

Коренем цього рівняння є «золотий переріз»:

$$\gamma = \frac{\sqrt{5} + 1}{2} \approx 1,618; \tau = \frac{\sqrt{5} - 1}{2} \approx 0,61.$$

Детальніше алгоритм методу золотого перерізу описано у [4, с. 171–172].

Висновки. Існує безліч способів, щоб обчислити безумовний екстремум функції однієї змінної. Головна мета – знайти якомога точний результат та легкість обрахунків. Методи, наведення у статті, на нашу думку є достатньо зрозумілими та зручними для реалізації за допомогою комп'ютера.

Список використаних джерел

1. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы: учеб. пособ. М.: Наука, 1987. 600 с.
2. Возняк Л. С., Шарин С. В. Чисельні методи: метод. посіб. для студ. природничих спеціальностей. Івано-Франківськ: «Плай», 2001. 64 с.
3. Кутнів М. В. Чисельні методи. Львів: Вид-во «Растр-7», 2010. 288 с.
4. Нефьодов Ю. М. Методи оптимізації в прикладах і задачах: навч. посіб. К.: Кондор, 2011. 324 с.
5. Шаповаленко В. А., Буката Л. М., Трофименко О. Г. Чисельне обчислення функцій, характеристик матриць і розв'язування нелінійних рівнянь та систем рівнянь: навч. посіб. Одеса: ВЦ ОНАЗ, 2010. Ч. 1. 88 с.

NUMERICAL METHODS FOR FINDING THE UNCONDITIONAL EXTREMUM OF A FUNCTION OF ONE VARIABLE

Abstract: *The article examines numerical methods for finding the unconditional extremum of a function of one variable. Theoretically based algorithms for several numerical methods for calculating the absolute extremum of a function of a single variable. In particular, the algorithms of the Bolzano method and the Golden section method for finding the minimum of a function of one variable are described.*

Keywords: *a function of one variable, the extremum, the interval, the method.*

Анна Шкарупська

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Анотація. *У статті розглянуто основні поняття теорії нечітких множин, методи побудови функції належності. Проаналізовано відмінність понять «випадковість» та «нечіткість», наведено приклад нечіткої множини.*

Ключові слова: *нечітка множина, функція належності, лінгвістична змінна.*

Проблеми математичного і комп'ютерного моделювання на сьогодні полягають, зокрема, в незастосовності чіткої логіки та моделей задач із чітко визначеними вхідними параметрами у випадках, коли з якихось причин наявні протиріччя, невизначеність або нечіткість інформації про досліджуваний об'єкт, систему чи явище. Всяка спроба трактувати загальний опис призводить до нечітких понять, оскільки точний опис містить надлишок деталей. Збільшення точності у описі веде до збільшення кількості інформації, змістовність якої зменшується до того моменту, поки точність і змістовність не стають взаємовиключними [1].

Про необхідність нечіткості для передачі змістовної інформації вперше наголосив Л.А. Заде. Саме ідеї цього американського вченого зробили поштовх для розвитку «нечіткої математики», яка поряд з апаратом нечітких множин містить інші прийоми роботи з невизначеністю. Застосування теорії нечітких множин - це крок на шляху до зближення точності класичної математики з наповненим неточністю навколишнім середовищем, спроба подолати лінгвістичний бар'єр між людиною, судження і оцінки якої є наближеними та нечіткими, і технічними засобами, які можуть виконувати тільки

чіткі інструкції. Математична модель невизначеності ґрунтується на теорії ймовірностей, теорії можливостей, мір довіри та ряді інших [1].

Мета статті - проаналізувати основні поняття теорії нечіткої логіки.

У класичному понятті чіткої бінарної множини існує функція, яка надає системі лише два значення: 1 або 0. Л. Заде запропонував оперування нескінченною кількістю значень з інтервалу $[0; 1]$ за допомогою так званих функцій належності. Такі множини й були названі нечіткими (fuzzy). Л. Заде визначив ряд властивостей, операцій, які можна виконувати над нечіткими множинами, і запропонував узагальнення відомих методів логічного виведення *modus ponens* (той, що підтверджує) та *modus tollens* (метод від супротивного) в контексті нечітких множин. Поняття нечіткої множини – це спроба формалізації лінгвістичної (словесної) інформації для побудови математичних моделей. При такому підході висловлювання типу «деякий елемент належить даній множині» втрачає сенс, оскільки необхідно вказати з яким ступенем або з якою мірою елемент задовольняє властивостям множини.

Відповідно до класичного визначення, лінгвістична змінна представляється як кортеж [3]: $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$,

де β – назва лінгвістичної змінної;

T – базова терм-множина лінгвістичної змінної;

X – універсальна множина або універсум, що охоплює всю проблемну область;

G – синтаксична процедура, що визначає формування нових термів;

M – семантична процедура, що задає функції належності для нових термів.

Кожна лінгвістична змінна має свою терм-множину значень. Терм-множиною називається множина всіх можливих значень лінгвістичної змінної.

Терм лінгвістичної змінної характеризується функцією належності (membership function), яка кожному елементу x універсальної множини X ставить у відповідність значення упевненості про належність його до деякого значення з інтервалу $[0; 1]$.

Нечіткі множини можуть бути задані двома основними способами:

I. У формі списку з перерахуванням усіх елементів і відповідних їм значень функції належності $R = \{(w_1, \mu_R(w_1)), \dots, (w_r, \mu_R(w_r))\}$, де $w_i = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$ – число елементів нечіткої множини.

II. Аналітично у формі математичного виразу для відповідної функції належності.

Для формальної строгості при заданні нечітких множин необхідно вказувати універсум. У загальному випадку ніяких припущень щодо елементів цієї множини не робиться. Проте на практиці доцільно обмежити універсум елементами предметної області.

Над нечіткими множинами можна виконувати операції перетину, об'єднання, різниці, симетричної різниці, алгебраїчного перетину та об'єднання, граничного перетину та об'єднання, драстичного перетину та об'єднання. Серед додаткових операцій, які використовуються для побудови нечітких моделей досліджуваних систем, слід відмітити операцію множення нечіткої множини на число, піднесення нечіткої множини до степеню, концентрування та розтягування нечіткої множини.

Функція належності визначає суб'єктивну міру впевненості експерта про те, що задане конкретне значення універсальної шкали відповідає нечіткій множині. Цю функцію не слід ототожнювати з ймовірністю, яка має об'єктивний характер і підпорядкована іншим математичним законам[4].

Методи побудови функцій належності поділяють на дві групи: прямі і скісні методи. У свою чергу, прямі і скісні методи поділяють для одного та групи експертів, тобто функція належності може відображати як думку одного експерта, так і думку групи експертів.

Прямі методи визначаються тим, що експерт чи група експертів безпосередньо призначають значення функції належності для досліджуваних об'єктів або задають правила визначення цих значень. На відміну від прямих методів, скісні методи передбачають попарне порівняння об'єктів системи згідно їхніх рангів. Скісні методи вважаються більш трудомісткими, ніж прямі, але їх перевага – це стійкість за відношенням до спотворень у відповіді[3].

Нечітка логіка дає можливість широко використовувати експертні знання у підтримці прийняття рішень. На основі апарату нечіткої логіки вдається проектувати системи підтримки прийняття рішень, що здатні ефективно функціонувати в умовах наявності інформації про об'єкт вивчення, який має якісний характер[3].

Прикладом нечіткої множини може слугувати множина середніх балів студентів за семестр. Якщо в групі студентів з високими балами задати чіткий кордон класичної множини, ми зможемо сказати, що всі студенти з балами, вищими за 80, офіційно вважатимуться "відмінниками". Але така різниця не зовсім вірна. Так як числа належать абстрактній площині, ми можемо розглянути множину всіх дійсних чисел, більших за 80. Називати успішним студентом одного, а іншого ні, не правильно, якщо їх різниця у балах складає одиницю. Для того, щоб правильно вказати групу студентів, які мають високий середній бал, необхідно визначити функцію належності, яка буде поступово переходити від позначки з найнижчим балом до позначки з найвищим.

Також потрібно відрізнити поняття "випадковість" та "нечіткість". Випадковість стосується невизначеності, яка визначається належністю або неналежністю об'єкта до певної нерозпливчатої множини, а точніше безлічі. Нечіткість-поняттям про класи, які можуть мати різні ступені градації приналежності.

Застосовують теорію нечітких множин у таких галузях як менеджмент, фінанси, дослідження виробництва у медичній науці.

Отже, існує ряд математичних методів, підходів, розроблених на основі теорії обчислювального інтелекту, «розмитих» обчислень. Спеціальної уваги приділяють застосуванню теорії нечіткої логіки як потужного інструментарію для аналізу і обробки даних при розв'язуванні реальних проблем в умовах невизначеності.

Список використаних джерел

1. Нечіткі множини [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://naukaonline.com/ua/publications/matematika/2019/5/nechitki-mnozhini/>.
2. Заде Л. А. Примітка про модальну логіку та теорії можливостей / Л.А. Заде. – інф наук, 1973. - 156с.
3. Півкін В. Я., Бакулін Є. П., Кореньков Д. І. Нечіткі множини в системах управління: навч. посібник [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D1%87%D1%96%D1%82%D0%BA%D0%BE-%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C
4. Волошин О. Ф., Мащенко С. О. Моделі та методи прийняття рішень / Волошин О. Ф., Мащенко С. О. навч. посібник - 2011. – 45с.

ANALYSIS OF THE BASIC CONCEPTS OF FUZZY SET THEORY

Abstract. The article considers the basic concepts of fuzzy set theory, methods of constructing the membership function. The difference between the concepts of "randomness" and "fuzzyness" is analyzed, an example of a fuzzy set is given.

Keywords: fuzzy set, membership function, linguistic variable.