

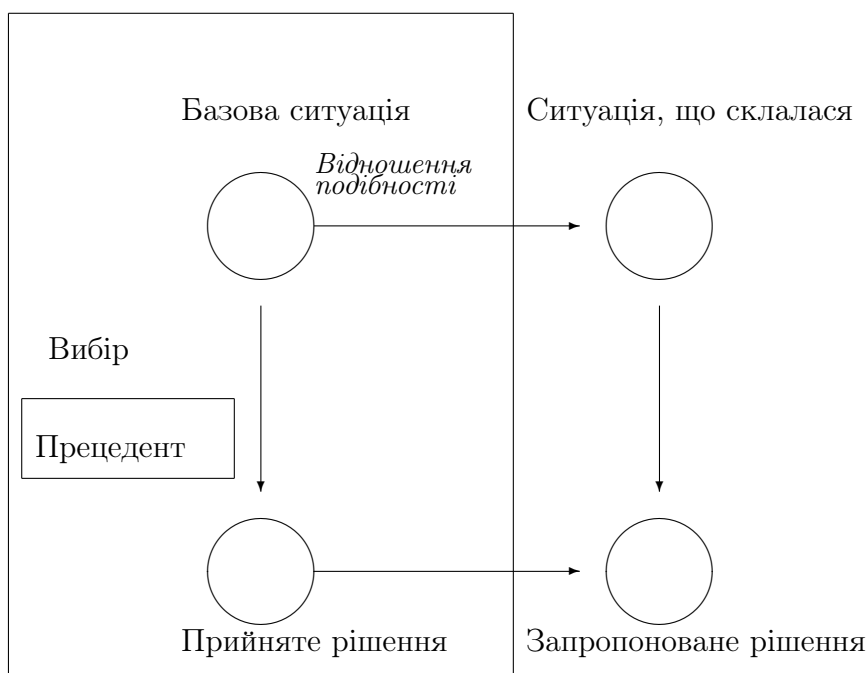
УДК 517.9

Про оцінку подібності прецедентів на основі нечіткого відношення переваги

Є. В. Івохін, К. О. Косинський

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
Київ 02127. E-mail: *ivohin@univ.kiev.ua*, *kka@univ.kiev.ua*

Анотація. Розглянуто метод розв'язання задач прийняття рішень та створення СППР шляхом адаптації рішень, які використовувалися раніше в аналогічних ситуаціях - прецедентів. Для пошуку подібних прецедентів використано спосіб вимірювання ступеня співпадіння значень атрибутів (якостей), які визначають прецеденти. Оцінку рівнів відповідності кожного із значень параметрів ситуації базовим показникам проведено на основі застосування нечітких множин та нечіткого відношення переваги ' $<$ '.
'<'.</p></div>
<div data-bbox="120 502 869 673" data-label="Text"><p>Для ефективного використання систем підтримки прийняття рішення (СППР) в динамічних предметних областях в умовах неповноти і невизначеності інформації досить актуальною є розробка підходів та процедур отримання рішень на основі прецедентів. Технологія, яка отримала назву СВР (Case-Based Reasoning, метод прийняття рішень на основі прецедентів), є однією з тих методик, що інтенсивно розвиваються в дослідженнях штучного інтелекту. За визначенням Р. Шенка [1], СВР – спосіб вирішення нових задач шляхом адаптації рішень, що використовувалися раніше в аналогічних ситуаціях – прецедентів. Зрозуміло, що цю ідею можна залучити для розв'язання багатьох задач прийняття рішень та створення прецедентних СППР.</p></div>
<div data-bbox="120 674 869 726" data-label="Text"><p>Розглянемо *загальні питання*. Під поняттям “прецедент” розуміють ситуаційний кортеж (контейнер), що включає проблемну ситуацію та способи її вирішення (мал. 1).</p></div>
<div data-bbox="120 727 869 862" data-label="Text"><p>Дослідження довільної ситуації, що потребує прийняття рішення, приводить до необхідності вивчення показників, що вирізняють ситуацію від інших. Аналіз факторів та порівняння їх з факторами, що накопичено в наявних (збережених) прецедентах, дозволяють отримати оцінку величини подібності ситуацій. Розробка конструктивного підходу для проведення такого аналізу забезпечує формування рішення в готовому вигляді або потребує проведення додаткових дій по адаптації рішень з метою врахування розбіжностей в контексті, що склався, та в базовій ситуації.</p></div>
<div data-bbox="120 880 468 897" data-label="Page-Footer"><p>© Є. В. ІВОХІН, К. О. КОСИНСЬКИЙ</p></div>



Мал.1

Інформація, яка міститься в прецеденті, зберігається в сховищі прецедентів, для чого можуть використовуватися традиційні засоби СУБД, сервери баз знань, багатовимірні бази даних і т.і. Ситуація, для якої був збережений прецедент, вважається опорною або базовою [2].

Якщо в процесі аналізу необхідний прецедент не був знайдений або процес адаптації потребує залучення додаткової інформації, прийняття рішення потребує звернення до бази знань, що містить основні дані про предметну область.

Метод, за допомогою якого будуть здійснюватися обчислення міри подібності (близькості) прецедентів, задається розробниками під час створення СВР – системи. Одним з найбільш популярних методів є пошук найближчого “сусіда”, в основі якого лежить спосіб вимірювання ступеня співпадіння значень атрибутів (якостей), які визначають прецеденти.

Таким чином, типовий прецедент представляє собою структуру, що складається з опису проблеми, що характеризує ситуацію на момент активізації, та рішення, що містить список можливих варіантів прийняття рішень, пов’язаних з даною проблемою, а також опис ситуації, яка (можливо) буде мати місце після вибору прецеденту. Аналіз публікацій, присвячених використанню прецедентного підходу для розробки СППР, дозволяє визначити три головних проблеми:

1. важкість обліку динамічних факторів.
2. неможливість представлення на рівні формальних описів прецедентів зв’язку між факторами, наприклад, у вигляді рівнянь.
3. труднощі обліку обмежень в процесі прийняття рішень, що задаються вели-

кою кількістю факторів, а не станів.

Вказані ускладнення традиційно послаблюють, розробляючи гібридні системи [3], в яких об'єднують механізм прийняття рішень на основі прецедентів з механізмом, заснованим на врахуванні існуючих в ситуаціях правил або обмежень. Вказаний клас гібридних СППР та СВР-систем називають сценарно-прецедентними. Однак треба зауважити, що проблема визначення величини подібності прецедентів залишається нерозв'язаною до кінця і в цьому випадку.

Основною метою цієї роботи є розробка конструктивних підходів для проведення оцінювання подібності прецедентних ситуацій без врахування абсолютних значень показників, що характеризують проблемні ситуації. Будемо розглядати сценарно-прецедентні СППР. Формалізуємо модель подібних систем аналогічно [4].

Нехай A - скінченна множина параметрів (факторів), що визначають стан системи, $A = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$, X - множина значень параметрів, що задається у вигляді $X = \prod_{i=1, \overline{m}} X_i$, де $X_i, i = \overline{1, m}$ - область визначення i -того параметра.

Конкретні значення, які приймають параметри $p_i, i = \overline{1, m}$, позначимо через $x_i \in X_i, i = \overline{1, m}$.

Означення 1. Реалізованим станом системи назвемо сукупність значень параметрів $C = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$.

Означення 2. Ситуацію $s_j, j = 0, 1, 2, \dots$ в момент часу $t_j, j = 0, 1, 2, \dots$ визначимо як оцінку значень сукупності факторів системи і відношень між ними:

$$s_j = \langle \tilde{C}_{t_j}, L_j, t_j \rangle, j = 0, 1, 2, \dots,$$

де $\tilde{C}_{t_j}, j = 0, 1, 2, \dots$ - оцінка значень параметрів, $L_j, j = 0, 1, 2, \dots$ - множина відношень між факторами в момент часу $t_j, j = 0, 1, 2, \dots$.

Нехай S - множина можливих ситуацій, R - множина можливих рішень.

Означення 3. Прецедентом називається пара $\langle s, r \rangle \in S \times R$, що складається з ситуації $s \in S$ і зв'язаного з нею рішення $r \in R$.

Довільній ситуації s можуть відповідати декілька рішень, тобто вважаємо, що два прецеденти $\langle s, r_1 \rangle$ та $\langle s, r_2 \rangle$ є різними, якщо $r_1 \neq r_2$. Таким чином, в сценарно-прецедентній СППР дані представлені у вигляді множини прецедентів $M = \{\langle s_k, r_n^k \rangle, k = 1, 2, \dots, n = \overline{1, n_k}\}$.

З іншої сторони, якщо ситуація s_j наближено відповідає ситуації s , що склалася, і існує прецедент $\langle s_j, r_j \rangle$, то можна стверджувати, що r_j є правдоподібним (наближеним) рішенням для ситуації s . Ступінь близькості s_j до s оцінюється за допомогою величини міри відношення подібності, на основі якої можна обчислити доречність застосування рішення r_j в ситуації s .

Як вже було сказано вище, в основі побудови сценарно-прецедентних СППР (і СВР-систем взагалі) лежить метод пошуку подібних прецедентів за схемою,

основна ідея якої полягає у визначенні в просторі параметрів системи ситуацій, найближчих в деякому розумінні до базової.

Для оцінки відстані між значеннями параметрів базової ситуації та поточними значеннями, що визначають наблизений варіант ситуації, вводиться метрика, в якості якої досить часто використовується звичайна або зважена за параметрами евклідова норма. Не вдаючись у подробиці, можна констатувати, що така методика не повністю враховує суттєві особливості задачі прийняття рішення. Крім цього, облік великої кількості факторів за абсолютними значеннями ускладнює класифікацію ситуацій, їх відповідність конкретній базовій ситуації. Одним з підходів, що дозволив би найбільш точно оцінювати близькість прецедентних ситуацій і, як наслідок, зменшити помилку у прийнятті рішення на основі прецедентів, є багато-критеріальний підхід з використанням нечітких множин та нечітких відношень [5].

Означення 4. Нечіткою множиною в універсальному просторі називається сукупність пар виду $\{(x, \mu_A(x))\}$, де $x \in X$, а $\mu_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$ - функція належності нечіткої множини .

Означення 5. Нечітким відношенням F на універсальному просторі називається нечітка множина декартового добутку $X \times X$, що характеризується функцією належності $\mu_F(x, y) : X \times X \rightarrow [0, 1]$.

Оцінемо довільну ситуацію за рівнями відповідності кожного із значень параметрів поточної ситуації базовим показником. В цьому випадку, ситуація s_j , що склалася, буде описуватися нечіткою множиною $A = \{(x_1, \mu(x_1)), \dots, (x_m, \mu(x_m))\}$, де множина значень $C = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ визначає реалізований стан системи, $\mu(x_i)$, $i = \overline{1, m}$ - величини мір відповідності значення факторів базовим значенням, $0 \leq \mu(x_i) \leq 1$, $i = \overline{1, m}$, які можна розглядати як рівні належності елементів x_i , $i = \overline{1, m}$ нечіткій множині . Оцінку подібності ситуації s_j до базової ситуації s проведемо за допомогою міри, обчислення якої проведемо на основі нечіткого відношення переваги.

Не обмежуючи загальності, покладемо $X_i \subset R_+^1$, $i = \overline{1, m}$. Позначимо через h вектор значень з R_+^m , а $A = \{A_1, A_2, \dots, A_I\}$ - сукупність нечітких множин $A_k, k = \overline{1, I}$ в R_+^m . Поставимо задачу знаходження нечіткої множини з A , яка є найближчою до h у розумінні нечіткого відношення переваги " $<$ ". Формально будемо його позначати G .

Для кожної множини A_i , $i = \overline{1, I}$, обчислимо нечітку відстань $\rho_i = \rho(h, A_i)$, $i = \overline{1, I}$, між чітким елементом h та нечіткими елементами сукупності множин A . Нечітке відношення переваги G сформулюємо по аналогії з введеним Орловським С.А.[5] нечітким відношенням $g(a, b)$ для довільних нечітких елементів $a, b \in R_+^m$: якщо $\mu_g(a, b) > 0$, то кажуть, що $a < b$ із степенем $g(a, b) = \mu_g(a, b)$.

Нехай A, B - довільні нечіткі множини з A . Тоді $G(A, B) = \mu_G(A, B)$ розраховується за формулою

$$G(A, B) = \sup_{p, q \in R_+^m} \min \{ \mu_A(p), \mu_B(q), \mu_g(p, q) \},$$

і, як було відмічено вище, нечітка множина “менше” нечіткої множини із степенем $G(A, B)$, якщо $G(A, B) > 0$.

За допомогою нечіткого відношення переваги $G(A, B)$ можна порівняти відстань між h і A_k та між h і A_j , $A_k, A_j \in A$. Це надає можливість визначити “найближчий” до h елемент A^* з A . A^* - нечітка множина невідмінюючих альтернатив з A , функція належності якої описується виразом:

$$\mu_{A^*}(A_k) = \min_{w=\overline{1, I}}(1 - \mu_T(A_k, A_w)) = 1 - \max_{w=\overline{1, I}} \mu_T(A_k, A_w), \quad k = \overline{1, I},$$

де через μ_T позначено нечітке відношення строгої переваги, що відповідає G

$$\mu_T(A, B) = \begin{cases} \mu_G(A, B) - \mu_G(B, A), & \mu_G(A, B) \geq \mu_G(B, A) \\ 0, & \mu_G(A, B) < \mu_G(B, A) \end{cases}, \quad A, B \in A.$$

Таким чином, можна сформулювати *основний результат даної роботи*. Використовуючи нечітке відношення переваги G , можна ефективно оцінювати поточну ситуацію в системі, що потребує прийняття рішення, та знаходити прецеденти, що забезпечують доречність застосування відповідних рішень в проблемній ситуації. На основі алгоритмів реалізації операції композиції в нечітких динамічних системах [6] за допомогою запропонованого підходу може бути реалізований конструкторивний спосіб обліку змін в оцінці ситуації, що склалася. Представляється *перспективним впровадження методик* оцінювання на основі нечіткого відношення переваги для розв'язання задач нечіткої кластеризації та побудови нечітких нейронних мереж [7].

Перелік цитованих джерел

1. Джексон П. Введение в экспертные системы. — М.: Вильямс, 2001. — 624 с.
2. Нечипоренко О.А. Использование технологии Case-Based Reasoning в проектировании программных систем // Перспективные информационные технологии и информационные среды.- Таганрог. — 2002. — №3. — С. 27–32.
3. Main J., Dillon T.S. A hybrid case-based reasoner for footwear design // Case-Based Reasoning Research and Development - Lecture Notes Artificial Intelligence. —1999. — V.1650. —Р. 499–509.
4. Шерстюк В.Г. Формальная модель гибридной сценарно-прецедентной СППР// Информационно-управляющие комплексы и системы. —2004. — №1. —С. 114–122.
5. Орловский С.А. Проблемы принятия решения при нечеткой исходной информации. — М.: Наука, 1981. — 206 с.
6. Івохін Є.В., Волчков С.О. Якісне дослідження динаміки нечітких дискретних систем// Системні дослідження та інформаційні технології. —2006. — №1. —С. 14–22.
7. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. —М.: Финансы и статистика, 2002. — 344 с.

Получена 30.01.2007 Переработана 12.03.2007