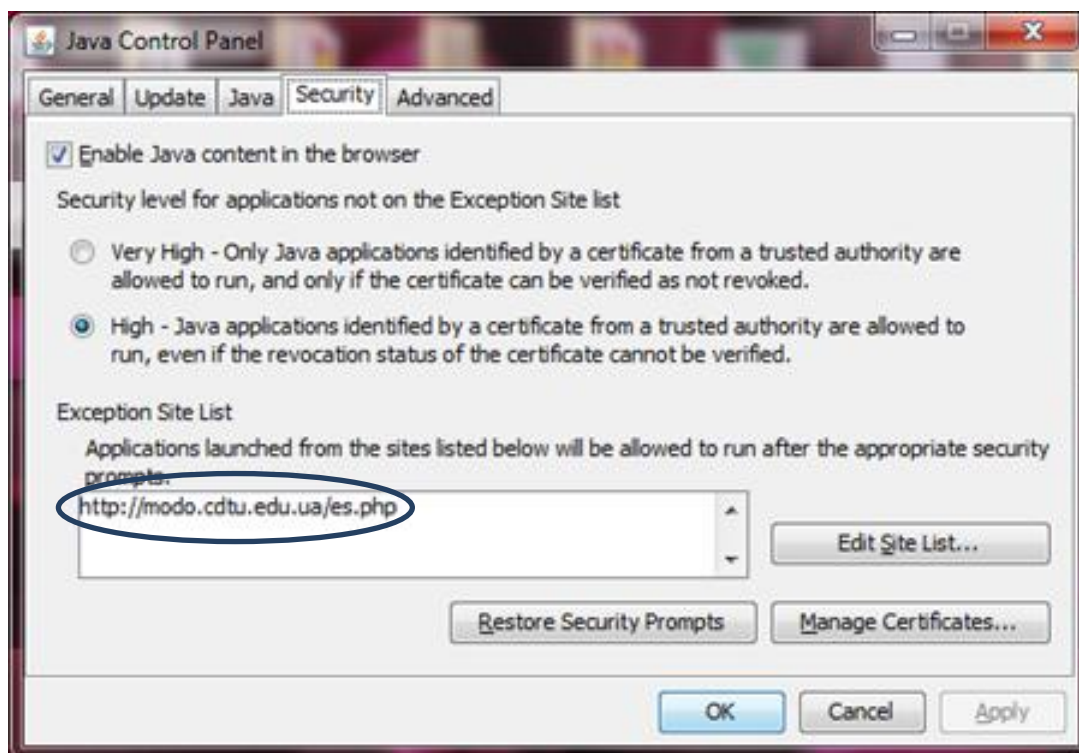


Рис. 5. Приклад налаштування на комп'ютері користувача параметрів Java (вікно Exception Site List) для роботи з аплетом e2gRuleEngine.jar

На етапі *дослідної експлуатації* перевірялась придатність експертної системи з методів оптимізації для розв'язування конкретних задач за участю кінцевих користувачів.

4. Опис сайту «Експертна система з методів оптимізації»

В результаті виконання всіх етапів розробки експертної системи було створено сайт, що має назву «Експертна система з методів оптимізації» і розміщений за адресою <http://modo.cdtu.edu.ua/>. Головна сторінка сайту зображена на рис. 6.

$f(x) \rightarrow \begin{cases} \max \\ \min \end{cases}$ **ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА
З МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ**

Головна Експертна система Методи розв'язання задач оптимізації Засоби розв'язання задач оптимізації Допомога Список джерел з методів оптимізації Про авторів

Вітаємо на сайті Експертної системи з методів оптимізації

Діяльність людини при вирішенні різноманітних виробничих, соціальних, технічних і багатьох інших проблем майже завжди спрямована на відшукування найкращого (оптимального) рішення. Щоб знайти найкращу з можливостей, доводиться розв'язувати задачі на знаходження найбільших чи найменших значень певних величин за наявності або відсутності обмежень на параметри, від яких вони залежать, тобто екстремальні задачі. Дослідження різних типів екстремальних задач і розробка методів їх розв'язування складають основу теорії оптимізації.

Під час вивчення даної дисципліни у студентів виникають проблеми при розв'язуванні реальних задач оптимізації як на етапі класифікації математичної моделі задачі, так і при виборі методів та засобів її розв'язування. Це пов'язано з тим, що існує велика кількість різних класів оптимізаційних задач і, як правило, кожен з цих класів задач має кілька альтернативних методів їх розв'язування, а, крім того, існує значна кількість програмних засобів, що реалізують ці методи. У такій ситуації виникає необхідність у консультації студента з викладачем або фахівцем (експертом) у галузі оптимізації. Але часто виникають обставини коли, з тих чи інших причин, проконсультуватись з питань, що виникли, в реальному часі немає можливості. Іноді допомогти вирішити поставлену задачу може пошук у мережі Internet, якщо потрапити на ресурс, що містить розв'язок аналогічної задачі, або хтось в мережі підкаже, де знайти такий ресурс.

Одним з шляхів вирішення окресленої проблеми, і не лише для студентів, що вивчають теорію і методи оптимізації у ВНЗ, а також для аналітиків і логістів фірм, компаній і підприємств, які використовують наукові підходи для вирішення виробничих задач, є створення web-орієнтованої експертної системи з методів оптимізації, призначеної для консультування користувачів щодо розв'язання задач оптимізації, в результаті чого вони отримують розгорнену відповідь на питання, що їх цікавлять.

eXpertise2Go.com
Web-Oriented Expert System for Optimization v3.01

Консультація з методів оптимізації

Розпочати консультацію

Рис. 6. Головна сторінка сайту ЕС з методів оптимізації

Для входу в систему необхідно зайти на головну сторінку сайту «Експертна система з методів оптимізації». На головній сторінці розміщено відомості про експертну систему та актуальність її розробки.

Щоб розпочати консультацію з методів оптимізації, необхідно перейти на сторінку «Експертна система» і натиснути кнопку «Розпочати консультацію». Система запропонує користувачу ряд питань щодо властивостей цільової функції задачі оптимізації, наявності чи відсутності обмежень задачі, їх структури і т.п., а також варіанти відповідей на ці питання.

В результаті опитування користувача формується висновок, у якому містяться відомості про:

- клас оптимізаційної задачі, до якого вона відноситься;
- властивості цільової функції задачі;
- характер і структуру обмежень задачі;
- перелік методів розв'язання оптимізаційної;
- відомості про системи комп'ютерної математики, з допомогою яких можна розв'язати оптимізаційну задачу, а також перелік вбудованих функцій і пакетів розширення, що використовуються цими системами.

На рис. 7-11 продемонстровано приклад дій користувача, необхідних для одержання консультації при роботі з експертною системою з методів оптимізації.

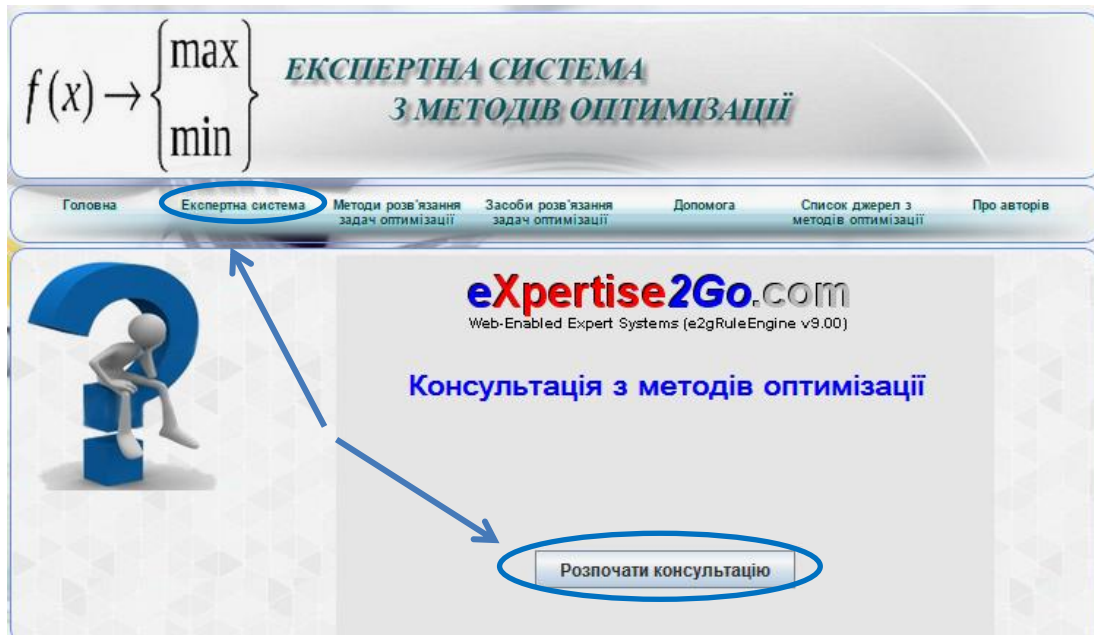


Рис. 7. Початок консультації в експертній системі з методів оптимізації

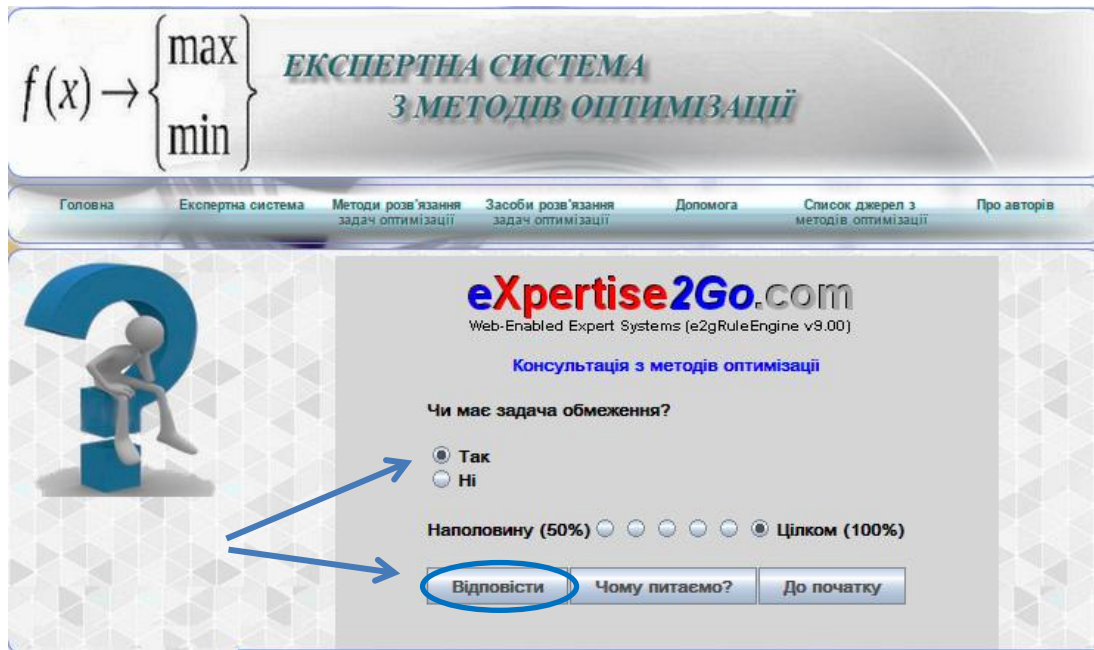


Рис. 8. Вікно з варіантом відповіді користувача на запит ЕС

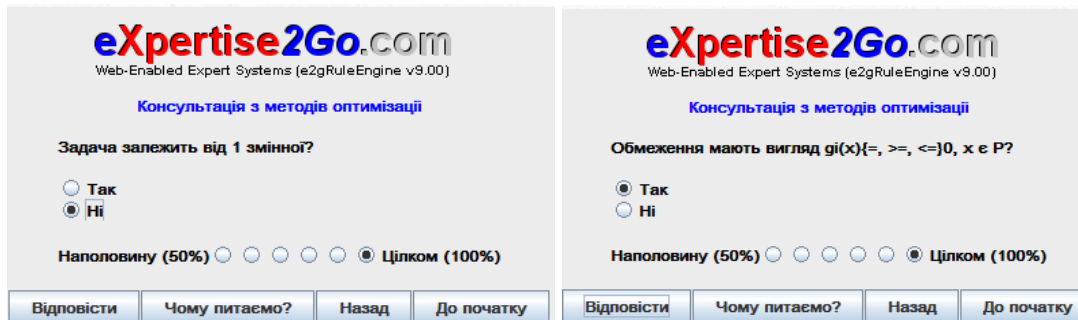


Рис. 9. Вікно з варіантами відповідей користувача на запити ЕС (продовження)

Рис. 10. Вікно з варіантами відповідей користувача на запити ЕС (продовження)

Рис. 11. Вікно з варіантами відповідей користувача на запити ЕС (продовження)

В результаті виконаних дій і відповідей користувача на запити ЕС запропонує свої рекомендації щодо розв'язування відповідної оптимізаційної задачі (рис. 12). Натиснувши на кнопку «Всі висновки» система у додатковому вікні показує всі запити, що були задані користувачу (рис. 12). Крім того, натиснувши на кнопку «Пояснити», користувач отримує повний звіт про те, чому одержано відповідний висновок з переліком всіх запитів системи і відповідей на них користувача.

ВИСНОВОК: Консультація з методів оптимізації

Рішення : 34. Розглядається задача нелінійної умовної оптимізації, причому цільова функція диференційована і всі функціональні обмеження нелінійні нерівності. Розв'язати дану задачу можна методом зовнішніх штрафних функцій; за допомогою пакетів: MathCad - використавши функції розв'язання Minimize чи Maximize; Matlab - використавши функцію розв'язання Fmincon (пакет Optimization Toolbox); Maple - використавши функцію розв'язання Extrema; SkiLab - використавши функцію розв'язання Optim; Sage - використавши функцію розв'язання Minimize_constrained; Wolfram|Alpha - використавши функції розв'язання Minimize over/in/on чи Maximize over/in/on. (100,0% довіри)

Всі функціональні є обмеження рівності?	
Задана задача математичного програмування ...	
Задача має обмеження?	
Обмеження мають вигляд $g_i(x)\{=, >=, <= \}0, x \in \dots$	
Рішення	
Функціональні обмеження лінійні?	
Цільова функція чи є диференційована?	
Чи задача залежить від 1 змінної?	

Пояснити всі висновки Назад До початку

Рис. 12. Фрагмент вікна з висновком ЕС щодо розв'язування задачі користувача

Також розроблений сайт має розділи, які допоможуть користувачу при розв'язанні конкретних оптимізаційних задач: «Методи розв'язання задач оптимізації» – містить перелік посилань на методи розв'язання задач оптимізації, про які є відомості в інформаційній базі ЕС (рис. 13); «Засоби розв'язання задач оптимізації» – містить перелік засобів розв'язання задач оптимізації, про які є відомості в інформаційній базі

ЕС, зокрема про системи комп'ютерної математики Maple, Matlab, Mathematica MathCad, Wolfram|Alpha, SkiLab, Sage і MS Excel [14]; «Допомога» – містить відомості про кожну сторінку сайту та інструкції, які необхідно виконати, щоб одержати консультацію з методів оптимізації; «Список джерел з методів оптимізації» – містить досить широкий список наукової і навчальної літератури з теорії і методів оптимізації.



Рис. 13. Фрагмент вікна з переліком методів розв'язування задач оптимізації

Засоби розв'язання задач оптимізації

Системи комп'ютерної математики
Обравши необхідну СКМ, можна переглянути матеріали з прикладами розв'язування задач.

Задача оптимізації	Задача одновимірної оптимізації	Задача безумовної оптимізації функції багатьох змінних	Задача лінійного програмування	Задача квадратичного програмування	Задача нелінійної умовної оптимізації
Програма					
Mathcad	Minimize, Maximize	Minimize, Maximize	Minimize, Maximize	Minimize, Maximize	Minimize, Maximize
Matlab	Fminbnd (пакет Optimization Toolbox)	Fminsearch, Fminunc (пакет Optimization Toolbox)	Linprog (пакет Optimization Toolbox)	Quadprog (пакет Optimization Toolbox)	Fmincon (пакет Optimization Toolbox)
Mathematica	FindMinimum	FindMinimum	ConstrainedMax, ConstrainedMin, LinearProgramming		
Maple	Minimize, Maximize, Externa	Minimize, Maximize, Externa	Externa, пакет розширення Simplex	Externa	Externa
Sage	Find_minimum_on_interval	Minimize	Linear_program		Minimize_constrained
SkiLab	Fminsearch	Fminsearch	Karmarkar	Op_solve, Qpsolve	Optim
Wolfram Alpha	Extrema calculator, Minimum calculator, Maximum calculator, Minimize, Maximize, Stationary points of, Stationary point calculator	Minimize, Maximize			Minimize over, Maximize over, Minimize on, Minimize in, Maximize on, Maximize in;
MS Excel	Надбудова Solver (Пошук рішення)	Надбудова Solver (Пошук рішення)	Надбудова Solver (Пошук рішення)	Надбудова Solver (Пошук рішення)	Надбудова Solver (Пошук рішення)

Рис. 14. Фрагмент вікна з переліком засобів розв'язування задач оптимізації

Висновки

1. У даній роботі представлені результати розробки web-орієнтованої консультаційної експертної системи з методів оптимізації на основі продукційної моделі подання знань.

2. Web-орієнтована експертна система надає можливість користувачу одержати рекомендації щодо вирішення проблеми у будь-який час і з будь-якого місця, де є вхід до мережі Інтернет.

3. Експертна система з методів оптимізації створена з метою використання у навчальному процесі ВНЗ при підготовці майбутніх математиків, прикладних математиків, а також фахівців з інформаційних технологій та економічної кібернетики.

4. Розроблена експертна система з методів оптимізації також буде корисною для аналітиків і логістів фірм, компаній і підприємств, які використовують наукові підходи і методи оптимізації для вирішення виробничих задач.

5. Запропонована технологія створення експертних систем може бути використана при розробці web-орієнтованих експертних систем для різних предметних галузей.

Література

1. Демьянов В.Ф., Васильев Л.В. Недифференцируемая оптимизация. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 384 с.
2. Разработка гибридной экспертной системы для оценки состояния, оптимизации обслуживания и ремонта жилых зданий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.math.rsu.ru/ovtm/expert.html>
3. Экспертные системы в комплексной реабилитации инвалидов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mneru.ru/faculty/iao/405/411/409/>
4. Примеры Экспертных систем. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tpl-it.wikispaces.com/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%8B+%D0%AD%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%BD%D1%8B%D1%85+%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC>
5. Гаврилов А.В., Чистяков Н.А. Гибридные экспертные системы в WWW. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://insycom.ru/html/Articles/2003/agro2003.htm>
6. Бурдаев В.П. Клиент-серверная технология экспертной обучающей системы для сетей Интернет и Интранет // Искусственный интеллект, 2008. №3. – С. 364-373. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/6980/01-Buradev.pdf?sequence=1>
7. Экспертная система для решения задачи о коммивояжере. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.za4et.net.ru/referat/rvomrm>
8. Сайт web-орієнтованої експертної оболонки expertise2go. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://expertise2go.com/e2g3g/>
9. Словак К. І. Методика використання мобільних математичних середовищ у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Словак Катерина Іванівна ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2011. – 291 с.
10. Джарратано Джозеф, Райли Гари. Экспертные системы: принципы разработки и программирование : Пер. с англ. – М. : 2006. – 1152 с.
11. Доровский С.В. Интеграция clips в экспертную систему производственного типа // Международный журнал «Программные продукты и системы», № 3, 2011 [11.09.2011]. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://swwsys.ru/index.php?id=2813&page=article>
12. ESWin 2.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.zipsoft.ru/catalog/1182928257_eswin-v2_0.html
13. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
14. Литвин В.В., Пасічник В.В., Яцишин Ю.В. Інтелектуальні системи: Підручник. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2009. – 406 с.

15. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с.
16. Продукційні моделі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://knhelp.wordpress.com/2012/04/19/л4-продукційні-моделі/>
17. Портал штучного інтелекту. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/design-tools.html>.
18. Сайт java [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://java.com/en/download/>

Стаття надійшла 18.04.2014
Прийнято до друку 06.05.2014

Аннотация

Ю.В. Триус, М.А. Манько

Web-ориентированная консультационная экспертная система по методам оптимизации

Целью исследования является создание web-ориентированной консультационной экспертной системы по методам оптимизации на основе принципов облачных технологий. Задачей исследования является проектирование и разработка экспертной системы на основе продукционной модели представления знаний о предметной области. Результатом исследования является созданная на основе правил продукции база знаний о задачах оптимизации, методах и средствах их решения, а также разработана экспертная система по методам оптимизации с использованием web-ориентированной экспертной оболочки eXpertise2Go.

Ключевые слова: *экспертная система, задачи оптимизации, методы оптимизации, web-ориентированные технологи.*

Summary

Y. Tryus, M. Manko

Web-oriented consulting expert system for methods of optimization

The aim of the study is to create a web-oriented expert system on methods of optimization based on the principles of cloud technologies. Research objectives are designing and develop an expert system on based productive model of knowledge about the subject area.

The object of the research is a web-oriented expert system and the subjects of the research are objectives and methods of optimization. In the research used the methods of mathematical modeling and computer experiment.

The result of research is the knowledge base based on productive model of knowledge about the objectives and methods of optimization and developed on the it basis of web-oriented expert system for solving optimization problems. The expert system is created to guide the learning process in the preparation of mathematicians and applied mathematicians, professionals of IT and economic cybernetics.

Key words: *expert system, optimization problems, methods of optimization, web-oriented technologies.*