

УДК 519.713:681.5

Ю.П. КОНДРАТЕНКО, Є.В. СІДЕНКО

Чорноморський державний університет імені Петра Могили

ІЄРАРХІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТА КОРЕКЦІЯ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ НЕЧІТКИХ СППР ПРИ ЗМІННІЙ СТРУКТУРІ ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

В статті проведено огляд існуючих підходів та алгоритмів щодо проектування СППР на основі нечіткої логіки у випадку зміни структури вектора вхідних даних. Представлено власний підхід, який полягає у корекції (редагуванні) правил нечітких баз знань в реальному часі при різній кількості вхідних координат системи. Результати моделювання підтверджують ефективність та доцільність застосування алгоритмів редагування правил нечітких баз знань при проектуванні СППР для прийняття управлінських рішень, зокрема, при розв'язанні задач транспортної логістики. Розглянутий підхід на прикладі коригування баз знань нечіткої СППР з 5-ма вхідними координатами, може бути ефективно застосований для більшої розмірності вектора вхідних координат, зокрема, для коригування нечітких правил в СППР з 19-ма вхідними координатами.

Ключові слова: СППР, нечітка логіка, транспорт, логістика.

Вступ

Системи підтримки прийняття рішень (СППР) для розв'язання різноманітних задач допомагають операторам (ЛПР) формувати і використовувати масиви апріорних і поточних даних, моделі, алгоритми та критерії прийняття ефективних рішень [1] в автоматичних та інтерактивних режимах.

Нечітка СППР із змінною структурою вектора вхідних даних – це система, кількість вхідних параметрів якої може змінюватися в процесі прийняття рішень ЛПР.

СППР широко застосовуються в економіці, організації підприємств, медицині, сільському господарстві та ін. Однією з важливих областей застосування СППР є транспортна логістика.

1. Загальна постановка проблеми

Для аналізу та формування альтернативних рішень в СППР використовуються різні теоретичні підходи, зокрема, інтелектуальний аналіз даних, імітаційне та нечітке моделювання, генетичні алгоритми, нейронні мережі, теорія прийняття рішень, теорія нечітких множин та нечітка логіка і т.д [2].

Дослідження нечіткої логіки пов'язане з необхідністю розробки інтелектуальних систем, здатних взаємодіяти з людиною-оператором, сприймаючи від неї вербальну інформацію [3].

Застосування теорії нечітких множин та нечіткої логіки при проектуванні СППР дозволяє вирішувати задачі на інтелектуальному рівні, використовуючи при цьому бази знань експертів [4].

Процес прийняття ефективних рішень полягає у виборі найкращого альтернативного варіанту серед існуючих за певною системою критеріїв і переваг та за множиною оцінювальних параметрів (вхідних координат системи).

Однією з проблем синтезу СППР на основі нечіткого логічного виведення є складність в прийнятті рішень при змінній структурі вхідних даних системи (при різній розмірності вектора вхідних координат). Це пов'язано з необхідністю розробки ефективних підходів щодо корекції нечітких баз знань (НБЗ). Необхідність відповідного коригування або обходу правил з врахуванням вхідних сигналів, які за вибором ЛПР виключено зі складу вектора вхідних координат, виникає при конкретному застосуванні СППР в інтерактивному режимі. В таких інтерактивних режимах ЛПР може зменшити розмірність вектора вхідних координат СППР, виключаючи найменш важливі для ЛПР вхідні сигнали, які в подальшому не приймають участь в процесі формування рішень.

2. Огляд останніх досліджень та публікацій

На сьогоднішній день існує чимало публікацій з досліджень СППР на основі нечіткої логіки [5, 6], в яких розглядаються методи теорії нечітких множин для моделювання, аналізу та синтезу інтелектуальних систем. Дослідженнями, які проводяться в різних країнах, також доведено, що для багатьох об'єктів управління, параметри яких змінюються в процесі функціонування, доцільним є використання

нечітких комп'ютеризованих систем автоматичного керування [7 – 9].

При нечіткому моделюванні частіше всього використовують алгоритм Мамдані, згідно якого антецеденти і консеквент правил нечітких баз знань формуються на основі лінгвістичних термів [2], що задані нечіткими множинами типу «Низький», «Середній», «Високий» і т.п.

Для підвищення точності результатів моделювання та ефективності прийняття рішень нечітку модель попередньо навчають, тобто ітераційно змінюють її параметри з метою мінімізації відхилення результатів логічного виведення від експериментальних даних [10].

Для різних ЛПР частина вхідних координат може бути не важливою згідно їх власних пріоритетів. Так, наприклад, якщо синтезована СППР ефективно функціонує при 12 вхідних сигналах ($N = 12$), то в деяких випадках конкретну ЛПР може цікавити і вона може задавати тільки, наприклад, 8 вхідних сигналів ($N_r = 8$), а інші 4 вхідні сигнали ($N_{NI} = 4$) ЛПР виключає з розгляду, оскільки вони є для нього не суттєвими (не важливими), $N_r + N_{NI} = N$. Тобто розмірність вектора вхідних координат зменшується з 12 до 8. Серед відомих підходів до корекції в таких випадках баз правил нечітких СППР є використання вагових коефіцієнтів для нечітких правил.

Зміна вектора вагових коефіцієнтів для відповідних правил нечітких баз знань дозволяє зменшити вплив вхідних параметрів, які за вибором ЛПР в деяких ситуаціях можуть не приймати участь в процесі прийняття рішень, на результат роботи системи. Проте при цьому виникає необхідність у повторному налаштуванні відповідних коефіцієнтів при кожній зміні структури вхідних даних [9, 11].

3. Структура нечіткої СППР

В статті [12] проведено огляд існуючих задач транспортної логістики та представлено метод вирішення однієї із задач, а саме, оцінки якості доставки вантажу, за допомогою систем підтримки прийняття рішень на основі нечіткого логічного виведення Мамдані-типу. Аналіз літературних джерел [13, 14] показує, що серед вхідних факторів (координат, сигналів) можна виділити 19 найбільш важливих ($N = 19$). Для нечітких СППР такого класу (з 19-ма вхідними координатами) особливо актуальною є задача автоматичного коригування нечітких баз правил при ситуаціях, коли конкретну ЛПР цікавлять реальні N_r вхідні координати, при цьому

$N_r < N$. В подальшому більш детально розглянемо запропонований авторами підхід, який дозволяє за допомогою СППР вищезгаданого класу забезпечувати формування оптимальних рішень (згідно змісту попередньо обраних критеріїв) шляхом коригування баз правил при апріорній невизначеності вхідної інформації, тобто при $N_r < N$.

Для ілюстрації запропонованого авторами підходу в якості прикладу розглянемо нечітку СППР, яка має 5 вхідних параметрів x_i , $i = 1, \dots, 5$; $N = 5$, зокрема [12]: x_1 – ціна на перевезення; x_2 – своєчасність доставки; x_3 – зручність обслуговування в процесі доставки вантажу; x_4 – збереження за кількістю вантажу; x_5 – збереження за якістю вантажу. Вихідною змінною системи є показник оцінки якості доставки вантажу F .

В результаті структуризації вхідних даних у складі дворівневої СППР сформовано 3 нечітких підсистеми, що реалізують наступні залежності [12]:

– для першого ієрархічного рівня СППР:

$$y_1 = f_1(x_1, x_2, x_3),$$

$$y_2 = f_2(x_4, x_5);$$

– для другого ієрархічного рівня СППР:

$$F = f_3(y_1, y_2).$$

На рис. 1 наведена структура ієрархічної нечіткої СППР, яка складається з 5 вхідних лінгвістичних змінних $\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$, 3 баз знань з нечіткими правилами $\{f_1, f_2, f_3\}$ та однієї вихідної лінгвістичної змінної F .

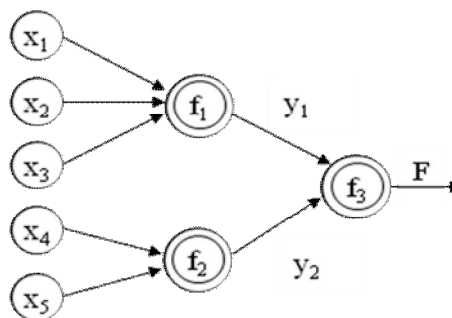


Рис. 1. Ієрархічна структура нечіткої СППР

Під час опису лінгвістичних змінних для СППР, представленої на рис. 1, визначено їхній діапазон зміни значень, кількість термів та форму ФН (трикутна). Відповідно структурі СППР (рис. 1) авторами розроблено три нечітких бази знань з нечіткими правилами продукції типу «ЯКЩО – ТО», першу з яких $y_1 = f_1(x_1, x_2, x_3)$ в подальшому буде розглянуто більш детально.

В табл. 1 наведено набір правил з бази знань першої підсистеми нечіткої СППР. При цьому для оцінки всіх вхідних змінних $\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ використовується по 3 лінгвістичні терми (L – “низький”, M – “середній”, H – “високий”), а для оцінки вихідної змінної F – 5 відповідних термів (L – “низький”, LM – “нижче середнього”, M – “середній”, MH – “вище середнього”, H – “високий”).

Таблиця 1
База правил першої нечіткої підсистеми
 $y_1 = f_1(x_1, x_2, x_3)$

№ правила	x_1	x_2	x_3	y_1
1	L	L	L	L
2	L	L	M	LM
3	L	L	H	M
4	L	M	L	LM
5	L	M	M	M
6	L	M	H	M
7	L	H	L	M
8	L	H	M	M
9	L	H	H	MH
10	M	L	L	L
11	M	L	M	LM
12	M	L	H	M
13	M	M	L	LM
14	M	M	M	M
15	M	M	H	MH
16	M	H	L	M
17	M	H	M	MH
18	M	H	H	H
19	H	L	L	LM
20	H	L	M	LM
21	H	L	H	M
22	H	M	L	M
23	H	M	M	MH
24	H	M	H	H
25	H	H	L	M
26	H	H	M	MH
27	H	H	H	H

4. Алгоритм корекції баз знань нечітких СППР

В процесі роботи нечіткої СППР з фіксованою структурою баз знань і при змінній структурі вектора вхідних даних $N_r < N$, результати прийняття рішень F зазнають деформації. Це пов'язано з тим, що значення вхідних параметрів (сигналів), які не приймають участь в моделюванні нечіткої СППР ($x_i = 0, i \in \{1, 2, \dots, N\}$), здійснюють через відповідні

нечіткі правила негативний вплив на результат F. Для вирішення даної проблеми авторами розроблено підхід (на основі двох алгоритмів редагування антецедентів та консеквентів правил), який полягає у корекції правил нечітких баз знань при зміні вектора вхідних параметрів, що дозволяє не враховувати значення вхідних сигналів $x_i = NI, i \in \{1, 2, \dots, N\}$ (NI - not interested), які не є важливими для ЛПР в процесі прийняття рішень.

Блок-схема алгоритму редагування антецедентів правил нечіткої СППР представлена на рис. 2.

Запропонований авторами алгоритм редагування антецедентів правил нечіткої СППР, проект якої розроблено в обчислювальному середовищі MatLab, складається з наступних етапів (рис. 2):

1. Вхідною інформацією алгоритму редагування антецедентів правил виступають назва підсистеми нечіткої СППР та вектор значень вхідних лінгвістичних змінних.

2. За допомогою вбудованої в Matlab функції readfis зчитується структура підсистеми, назва якої була введена на першому етапі [11].

3. За допомогою функції getfis та її параметра rules зчитуються правила цієї підсистеми [1, 11].

4. Виконання циклу обходження кожного значення вектора вхідних змінних: якщо це значення відповідає нульовому сигналу (показує, що вхідна змінна не цікавить ЛПР і не приймає участі в процесі прийняття рішень), то значення лічильника збільшується на одиницю. При цьому запускається ще один цикл обходження всіх правил НБЗ, у ході виконання якого номеру терму, який відповідає номеру нульового значення у векторі вхідних змінних, присвоюється значення нульового сигналу. Заміна номеру терма у базі правил на нульове значення означає, що цей терм не буде впливати на процес агрегації по відповідним нечітким правилам.

Якщо жодне значення вектора вхідних змінних не містить нульового значення або коли етап 5 виконаний повністю для всіх нульових значень вектора вхідних змінних, то динамічно створюється нова підсистема з такою ж структурою, як введена на етапі 2, але зі зміненими антецедентами НБЗ.

Блок-схема алгоритму редагування консеквентів правил нечіткої СППР представлена на рис. 3.

Запропонований авторами алгоритм редагування консеквентів правил нечіткої СППР включає такі етапи:

1. На вхід подається назва новоствореної підсистеми (fis2), вектор значень вхідних лінгвістичних змінних (X) та матриця видозмінених правил НБЗ (rules) [11].

2. Виконується цикл обходження матриці видозмінених правил НБЗ: додаються значення анте-

цедентів по кожному правилу НБЗ; сума ділиться на кількість вхідних значень вектора вхідних змінних, що не дорівнюють нульовому значенню ($divide = length(X) - zero_x$; $result = sum / divide$); аналізується результат та на його основі консеквенту відповідного правила присвоюється значення від 1 до 5 (1 – «L», 2 – «LM», 3 – «M», 4 – «MH», 5 – «H»).

3. Після обходження всіх правил НБЗ та коригування консеквентів розраховується значення вихідного сигналу нечіткої СППР.

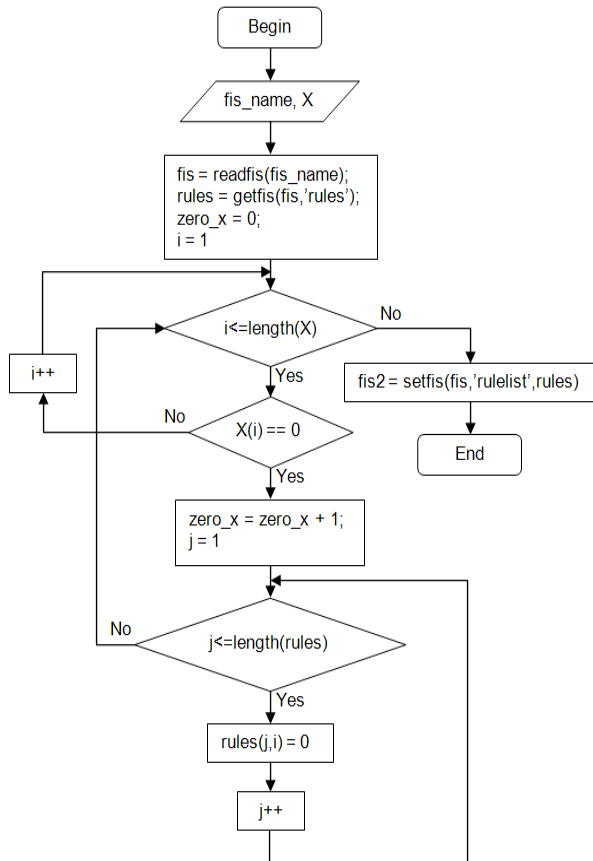


Рис. 2. Блок-схема алгоритму редагування антецедентів правил нечіткої СППР після редагування антецедентів НБЗ нечіткої СППР необхідно також відредагувати консеквенти НБЗ відповідно до змінених антецедентів

Особливістю алгоритму редагування консеквентів правил НБЗ, блок-схема якого зображена на рис. 3, є те, що даний алгоритм повинен виконуватися тільки після попередньої реалізації алгоритму редагування антецедентів правил нечіткої СППР (рис. 2), оскільки вхідні дані для реалізації алгоритму згідно рис. 3 містять результати реалізації алгоритму згідно рис. 2.

Ці алгоритми можна застосовувати в процесі проектування нечітких СППР із змінною структурою вхідних даних, які призначені для оцінки якості доставки вантажів.

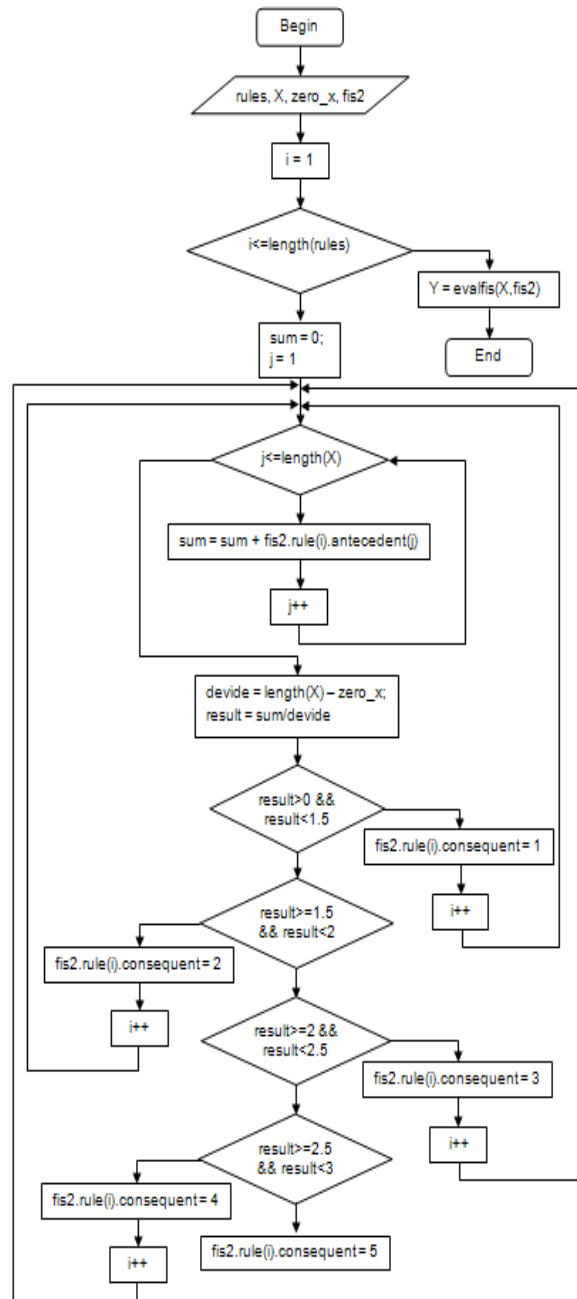


Рис. 3. Блок-схема алгоритму редагування консеквентів правил нечіткої СППР

5. Синтез та результати моделювання нечіткої СППР

Проект нечіткої СППР розроблено як сукупність взаємодіючих між собою підсистем. Зв'язок їх в цілісну систему здійснено на програмному рівні.

Інтерфейс проекту нечіткої СППР (згідно рис. 1) розроблена засобами GUI MatLab і представлена на рис. 4 та 5.

Результати моделювання нечіткої СППР при різномісних наборах (I, II, III) вхідних даних $\{x_1, x_2, x_3\}$ та при постійних значеннях $x_4 = 85$ та

$x_5 = 95$ представлені в табл. 2. Результати роботи нечіткої СППР без застосування та із застосуванням алгоритму редагування правил НБЗ при $x_1 = 3500$, $x_2 = 75$, $x_3 = 0$ або $x_3 = NI$, $x_4 = 85$, $x_5 = 75$ надані на рис. 4 та 5.

В табл. 3 представлені результати роботи системи на трьох наборах вхідних даних без використання $\{I(-), II(-), III(-)\}$ та з використанням $\{I(+), II(+), III(+)\}$ розробленого авторами алгоритму редагування правил НБЗ для оцінки якості доставки вантажу.

Таблиця 2

Результати роботи нечіткої СППР

	Значення факторів								
	I			II			III		
x_1	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
x_2	35,0	35,0	35,0	65,0	65,0	65,0	95,0	95,0	95,0
x_3	35,0	65,0	95,0	35,0	65,0	95,0	35,0	65,0	95,0
Y_1	45,0	50,0	70,4	50,0	55,0	75,3	70,4	75,3	91,8
F	62,3	70,2	75,6	70,2	71,0	84,8	75,6	84,8	88,2

НЕЧІТКА ІЄРАРХІЧНО-ОРГАНІЗОВАНА СППР

Вхідні змінні	Перший рівень ієрархії	Другий рівень ієрархії
Ціна на перевезення x_1 <input type="text" value="3500"/> <input type="checkbox"/> Not Interested	Імідж транспортної компанії $Y_1 = F_1(x_1, x_2, x_3)$ <input type="text" value="37.5"/> <input type="checkbox"/> Not Interested	Вихідні змінні Якість доставки вантажу $Y = F(Y_1, Y_2)$ <input type="text" value="44.1892"/>
Своєчасність доставки вантажу x_2 <input type="text" value="75"/> <input type="checkbox"/> Not Interested		
Зручність обслуговування в процесі доставки x_3 <input type="text" value="0"/> <input type="checkbox"/> Not Interested	<input type="button" value="Calculate"/>	
Збереження за кількістю вантажу x_4 <input type="text" value="85"/> <input type="checkbox"/> Not Interested	Рівень збереження вантажу $Y_2 = F_2(x_4, x_5)$ <input type="text" value="68.2081"/> <input type="checkbox"/> Not Interested	
Збереження за якістю вантажу x_5 <input type="text" value="75"/> <input type="checkbox"/> Not Interested		

Рис. 4. Результат роботи нечіткої СППР без застосування алгоритму редагування правил НБЗ

НЕЧІТКА ІЄРАРХІЧНО-ОРГАНІЗОВАНА СППР

Вхідні змінні	Перший рівень ієрархії	Другий рівень ієрархії
Ціна на перевезення x_1 <input type="text" value="3500"/> <input type="checkbox"/> Not Interested	Імідж транспортної компанії $Y_1 = F_1(x_1, x_2, x_3)$ <input type="text" value="56.4438"/> <input type="checkbox"/> Not Interested	Вихідні змінні Якість доставки вантажу $Y = F(Y_1, Y_2)$ <input type="text" value="59.3523"/>
Своєчасність доставки вантажу x_2 <input type="text" value="75"/> <input type="checkbox"/> Not Interested		
Зручність обслуговування в процесі доставки x_3 <input type="text" value="0"/> <input checked="" type="checkbox"/> Not Interested	<input type="button" value="Calculate"/>	
Збереження за кількістю вантажу x_4 <input type="text" value="85"/> <input type="checkbox"/> Not Interested	Рівень збереження вантажу $Y_2 = F_2(x_4, x_5)$ <input type="text" value="68.2081"/> <input type="checkbox"/> Not Interested	
Збереження за якістю вантажу x_5 <input type="text" value="75"/> <input type="checkbox"/> Not Interested		

Рис. 5. Результат роботи нечіткої СППР із застосуванням алгоритму редагування правил НБЗ

Таблиця 3

Результати роботи нечіткої СППР

	Значення факторів					
	I(-)	I(+)	II(-)	II(+)	III(-)	III(+)
x_1	4200	4200	4200	4200	4200	4200
x_2	35,0	35,0	65,0	65,0	95,0	95,0
x_3	0	NI	0	NI	0	NI
y_1	24,7	45,4	29,6	54,6	50,0	75,3
F	45,2	62,6	51,4	70,8	70,2	84,8

З результатів моделювання (табл. 3, 4) видно, що показник якості F системи доставки вантажу в процесі роботи нечіткої СППР при $x_1 = 4200$, $x_2 = 95$, $x_3 = 65$ складає 84,8 балів. Цей показник без застосування алгоритму редагування правил НБЗ при $x_1 = 4200$, $x_2 = 95$, $x_3 = 0$ складає 70,2 балів.

Нульове значення, яке встановлено на вході x_3 означає незацікавленість ЛПР в цьому показнику в процесі прийняття рішень. Але при цьому значення $x_3 = 0$ впливає на роботу нечіткої СППР, що призводить до деформації результатів моделювання системи.

Значення вихідного сигналу системи (F), що отримане із застосуванням алгоритму редагування правил НБЗ при тих самих значеннях вхідних параметрів системи ($x_1 = 4200$, $x_2 = 95$) і при значенні показника $x_3 = NI$ (не враховується, NI – not interested), дорівнює 84,8 балів.

Результат роботи нечіткої СППР (таблиця 3) з використанням алгоритму корекції НБЗ ($F = 84,8$) співпадає із значенням вихідної величини нечіткої СППР без врахування алгоритму корекції БЗ з вхідними параметрами $x_1 = 4200$, $x_2 = 95$, $x_3 = 65$ (табл. 2).

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що значення показника x_3 практично не впливає на результат роботи системи із використанням алгоритму редагування правил НБЗ, що доводить ефективність і доцільність застосування даного алгоритму в СППР із змінною структурою вектора вхідних даних.

В табл. 4 представлено набір правил НБЗ першої підсистеми $y_1 = f_1(x_1, x_2, x_3)$, які зазнають корекції при застосуванні алгоритму редагування правил НБЗ.

При цьому $x_3 = L(0)$ відповідає нульовому значенню вхідного сигналу x_3 , а $x_3 = NI$ – незацікавленості ЛПР у вхідному параметрі x_3 .

Таблиця 4

Скоригована база правил першої підсистеми

$$y_1 = f_1(x_1, x_2, x_3 = NI)$$

№ правил	x_1	x_2	x_3	y_1	x_3	y_1
2	L	L	L(0)	L	NI	L
3	L	L	L(0)	L	NI	L
5	L	M	L(0)	LM	NI	LM
6	L	M	L(0)	LM	NI	LM
9	L	H	L(0)	M	NI	M
10	M	L	L(0)	L	NI	LM
12	M	L	L(0)	L	NI	LM
13	M	M	L(0)	LM	NI	M
15	M	M	L(0)	LM	NI	M
16	M	H	L(0)	M	NI	MH
18	M	H	L(0)	M	NI	MH
19	H	L	L(0)	LM	NI	M
20	H	L	L(0)	LM	NI	M
22	H	M	L(0)	M	NI	MH
24	H	M	L(0)	M	NI	MH
25	H	H	L(0)	M	NI	H
26	H	H	L(0)	M	NI	H

Висновки

Застосування розробленого алгоритму редагування правил НБЗ інтелектуальної СППР на нечіткій логіці дозволяє підвищити ефективність прийняття управлінських рішень.

Результати моделювання розробленої СППР підтверджують ефективність застосування алгоритму корекції баз знань в процесі проектування та синтезу системи для оцінки якості доставки вантажу при змінній структурі вектора вхідних даних.

Розглянутий авторами підхід на прикладі коригування баз знань нечіткої СППР з 5-ма вхідними координатами, може бути ефективно застосований для більшої розмірності вектора вхідних координат, зокрема, для коригування нечітких правил в СППР [13, 14] з 19-ма вхідними координатами.

Література

1. Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB [Текст] / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
2. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. [Текст] / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 166 с.
3. Zadeh, L.A. Fuzzy sets [Text] / L.A. Zadeh // *Information and Control*. – 1965. – № 8. – P. 338–353.
4. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление [Текст]: пер. с англ. / А. Пегат. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 798 с.
5. Саати, Т. Анализ иерархических процессов. [Текст] / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 315 с.
6. Messarovich, M.D. Theory of hierarchical multilevel systems. [Text] / M.D. Messarovich, D. Macko, Y. Takahara. – N.Y.: Academic Press, 1970. – 344 p.
7. Ротштейн, А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. [Текст] / А.П. Ротштейн. – Винница: УНИВЕРСУМ, 1999. – 320 с.
8. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта [Текст] / под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 312 с.
9. Zimmerman, H.J. Fuzzy Set Theory [Text] / H.J. Zimmerman. – 2nd edition. – Kluwer, Boston, 1991. – 315 p.
10. Nauck, D. Neuro-Fuzzy Systems for Function Approximation. [Text] / D. Nauck, R. Kruse // *Fuzzy Sets and Systems*. – 1999. – Vol. 101, № 2. – P. 261–271.
11. Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide, Version 2 [Text]. – The MathWorks, Inc., 1999.
12. Кондратенко, Ю. Синтез нечетких систем підтримки прийняття рішень для задач транспортної логістики [Текст] / Ю. Кондратенко, С. Енчева, С. Сіденко // *Технічні вісті*. – 2010. – Вип. 1(31), 2(32). – С. 61–66.
13. Логистика [Текст]: учебник / под ред. Б.А. Аникина. – 3-е изд., перер. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 368 с.
14. Транспортная логистика [Текст]: учебник / под общ. ред. Л.Б. Миротина. – 2-е изд., стереотип. – М.: Издательство «Экзамен», 2005. – 512 с.

Надійшла до редакції 13.03.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри теоретичної електротехніки та електронних систем В.М. Рябенський, Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова.

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И КОРРЕКЦИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НЕЧЕТКИХ СППР С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ ВХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Ю.П. Кондратенко, Е.В. Сиденко

В статье проведен обзор существующих подходов и алгоритмов для проектирования СППР на основе нечеткой логики в случае изменения структуры вектора входных данных. Представлен собственный подход, который заключается в коррекции (редактировании) правил нечетких баз знаний при разном количестве входных координат системы. Результаты моделирования подтверждают эффективность и целесообразность применения алгоритмов редактирования правил нечетких баз знаний при проектировании СППР для принятия управленческих решений, в частности, при решении задач транспортной логистики. Рассмотренный подход на примере корректировки баз знаний нечеткой СППР с 5-ю входными координатами, может быть эффективно применен для большей размерности вектора входных координат, в частности, для корректировки правил в СППР с 19-ю входными координатами.

Ключевые слова: СППР, нечеткая логика, транспорт, логистика.

HIERARCHICAL ORGANIZATION AND CORRECTION IN REAL TIME OF FUZZY DSS WITH VARIABLE STRUCTURE OF INPUT INFORMATION

Y.P. Kondratenko, Ie.V. Sidenko

The review of the existing approaches and algorithms for designing decision support system (DSS) based on fuzzy logic in case of changing the structure of the vector of the input data is considered in the paper. There was presented the own approach, which lies in correction (editing) the rules of fuzzy knowledge bases at different number of input coordinates of the system. Simulation results confirm the effectiveness and appropriateness of use of the algorithms of editing the rules of fuzzy knowledge bases in the process of DSS designing for management decision-making, particularly in solving problems of transport logistics. The considered approach by the example of the adjustment of fuzzy knowledge bases DSS with 5 input coordinates, can be effectively applied to higher dimension input vector coordinates, in particular, to adjust the fuzzy rules in DSS with 19 input coordinates.

Key words: DSS, fuzzy logic, transport, logistics.

Кондратенко Юрій Пантелійович – д-р техн. наук, проф. кафедри інтелектуальних інформаційних систем ЧДУ ім. П. Могили, Миколаїв, Україна, email: y_kondratenko@rambler.ru.

Сіденко Євген Вікторович – аспірант кафедри інтелектуальних інформаційних систем ЧДУ ім. П. Могили, Миколаїв, Україна, email: emoty@mail.ru.