

ІНТЕРВАЛЬНІ НЕЧІТКІ МНОЖИНИ В ЗАДАЧАХ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ПЕРЕДБАЧЕННЯ СТАНІВ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ НЕПОВНОТИ ДАНИХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. *В задачах розпізнавання та передбачення станів складних об'єктів поширеною є ситуація, коли необхідно приймати рішення, маючи суперечливі, неповні або навіть хибні дані, що обумовлюється присутністю деякого рівня «шуму» або пропусками в даних. Для розв'язування існуючої проблеми використовуються інтервальні нечіткі множини, або нечіткі множини типу-2, коли значенням функції належності є не число, а інтервал. Показано появу інтервального виходу в системах нечіткої логіки типу-2 при застосуванні інтервальних функцій належності та побудову множини нечітких моделей типу-2 з використанням теоретико-множинних операцій задля прийняття ефективних рішень в прикладних задачах.*

Ключові слова: *складний об'єкт, неповнота даних, нечітка множина, інтервальна функція належності, нечітка логічна система типу-2.*

Вступ

Сьогоднішні проблеми прийняття рішень в складних умовах займають особливе місце в інформаційних технологіях. Математичні методи стали широко застосовуватися для опису й аналізу складних економічних, соціальних, медичних та інших об'єктів. Проте, треба відмітити, що основні труднощі в таких задачах виникають при описі об'єктів, коли множина параметрів об'єкту є неповною, і, таким чином, ця обставина може вплинути на ефективність прийняття кінцевого результату. Для подолання труднощів відображення недостатньо визначених або неповних даних чи понять, а також для аналізу і моделювання систем, у яких бере участь людина, американським математиком Лотфі Заді в 1965 році була запропонована теорія нечітких множин. Подальший розвиток цієї теорії показав її теоретичне та практичне значення в межах математичного моделювання складних систем та об'єктів, що мають недостатньо визначені об'єми вхідних даних.

Виклад основного матеріалу

На даний час зростає актуальність задач аналізу даних в умовах невизначеності, а саме подання та обробка нечітких або неповних даних, що запропоновані від експертів або таких, що отримані на основі обробки експериментальних даних. Нечіткість, як правило, виникає у випадку, коли експерт намагається якісно охарактеризувати кількісні поняття та відношення, що йому потрібні в процесі розв'язання поставленої задачі. Наприклад, експерт використовує природну мову для опису задач, звідки виникає лінгвістична невизначеність [1,2]. Такого типу невизначеність пов'язана з використанням природної мови для опису задач та породжується, неоднозначністю змісту фраз та множинністю значень слів (понять і відносин) мови, яку вибирає людина. Труднощі виникають і тоді, коли експерти в своїх міркуваннях використовують неточні дані, тобто такі показники, що отримали за допомогою вимірювальних прикладів, де безумовно є заздалегідь прийнята похибка вимірювання. Треба відмітити, що в процесі збору інформації на деякому кроці може виявитися, що зібрано тільки частину інформації, або подано не всю можливу інформацію, або наведено не всю необхідну інформацію. Такий факт називають неповнотою даних; дуже часто неповнота в основному пов'язана з тим, що експерт не знає відповідних чинників або не відмітив необхідних факторів, що важливі для розв'язування задачі. Такі дослідження можливостей, переваг та недоліків інтервальних нечітких множин, що використовуються для розпізнавання та передбачення станів складних об'єктів в умовах неповних даних, розглянемо на прикладних задачах.

Передумовою даного дослідження для розв'язання поставленої задачі є побудова нечіткої моделі типу-2 з інтервальними функціями належності [2], яку наведено на рисунку 1.

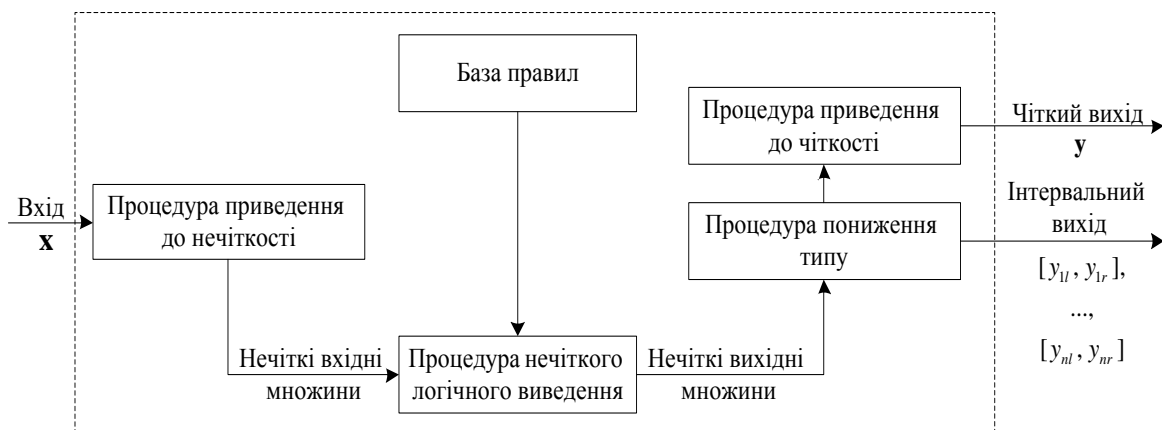


Рисунок 1. Нечітка модель типу-2 з інтервальними функціями належності

Наведемо задачу розпізнавання стану людини з захворюванням ендокринної системи [3,4,5]. Знання про предметну область характеризуються такими параметрами:

- 39 вхідних змінних;
- одна вихідна величина – висновок про відсутність або наявність захворювання ендокринної системи з визначенням ступеня важкості від 1 до 4-х;
- 140 експериментальних прикладів.

В результаті роботи нечіткої логічної системи типу-2 можливо отримати таке значення вихідної величини: $y = [0.54727; 3.1665]$. Обґрунтування ступеня важкості захворювання експертом таке: значення верхньої і нижньої межі вихідного інтервалу відповідають різним діагнозам. Висновок про передбачення стану захворювання: у цьому випадку кінцевим результатом будуть всі ступені важкості захворювання, які потрапляють у вихідний діапазон. Тобто ступінь його важкості повинна досліджуватись. Розв'язком даної задачі можлива реалізація декількох моделей [6,7], в кожній з яких експерти запропонують свій вхідний вектор з наявною неповнотою параметрів. Кожна нечітка модель типу-2 буде давати на виході свій інтервал. Порівняння інтервалів з теоретико-множинними операціями і дасть вихідний результат, тобто покаже рівень захворювання ендокринної системи.

Висновки

Запропоновано використання інтервальних нечітких множин в задачах розпізнавання та передбачення станів складних об'єктів в умовах неповноти даних. Для розв'язання існуючої проблеми використовуються інтервальні нечіткі множини, або нечіткі множини типу-2, коли значенням функції належності подається не число, а інтервал. В межах даного підходу наведено нечітку модель типу-2 з інтервальними функціями належності, та множину таких моделей, де розв'язком буде результат виконання теоретико-множинних операцій. Показано експериментальні приклади досліджень для задач медичного діагностування.

Список використаної літератури

1. Zadeh L.A. Fuzzy sets as a basis for theory of possibility // Fuzzy sets and systems 100 supplements. – 1999. – P.9-34.
2. Mendel J.M., John R.I., Liang Q. Interval Type-2 fuzzy logic systems: theory and design // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – 2000. – 8. – P.535-550.
3. Кондратенко Н.Р., Зелінська Н.Б., Куземко С.М. Діагностика гіпотиреозу на основі нечіткої логіки з використанням інтервальних функцій належності // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2003. – № 4. – С. 52–58.
4. Кондратенко Н.Р., Зелінська Н.Б., Куземко С.М. Нечіткі логічні системи з врахуванням пропусків в експериментальних даних // Наук. вісті НТУУ «КПІ». – 2004. – № 5. – С. 37-41.

5. Кондратенко Н.Р. Особливості використання нечітких логічних систем типу-1 і типу-2 у медичній діагностиці // Матер. II Всеукр. наук.-практ. конф. «Актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики», м. Вінниця, 7 квітня 2023 р. – С.57-62.

6. Кондратенко Н.Р. Забезпечення адекватності інтервальних нечітких моделей типу-2 в задачах ідентифікації складних об'єктів [Текст] / Н. Р. Кондратенко, О. О. Снігур // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2019. – № 6. – С. 21–28.

7. Юрій Баришев, Наталія Кондратенко, Віталій Казміревський, Тетяна Кирилашук. Нечіткі множини типу-2 в задачах моделювання та оцінювання станів критичних систем з недовизначеними вхідними даними та використанням експертів // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2023. – Том 57. №2. – С. 13-24.
DOI <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2023-57-2-13-24>.

Кондратенко Наталія Романівна – к.т.н., професор кафедри захисту інформації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна, email: kondrn2014@gmail.com

Крайнічук (Шелепало) Галина Василівна – к.фіз.-мат.н., доцент кафедри захисту інформації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна, email: hv.shelepalo@vntu.edu.ua

**N.R. Kondratenko,
H.V. Krainichuk (Shelepalo)**

INTERVAL FUZZY SETS IN THE TASKS OF RECOGNIZING AND PREDICTING THE STATES OF COMPLEX OBJECTS IN CONDITIONS OF INCOMPLETE DATA

Abstract. *In the tasks of recognizing and predicting the states of complex objects, a common situation is when it is necessary to make decisions with contradictory, incomplete or even erroneous data, which is caused by the presence of a certain level of "noise" or gaps in the data. To solve the existing problem, interval fuzzy sets, or fuzzy sets of type-2, are used, when the value of the membership function is not a number, but an interval. The emergence of interval output in fuzzy logic systems of type-2 when using interval membership functions and the construction of a set of fuzzy models of type-2 using set-theoretic operations for making effective decisions in applied problems are shown.*

Keywords: *complex object, incomplete data, fuzzy set, interval membership function, fuzzy logic system of type-2.*

Kondratenko Natalia Romanivna – Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Information Protection, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: kondrn2014@gmail.com

Krainichuk (Shelepalo) Halyna Vasylivna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent of the Department of Information Protection, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: hv.shelepalo@vntu.edu.ua