

МОДЕЛЮВАННЯ НЕЧІТКОЇ БАЗИ ЗНАНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ

У статті представлено елемент моделювання рівня життя населення методами нечіткої логіки. В основі лежить виділення межі бідності на основі даних, що зібрані в результаті соціологічних досліджень. Багатокритеріальна оцінка рівня життя населення являє собою експертизу рівня матеріального добробуту. Запропонована нечітка матриця знань, яка допомагає інтерпретувати інформацію, отриману від експертів, та полегшує аналіз вхідних змінних через певну низку логічних виразів.

Ключові слова: НЕЧІТКА ЛОГІКА, РІВЕНЬ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ, МЕЖА БІДНОСТІ, МОДЕЛЮВАННЯ, НЕЧІТКА МАТРИЦЯ ЗНАНЬ.

В роботі розглянуто питання моделювання нечіткої бази знань для оцінювання рівня життя населення за допомогою методів нечіткої логіки. Важливість дослідження даного питання постала в зв'язку із дуже низьким рівнем життя населення на Україні в цілому та в межах Хмельницької області зокрема. Бідність, нажаль, невід'ємна частка життя суспільства, тому цій проблемі потрібно приділяти максимум уваги для здійснення постійного контролю над ситуацією і негайних дій по врегулюванню ситуації, що складатиметься. Саме з цією метою представлений приклад моделювання нечіткої бази знань стану матеріального добробуту середньостатистичної сім'ї. Методи, що базуються на різних підходах, дають різні результати. Кожний підхід має свої особливості, і користувач повинен мати хоч якесь уявлення про них, перш ніж застосувати той чи інший метод прийняття рішення [1]. Використання переваг нечіткої логіки на іншими засобами моделювання полягає у тому, що вона дозволяє залучати до списку досліджуваних параметрів такі об'єкти, які не мають математичного представлення. Це дозволяє значно збільшити надійність змодельованого процесу і, відповідно, покращити реальний ефект.

Нечітке моделювання дозволяє оцінювати імовірність переходу окремих людей до певної категорії відповідно до їх достатків, розміру родини та інших соціальних характеристик. Такі міркування є концентрацією накопиченого досвіду фахівців і можуть формалізуватися за допомогою нечіткої логіки [2]. Вся інформація про можливість набуття вихідною змінною одного із властивих їй значень зводиться у матрицю знань, яка представляє собою таблицю, в якій кожний рядок представляє деяку комбінацію значень вхідних змінних, віднесена експертом до одного з можливих значень вихідної змінної y . При цьому перші k_1 рядків відповідають значенню вихідної змінної $y = d_1$, другі k_2 рядків - значенню вихідної змінної $y = d_2$, ..., останні k_m рядків - значенню вихідної змінної $y = d_m$. Елемент a_{ij}^{jp} , який стоїть на перетині i -го стовпчика та jp -го рядка, відповідає лінгвістичній оцінці параметру x_i в рядку нечіткої бази знань з номером jp .

Через те, що наведений вище перелік вхідних змінних є досить довгим і має дуже значну кількість можливих комбінацій, для побудови нечіткої бази знань автоматизованої системи моделювання рівня життя вибираються такі вхідні змінні:

- вік;
- розмір сім'ї;
- рівень доходів.

Звичайно, ці ознаки недостатньо характеризують громадянина та його матеріальний стан. Такі змінні були вибрані з огляду на їх різноманітність, що дозволяє ширше продемонструвати можливості засобів нечіткого обчислення. При бажанні включити до розгляду більшу кількість ознак, значно зростає кількість всіх можливих комбінацій.

Порядок прийняття рішення згідно алгоритму [3] буде такий. Для кожної змінної визначається множина всіх можливих значень. Також для спрощення розробки обмежимося невеликою кількістю значень вхідних та вихідної змінних:

- вік (x_1) = {„молодий” (М), „середнього віку” (С), „літній” (Л)};
- розмір сім’ї (x_2) = {„малий” (М), „середній” (С), „великий” (В)};
- рівень доходів (x_3) = {„високий” (В), „вище середнього” (ВС), „середній” (С), „нижче середнього” (НС), „низький” (Н)}.

Вихідна змінна, оцінка якості рівня життя такі значення:

$y = \{„висока”(В), „вище середньої”(ВС), „середня”(С), „нижче середньої”(НС), „низька”(Н)\}.$

Матриця знань приведена у таблиці 1.

Таблиця 1 – Матриця знань

Номер вхідної комбінації значень	Вхідні змінні			Вихідна змінна СМД, Y
	Вік, x_1	Розмір сім’ї, x_2	Дохід, x_3	
1	2	3	4	5
1.1	М	М	В	В
1.2	М	С	В	
1.3	С	М	В	
1.4	С	С	В	
2.1	М	М	ВС	ВС
2.2	М	С	ВС	
2.3	С	М	ВС	
2.4	С	С	ВС	
2.5	С	В	В	
2.6	Л	М	ВС	
3.1	М	С	С	С
3.2	М	В	ВС	
3.3	С	С	С	
3.4	С	В	С	
3.5	С	В	ВС	
3.6	Л	М	С	
3.7	Л	С	С	
4.1	М	С	НС	НС
4.2	С	С	НС	
4.3	С	В	НС	
4.4	С	М	Н	
4.5	Л	М	НС	
4.6	Л	С	НС	
5.1	М	М	Н	Н
5.2	М	С	Н	
5.3	М	В	НС	
5.4	М	В	Н	
5.5	С	С	Н	
5.6	С	В	Н	
5.7	Л	М	НС	
5.8	Л	М	Н	
5.9	Л	С	Н	
5.10	Л	В	Н	

Ця матриця знань визначає систему логічних виразів типу „ЯКЩО-ТО, ІНАКШЕ” [4], які пов'язують значення вхідних змінних з одним з можливих типів рішення:

$$\begin{aligned}
 & \text{ЯКЩО } (x_1 = M) \text{ I } (x_2 = M) \text{ I } (x_3 = B) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = M) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = B) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = M) \text{ I } (x_3 = B) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = B) \\
 & \text{ТО } y = B, \text{ ІНАКШЕ} \\
 & \text{ЯКЩО } (x_1 = M) \text{ I } (x_2 = M) \text{ I } (x_3 = BC) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = M) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = BC) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = M) \text{ I } (x_3 = BC) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = BC) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = B) \text{ I } (x_3 = B) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = L) \text{ I } (x_2 = M) \text{ I } (x_3 = BC) \\
 & \text{ТО } y = BC, \text{ ІНАКШЕ} \\
 & \text{ЯКЩО } (x_1 = M) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = C) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = M) \text{ I } (x_2 = B) \text{ I } (x_3 = BC) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = C) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = B) \text{ I } (x_3 = C) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = B) \text{ I } (x_3 = BC) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = L) \text{ I } (x_2 = M) \text{ I } (x_3 = C) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = L) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = C) \\
 & \text{ТО } y = C, \text{ ІНАКШЕ} \\
 & \text{ЯКЩО } (x_1 = M) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = HC) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = HC) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = B) \text{ I } (x_3 = HC) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = M) \text{ I } (x_3 = H) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = L) \text{ I } (x_2 = M) \text{ I } (x_3 = HC) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = L) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = HC) \\
 & \text{ТО } y = HC, \text{ ІНАКШЕ} \\
 & \text{ЯКЩО } (x_1 = M) \text{ I } (x_2 = M) \text{ I } (x_3 = H) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = M) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = H) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = M) \text{ I } (x_2 = B) \text{ I } (x_3 = HC) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = M) \text{ I } (x_2 = B) \text{ I } (x_3 = H) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = H) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = C) \text{ I } (x_2 = B) \text{ I } (x_3 = H) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = L) \text{ I } (x_2 = M) \text{ I } (x_3 = HC) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = L) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = H) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = L) \text{ I } (x_2 = C) \text{ I } (x_3 = H) \text{ АБО} \\
 & (x_1 = L) \text{ I } (x_2 = B) \text{ I } (x_3 = H) \\
 & \text{ТО } y = H
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Подібну систему логічних виразів прийнято називати нечіткою базою знань [5].

Таким чином, співвідношення, що встановлює зв'язок між вхідними параметрами x_i і вихідною змінною y , яке необхідно було знайти, формалізоване у вигляді системи нечітких логічних виразів (1), яка базується на виведеній матриці знань (таблиця 1).

Аналіз нечітких методів прийняття рішень дозволяє сформулювати вимоги до подальшої розробки в цій галузі. Це розвиток теоретичних підходів до опису складних взаємовідносин між критеріями, більш ширше застосування інтелектуальних методів на основі нечіткої логіки, а також розвиток комбінованих методів прийняття рішення з використанням нечітких уявлень.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Алгоритм решения задачи прогнозирования / Е.И. Чумаченко, В.С. Горбатюк // Штучний інтелект. – 2012. – № 2., С. 24-31.
2. Григоруk П. М. Задачі нечіткої оптимізації в процесах прийняття рішень / П. М. Григоруk // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2017. – № 2. – Т. 2. – С. 221 – 227.
3. Клебанова Т. С. Нечітка логіка та нейронні мережі в управлінні підприємством: монографія / Т. С. Клебанова, Л. О. Чаговець, О. В. Панасенко – Харків: ВД «ІНЖЕК», 2011. – 240 с
4. Использование искусственных нейронных сетей для задачи прогнозирования / Е. И. Чумаченко, В. С. Горбатюк // Електроніка та системи упр. – 2012. – № 1, С. 113-119.
5. Ясницкий Л.Н. Искусственный интеллект. Элективный курс: Учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 240с.