

*Б.Г. Масловський, кандидат технічних наук, Є.Б. Артамонов
(Національний авіаційний університет, Україна)*

ВИКОРИСТАННЯ ЯКІСНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Використання інтелектуальних систем на основі наближених розрахунків представляє сьогодні важливу проблему науки. У даній статті наведено один з варіантів автоматизації процесу виділення нечітких множин, що значно спрощує роботу з інтелектуальними системами, які працюють на базі нечіткої логіки.

Вступ

Довгі роки людство вирішувало свої задачі та робило відкриття без використання обчислювальної техніки. Але, починаючи з другої половини ХХ сторіччя, обчислювальна, а згодом і комп'ютерна техніка, почали займати все більшу роль у всіх проектах.

Сьогодні неможливо уявити окремі дисципліни, а іноді і цілі наукові галузі без використання обчислювальної та комп'ютерної техніки. Тобто з часом інструмент перетворився на науку, і вже більше 30 років обчислювальну і комп'ютерну техніку вивчають, як окремих напрямків, а не як засіб, що можна використовувати час від часу.

Нові технології внесли і новий вид діяльності – робота з інформацією. Така робота обумовлюється накопиченням, збереженням і обробкою інформації, а системи, які виконують таку роботу, називають інформаційними системами. Якщо раніше робота з інформацією виконувалась з мінімальним використанням комп'ютерної техніки (тільки як засобів для збереження даних), то зараз намагаються перейти до роботи з інформацією з мінімальним застосуванням зусиль людини (розробка автоматизованих систем (АС)). Але етап автоматизації обробки інформації частіше за все примушує будувати інформаційні системи, які б могли реалізувати в автоматичному режимі міркування людини, а іноді і можливість формулювати прийняте рішення у зрозумілих для людини термінах – такі системи прийнято називати інтелектуальними.

Але інтелектуалізація етапів обробки, а іноді і збору інформації, потребує розробки і використання нових підходів при створенні інтелектуальних систем.

Аналіз проблем розробки інтелектуальних систем на різних етапах їх існування

У першому наближенні розвиток інформаційних систем в нашій країні можна обмежити етапами, що наведені у табл. 1.

Таблиця 1.

Етапи розвитку інтелектуальних систем

| Номер етапу | Період, роки | Назва етапу в нашій країні | Назва етапу в іноземній літературі |
|-------------|-----------------------|---|------------------------------------|
| Перший | 1963-1972 | Створення АСУ (позадачний підхід) | Системи обробки даних |
| Другий | 1972-1985 | Створення і розвиток АСУ згідно з концепцією баз даних | Управлінські інформаційні системи |
| Третій | 1985 (триває досі) | Створення інтегрованих АСУ, обчислювальних систем і мереж, інтелектуальних систем | Системи підтримки прийняття рішень |

Проте докорінних змін у поліпшенні якості управління не відбулося. Досвід функціонування АС першого та другого поколінь виявив у них низку серйозних недоліків.

1. Значна кількість функцій управління, що стосується неструктурованих і слабо структурованих процедур, залишилась без комп'ютерної підтримки. По суті в АСУ вирішені задачі щодо жорстких детермінованих алгоритмів, які не притаманні керівним структурам.

2. Стандартний набір завдань і підсистем АСУ не забезпечив її необхідної гнучкості, через що модифікація та розширення функціонального складу системи пов'язані зі значними трудовитратами.

3. Чітка централізація обробки інформації в діючих АСУ не давала змоги здійснювати процеси оперативного управління і регулювання в реальному масштабі часу.

4. Недостатня кількість оптимізаційних завдань у складі АСУ (1-5 % у середньому) пояснюється незацікавленістю користувачів у застосуванні оптимізаційних методів; відсутністю надійної та вірогідної інформації для використання оптимізаційних розрахунків; неможливістю та недоцільністю впровадження локальних оптимізаційних завдань.

5. В АСУ, як правило, відсутні замкнені комплекси завдань управління (планування, обліку, аналізу, регулювання). Різні типи АСУ (АСУП, САПР, АСУ ТП) діяли автономно і без взаємозв'язку.

6. Системи не забезпечували оперативної взаємодії з ЕОМ керівників різних рівнів. Пакетний режим функціонування АСУ (як основний) не давав змоги створювати системи підтримки прийняття управлінських рішень, що передбачають можливість вибору альтернативного рішення.

7. Упровадження систем не супроводжувалося необхідною перебудовою організаційних структур управління в умовах використання автоматизованої обробки даних.

Навіть на третьому етапі (який можна називати етапом інтелектуалізації АСУ) для розв'язання будь-якої задачі необхідно створити певні вихідні умови.

Вирішення цієї проблеми було суто технічним і полягало у розробці і впровадженні визначених державним стандартом з упровадження інформаційних технологій видів забезпечення, зокрема правового, інформаційного, програмного, математичного, методичного, організаційного, технічного, лінгвістичного та ергономічного.

Але саме визначеність наклала велике обмеження на використання інтелектуальних систем чи взагалі зробило неможливим їх використання у ряді галузей. Так ті галузі, що не піддавалися точному математичному описанню чи варіативність параметрів на вході обумовлювалась випадковими законами, було викинуто з розгляду автоматизації, як задачі, що не піддаються формалізації.

І не тільки проблема можливості формалізації не дозволяла автоматизувати дані задачі. Навіть, за умови, що задачу можна було описати і вона мала визначене рішення, отримані результати не давали ніякого представлення про те, яке рішення приймати на основі отриманих значень.

Саме ці проблеми спонукали до виникнення інтелектуальних інформаційних систем. Створенню інтелектуальних інформаційних систем сприяла розробка в теорії штучного інтелекту логіко-лінгвістичних моделей. Ці моделі дають змогу формалізувати конкретні змістовні знання про об'єкти управління та процеси, що відбуваються в них, тобто ввести в ЕОМ логіко-лінгвістичні моделі поряд з математичними.

Використання нечіткої логіки в інтелектуальних системах

Побудова моделей наближених роздумів людини і використання їх у комп'ютерних системах представляє сьогодні одну з найважливіших проблем науки. Для створення дійсно інтелектуальних систем, здатних адекватно взаємодіяти з людиною, необхідний математичний апарат, що переводить невизначені і неоднозначні життєві твердження в мову чітких і формальних математичних формул.

Опишемо особливості даного апарату. Нехай E – універсальна множина, x – елемент E , а R – певна властивість. Звичайна (чітка) підмножина A універсальної множини E , елементи якої задовольняють властивості R , визначається як множина впорядкованої пари $A = \{x \in E \mid R(x)\}$

$A(x)/x\}$, де $\mu_A A(x)$ – характеристична функція, що приймає значення 1, якщо x задовольняє властивості R , і 0 – в іншому випадку.

Нечітка підмножина відрізняється від звичайної тим, що для елементів x з E немає однозначної відповіді "ні" відносно властивості R . У зв'язку з цим, нечітка підмножина A універсальної множини E визначається, як множина впорядкованої пари $A = \{\mu_A A(x)/x\}$, де $\mu_A A(x)$ – характеристична функція приналежності або просто функція належності (ФН), що приймає значення в деякій впорядкованій множині M (наприклад, $M = [0,1]$) [1].

ФН вказує ступінь (або рівень) приналежності елемента x до підмножини A , Множина M називають множиною приналежностей. Якщо $M = \{0,1\}$, тоді нечітка підмножина A може розглядатися як звичайна або чітка множина.

Більш природний шлях отримання множини складається в ослабленні строгого поділу критеріїв. Зробимо це, виносячи не тільки чіткі судження ТАК, значення параметру належить до множини даного критерію або НІ – воно не належить, але і більш гнучкі формулювання ТАК – воно майже належить до даного критерію або НІ, воно майже не належить до даного критерію.

Як правило, прямі методи завдання ФН використовуються для вимірних понять, таких як швидкість, година відстань, тиск, температура і т.і., тобто коли виділяються полярні значення.

І саме це обмежує використання нечітких множин для розв'язання ряду задач, тому що не завжди експерт може виявити зони переходу значення характеристичної функції чи при нелінійній залежності функції від параметрів, чи у випадках присутності кореляції між параметрами.

Також залишається проблема автоматизації процесу виділення нечіткої множини. Як ми розуміємо, без аналізу залежності функції від параметрів або багаторазового обрахунку значень функції розв'язання даної проблеми неможливе. Системи, які аналізують залежність значення функції від параметрів відносяться до важко вирішуваних.

Але за можливості швидкого знаходження мінімального, максимального та визначеного розв'язку функції можна буде виділити три області, на базі яких можна побудувати ФН. На базі яких можна дати якісну оцінку (а також представити у кількісній формі межі даного якісного параметру).

Наприклад, при необхідності виділення трьох якісних оцінок параметрів (невдалі, нейтральні, вдалі) достатньо знайти набір розв'язків, які відносяться до групи мінімальних, середніх та максимальних значень функції.

При цьому, у зв'язку з відсутністю обмеження на його чіткість, можна використовувати наближені алгоритми вирішення задач. При цьому швидкість має більш вагоме значення, ніж точність. До таких методів можна віднести генетичний алгоритм (ГА), який є представником еволюційних алгоритмів. Також при внесенні деяких змін до стандартного алгоритму можна спростити виділення будь-якої кількості груп оцінки значень функції.

Використання генетичного алгоритму для якісної оцінки параметрів

Постановка задачі генетичного алгоритму

Розглядається загальна задача оптимізації без зупинки

$$\max(\min) f(x), x \in D, \quad (1)$$

де $D = \{x = (x_1, x_2, \dots, x_N) | x_i \in [a_i, b_i], i = 1, 2, \dots, N\}$, D – прямокутна область пошуку, підмножина безлічі дійсних чисел, $f(x)$ – цільова скалярна багатопараметрична функція, що максимізується (мінімізується) і може мати декілька глобальних екстремумів, вибирається з множини D .

Про функцію $f(x)$ відомо лише те, що вона визначена в будь-якій точці області D . Ніяка додаткова інформація про характер функції і її властивості не враховується в процесі пошуку.

Під розв'язком задачі (1) будемо розуміти вектор $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$.

Оптимальним рішенням задачі (1) будемо вважати вектор x^* , при якому цільова функція $f(x)$ приймає максимальне (мінімальне) значення. Виходячи з припущення про можливу багато екстремальність $f(x)$, оптимальне рішення може бути не єдиним [2, 3].

Стандартний ГА не вирішує всіх проблем, пов'язаних з багато екстремальністю і великою розмірністю функцій, що оптимізуються. Тому необхідно використовувати гібридний ГА заснований на паралельній роботі генетичних операторів і якого-небудь градієнтного методу. У популяції, яка створена генетичним алгоритмом, вибирається кращий індивід – лідер. Цей лідер навчається окремо по градієнтному методу. Якщо його якісний показник при цьому кращий, ніж у всієї решти індивідів в популяції, то він вводиться в популяцію і бере участь у відтворенні нащадків. Якщо ж в популяції з'являється індивід, одержаний в результаті еволюції, з кращим показником, то лідером стає він.

Схема гібридного генетичного алгоритму

Нехай вимагається оптимізувати функцію

$$f(X) \rightarrow \min, X \in R^N$$

Крок 1. $k = 0$. Формується популяція, що складається з p індивідів $\{C^s, s = \overline{1, p}\}^k$. Перший номер приймає індивід C^1 з кращим показником (мінімальним значенням функції (2)).

Крок 2. $k = k+1$. За допомогою одного з градієнтних алгоритмів обчислюється наступне наближення вектора X^k . Генетичним алгоритмом створюється наступна популяція $\{C^s, s = \overline{1, p}\}^k$ знаходиться кращий індивід, що визначає черговий вектор X_b^k

Крок 3. якщо $f(X_b^k) < f(X^k)$, то $X^k = X_b^k$.

Крок 4. Якщо $f(X_b^k) \geq f(X^k)$, то $C^1 = X^k$

Крок 5. Якщо виконується умова зупинки, то кінець, інакше на крок 2.

Для кодування невідомих в хромосому ГА можна використати спеціально розроблену схему (рис. 1).

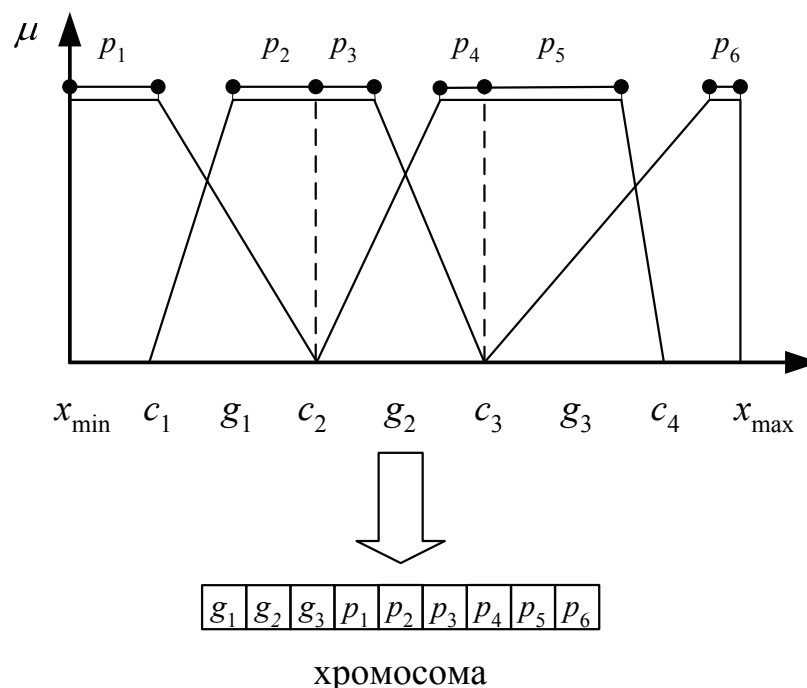


Рисунок 1. Схема формування хромосоми в ГА

Кожна трапецеїдальна ФН визначається трьома параметрами: центром і двома відрізками (одним відрізком – для крайніх ФН), довжини яких відкладаються від центру

лінгвістичного терму і в сумі складають довжину верхньої і нижньої основ трапеції. Кожна ФН починається і закінчується в центрі сі лінгвістичного терма.

На основі отриманих рішень можна побудувати якісну оцінку обраного параметра з визначенням його ФН.

Висновки

Аналіз розвитку інтелектуальних систем показав, що використання елементів нечіткої логіки, стало результатом розвинення систем з елементами штучного інтелекту, як відповідь на неможливість комп'ютерних систем оперувати природними висловлюваннями з елементами невпевненості чи неоднозначності. Але однією з головних проблем нечіткої логіки є автоматизація формування нечітких категорій на основі наявних даних. Якщо людина може охарактеризувати деякий предмет стереотипними категоріями, то машина здатна оперувати лише чіткою інформацією.

Завдяки наведеному методу можна вирішити проблему «навчання» машини і автоматичного настроювання нечітких критеріїв. До того ж вказаний підхід значно спрощує роботу з інтелектуальними системами, які працюють на базі нечіткої логіки, і знімає з експерта цілий ряд механічних дій (наприклад, таких як кількісне описання якісних параметрів).

Література

1. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.
2. *Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П.* Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования. Рига: "Зинатне", 1990.
3. *Артамонов Є.Б.* Використання теорії «scheme» для вирішення задач розподілу матеріальних ресурсів, – Київ, Проблеми Інформатизації та управління, Випуск 12, 2005 – с. 18-22.