

ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ

Мазничко М.В.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Матвієнко О.І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПМ,
м. Харків, Україна

e-mail: mykhailo.maznychko@nure.ua

This work introduces a mathematical model aimed at optimizing the transmission of information across different domains, drawing inspiration from fuzzy logic and vector optimization principles. The model addresses the challenge of maximizing data transmission speeds while adhering to resource limitations on both the information sources and the receiving devices. By incorporating fuzzy logic, it accounts for uncertainties and varying qualities of information transmission, while employing vector optimization techniques to efficiently allocate resources and enhance overall performance.

У сучасному цифровому світі інформаційні системи відіграють важливу роль у різних галузях, включаючи платформи для стрімінгу контенту. Ці платформи накопичують величезний обсяг даних та ефективно розподіляють його користувачам. Проте, оптимізація передачі інформації з максимальним використанням ресурсів залишається складним завданням. Робота спрямована на вирішення цієї задачі за допомогою моделі нечіткої векторної оптимізації для інформаційних систем.

Практично будь-яка прикладна задача є багатокритеріальною і, як правило, звести її до одного критерію досить складно, оскільки цілей може бути значно більше. У цьому випадку оптимізація проводиться за декількома частковими критеріями, і проблема зводиться до розгляду задачі багатокритеріальної оптимізації. У зв'язку з цим особливого значення в даний час набуває теорія прийняття рішень при наявності багатьох критеріїв [1].

Розглянемо задачу вибору найкращої альтернативи із заданої нечіткої множини альтернатив \hat{C} з функцією приналежності $\mu_{\hat{C}}(x)$, що визначена на універсальній множині X . Нехай якість альтернативи оцінюється за допомогою 2-х частинних критеріїв ефективності: f_1, f_2 . Ціль в цій задачі визначена нечітко. Для розв'язання задачі скористаємося ідеєю Заде – Беллмана, згідно з якою нечітким розв'язком розглянутої задачі є перетин нечіткої цілі та нечіткої множини альтернатив \hat{C} [2].

Нечітка ціль \hat{G} – це перетин нечітких множин \hat{G}_1, \hat{G}_2 – нечітких частинних цілей, визначених частинними критеріями ефективності. Ціль досягається з потрібною надійністю, якщо з цією надійністю досягається кожна з частинних цілей. Функція приналежності нечіткої цілі:

$$\mu_{\hat{G}}(x) = \min \{ \mu_1(x), \mu_2(x) \}.$$

Під нечітким розв'язком розглянутої задачі розуміється перетин нечіткої цілі та нечіткої множини альтернатив. Тоді функція приналежності $\mu_{\hat{D}}(x)$ нечіткого розв'язку \hat{D} задачі матиме вид:

$$\mu_{\hat{D}}(x) = \min\{\mu_{\hat{C}}(x), \mu_{\hat{G}}(x)\}.$$

Розв'язком задачі буде альтернатива x , для якої значення функції $\mu_{\hat{D}}(x)$ є максимальним [3].

Постановка задачі.

Розглянемо систему, яка здійснює накопичення інформації по предметних областях і переміщення інформації на персональні комп'ютери (сервери, робочі станції, термінали тощо).

Нехай маємо m предметних областей A_i , ($i=1, \dots, m$) кожна з яких має об'єм, що вимірюється певною кількістю одиниць інформації a_i^k k -го виду ($k=1, \dots, p$), тобто a_i^k є елементом множини

$$A = \{a_1, \dots, a_s\}, s=mp.$$

Інформація розподіляється між n персональними комп'ютерами B_j , ($j=1, \dots, n$), кожен з яких потребує не менше, ніж b_j^s одиниць інформації певної предметної області k -го виду ($k=1, \dots, p$).

Швидкість передачі одиниці k -го виду інформації з певної предметної області A_i на персональні комп'ютери B_j , дорівнює c_{ij}^k , а коефіцієнт якості представлення одиниці k -го виду інформації певної предметної області A_i за умови, що вона відображається якісно на персональних комп'ютерах B_j , дорівнює d_{ij}^k .

Потрібно визначити такий план передачі і завантаження об'єму x_{ij}^k інформації k -го виду з предметних областей A_i на персональні комп'ютери B_j , щоб сумарні швидкості передачі були максимальними та максимізувався сумарний якісний коефіцієнт завантаження.

Під сумарним якісним коефіцієнтом завантаження будемо розуміти суму якісних коефіцієнтів завантаження кожної предметної області порталу. Якість предметної області, як правило, оцінюється експертами (отримання і обробка експертних оцінок – окрема задача, яка в даному випадку не розглядається) однак апріорно можна сказати, що чим вища якість представлення предметної області, тим більший об'єм оперативної пам'яті для цього вимагається, тому будемо вважати, що якісний коефіцієнт завантаження визначається певним об'ємом оперативної пам'яті, заданим заздалегідь.

Математична модель:

$$f_1 = \sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}^k x_{ij}^k \rightarrow \min.$$

$$f_2 = \sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij}^k x_{ij}^k \rightarrow \max.$$

При обмеженнях на об'єми завантаження інформації визначеного вигляду на кожний персональний комп'ютер:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij}^k \leq b_j^k, \quad j = 1, \dots, n, \quad k = 1, \dots, p.$$

При обмеженнях на обсяг інформації визначеного вигляду на кожному порталі:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij}^k \leq a_i^k, \quad i = 1, \dots, m, \quad k = 1, \dots, p.$$

Будемо вважати, що потреби кожного комп'ютера в інформації певного виду є нечіткими величинами, які задаються трикутними числами із заданими функціями приналежності.

Представлена вище модель задачі дозволяє мінімізувати швидкість пошуку потрібної інформації для користувача і зекономити його ресурси.

Список використаних джерел:

1. Матвієнко О. І., Мірошніченко О. О. Застосування методів нечіткої векторної оптимізації для складання дієти // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях, № 2 (5), 2023. С. 46–54.
2. Ткаченко Р. О., Ковалишин О. С. Багатокритеріальна оцінка оптимальності розкладів медичних закладів з використанням нечіткої логіки // Енергетика і автоматика, 2, 2018. С. 79–98.
3. Zhang, Shanli, Jialiang Xie, and Honghui Wang. Fuzzy Adaptive NSGA-III for Large-Scale Optimization Problems // International Journal of Fuzzy Systems, 2022. P. 1–15.