

ПОБУДОВА НЕЧІТКИХ БАЗ ЗНАНЬ НА НЕЧІТКИХ МНОЖИНАХ ТИПУ-2 З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРЕТИКО-МНОЖИННОГО ПІДХОДУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Робота присвячена методу побудови баз знань з функціями належності на основі загальних нечітких множин. В роботі представлено інтервальну узагальнюючу нечітку модель типу-2 в задачах ідентифікації складних об'єктів. Для узагальнення виходів нечітких моделей типу-2 з інтервальними функціями належності запропоновано теоретико-множинний підхід.

Ключові слова: нечітка модель типу-2, теоретико-множинний підхід

Abstract. This paper suggests a method for creating the fuzzy databases and belonging function of general type fuzzy sets. A type-2 interval generalizing fuzzy model is proposed in problems of identifying complex objects. A set-theoretic approach is proposed to generalize the results of type-2 fuzzy models with interval belonging functions.

Keywords: type-2 fuzzy model, set-theoretic approach

Вступ

Відомо [1], що головною особливістю експертних знань є надзвичайна складність їх формалізації. Крім того, при побудові бази правил необхідно навчання отриманої системи, тобто настроювання параметрів для забезпечення задовільної адекватності подання предметної області. В якості алгоритму навчання, як правило, використовується генетичний алгоритм. В умовах великої кількості параметрів, які треба настроювати, процес навчання системи може займати значний час.

Тому при побудові нечітких логічних систем розглядаються різні підходи щодо роботи з експертом. Є два різних підходи до роботи з експертом, в результаті яких створюються нечіткі бази знань. Дуже часто від експерта отримують всю інформацію про структуру нечіткої логічної системи. Це вхідні та вихідні параметри, нечітка база знань, функції належності. Такий підхід має достатню кількість недоліків. А саме: експерт не завжди є фахівцем в галузі моделювання за допомогою нечітких множин і, як наслідок, йому досить складно будувати функції належності. Інший підхід до побудови нечітких логічних систем полягає в послабленні ролі експерта.

Отже метою роботи є розробка методу побудови нечітких баз знань на нечітких множинах типу-2, де від експерта вимагається лише визначення конкретної проблеми, вхідні та вихідні параметри, а також експерт надає дослідницькі дані. Всі інші параметри нечіткої логічної системи визначає фахівець з розробки нечітких логічних систем.

Методика досліджень

Функціональні можливості нечіткої логічної системи залежать від того, якого типу нечіткі множини використовуються. Нечіткі логічні системи, що засновані на нечітких множинах типу-1 мають ряд недоліків. Основним недоліком є те, що значення слів, які використовуються в антецедентах та консеквентах правил, можуть бути непевними, тобто слова можуть означати різні речі для різних людей. Також консеквенти можуть мати розкид значень, особливо коли знання отримують від групи експертів, відповіді яких не узгоджені. Крім того дані, які використовують для настроювання нечіткої логічної системи, можуть містити шум. Навчальна вибірка може мати пропуски або вхідні дані можуть мати пропуски. Оскільки для систем, які отримують автоматичним генеруванням, наявність таких недоліків неприпустима, то для розв'язання задач з пропусками треба використовувати нечіткі множини типу-2 [2].

Для побудови нечітких логічних систем на основі нечітких множин типу-2 необхідні алгоритми побудови функцій належності певного типу. Від того наскільки функції належності адекватно відображають предметну область, залежить якість рішень, що приймаються. Для задач, які слабо формалізуються, існує два підходи до побудови функцій належності: безпосередній та як результат

обробки експериментальних даних. До першого віднесемо метод прямого опитування одного експерта. Метод полягає в тому, що експерт визначає вхідні параметри та лінгвістичні терми для кожного параметру. Поширеним є також метод опитування групи експертів. Спочатку визначаються вхідні параметри. Якщо експерти визначили різні параметри, то кінцева множина параметрів визначається як об'єднання множин параметрів, які визначив кожен з експертів. Наступний крок – розбиття вхідних параметрів на лінгвістичні терми. Якщо відповіді експертів не узгоджені, тоді необхідно проводити процедури узгодження. Після цього кожен експерт незалежно один від одного визначає функції належності нечітких множин типу-1 за допомогою одного з існуючих методів. Далі функції належності узагальнюються для визначення функції належності на нечітких множинах типу-2. Для цього визначаються межі розкидів значень, які дали експерти і будується інтервальна функція належності.

В умовах значної складності задачі, та, враховуючи, що експерти не завжди є спеціалістами в галузі моделювання, для побудови функцій належності типу-2 використовують експериментальні дані. Вирішення питання про визначення форми і конкретного вигляду функцій належності залишається за розробником. Перед розробником ставиться задача побудови моделі, яка буде апроксимувати існуючі експериментальні дані. Розробник визначає форму функцій належності. В рамках поставленої задачі, він вибирає тип функції належності з певного відомого набору еталонів (гаусова функція, трикутна, трапецевидна, тощо), певним чином визначає початкові параметри функцій належностей, а потім проводиться етап оптимізації параметрів системи за допомогою дослідницької вибірки для мінімізації помилки системи на навчальній вибірці. За допомогою цього методу можливо отримати достатньо адекватну модель, яка буде відтворювати предметну область. Але процес побудови адекватної моделі буде вимагати від розробника та експерта наявності репрезентативної вибірки. Якщо є необхідність настроювання великої кількості параметрів, то етап оптимізації системи може зайняти достатньо великий проміжок часу. Найчастіше для настроюванні моделі в цьому методі використовують також генетичні алгоритми.

Модифікація останнього методу полягає в реалізації надлишкового генерування нечіткої логічної системи з експериментальних даних. Цей метод орієнтовано в першу чергу на послаблення ролі експерта та розробника при побудові системи. Суть методу полягає в наступному: кожний вектор експериментальних даних перетворюється на правило, в якому центри нечітких множин антецедентів та консеквентів визначаються експериментальними даними. Форма функцій належності визначається розробником. Вибираємо гаусову функцію, тоді її зміщення однозначно визначається експериментальними даними, а її розтяг вибирається заздалегідь і може залежати від діапазону зміни значень конкретного параметру.

В рамках останнього підходу, представимо генерацію множини нечітких моделей та побудову узагальнюючої моделі. Кількість нечітких моделей, які генеруються, залежить від думки незалежних експертів на необхідні зміни у вихідних даних. При побудові множини моделей використовується метод [3], за яким експерти мають право на корекцію вхідного вектору. В результаті корекції можлива поява малоінформативних вхідних даних. В такому випадку для моделі, що генерується, здійснюється перетворення вибірки, за допомогою алгоритму, який враховує неповноту експериментальних даних та забезпечує контрольований розтяг одного з параметрів функцій належності вхідних змінних при одночасному збереженні адекватності прийняття рішень нечіткою системою. Таким чином, коли експертів декілька, кожний з них формує свій набір ознак, що приводить до побудови окремої нечіткої моделі типу-2, вихід якої є інтервальна множина типу-1.

Для генерації множини нечітких моделей з інтервальними функціями належності приймається поданий вище модифікований метод. Задається вибірка експериментальних даних X :

$$X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\},$$

де $X_i = (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}, y_i)$, $i=1, \dots, n$; n – кількість експериментальних прикладів, k – кількість вхідних змінних, y – вихідна величина.

На основі вибірки відбувається генерація множини нечітких моделей, кожна з яких є моделлю з інтервальними функціями належності. Структуру кожної нечіткої моделі з інтервальними функціями належності, яка входить до множини, зображено на рис. 1.

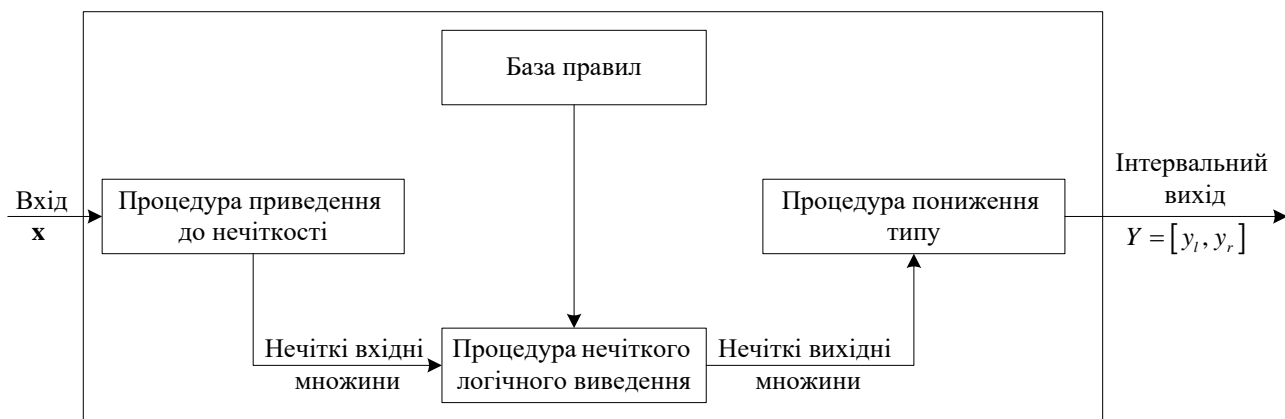


Рис. 1. Інтервальна нечітка модель типу-2

Модель відображає чіткі входи (x_1, \dots, x_p) в інтервальні та чіткі виходи: $\tilde{Y} = [y_l; y_r]$. Для опису нечітких термів лінгвістичних змінних будемо використовувати інтервальні нечіткі множини типу 2. Тоді математична модель буде являти собою інтервальну нечітку модель типу 2, що включає базу правил (нечітку базу знань), процедуру приведення до нечіткості, процедуру нечіткого логічного виведення, процедуру пониження типу та процедуру приведення до чіткості [2].

Для опису інтервальних нечітких множин типу-2 термів лінгвістичних змінних будемо використовувати гаусові первинні функції належності зі сталим центром та невизначеним відхиленням.

Таким чином, відбувається генерація множини інтервальних нечітких моделей, кожна з яких відображає предметну область з врахуванням думки експерта. Для отримання кінцевого результату будується узагальнююча модель та виконується агрегація виходів моделей. Реалізація агрегації та отримання кінцевого значення Y здійснюється на основі операції об'єднання U та перетину \cap теорії множин та безпосередньої участі експерта.

Висновки

Представлено підходи до побудови нечітких баз знань на нечітких множинах типу 2. Запропоновано множину інтервальних нечітких моделей, які відрізняються між собою набором вхідних ознак, виділених експертами з предметної галузі. Показано, що експерт може відкидати частину вхідних ознак, які на його думку є надлишкові або такі, що вносять шум. Реалізація кінцевого результату здійснюється на основі теоретико-множинного підходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зайченко, Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах [Текст] / Ю. П. Зайченко – К.: Издат. Дом “Слово”. – 2008. – 344 с.
2. Mendel J.M., John R.I. Interval Type-2 Fuzzy logic systems made simple // IEEE Transactions on Fuzzy Systems. – vol. 14, № 6. - 2006. – pp. 808-821.
3. 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. – No. 4. – P. 94–104.

Кондратенко Наталія Романівна – кандидат технічних наук, професор кафедри захисту інформації, Вінницький національний технічний університет.

Kondratenko Nataliia R. – Cand.Sc.(Eng), Professor of Department of Information Protection, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.