

МЕТОД ДЕФАЗИФІКАЦІЙНОЇ ЗГОРТКИ ВЕКТОРНОГО КРИТЕРІЮ ОПТИМАЛЬНОСТІ

Актуальність

В багатьох сучасних задачах прийняття рішень, зокрема в економічних та соціальних системах, стикаються з необхідністю здійснювати агрегацію тих чи інших значень. Так, наприклад, при розв'язанні багатокритеріальних задач прийняття рішень часто застосовують підхід зведення до однокритеріальної задачі [1]. За таким підходом оцінки кожного альтернативного варіанта за окремими критеріями C_l , $l = \overline{1, n}$ з урахуванням відповідних вагових коефіцієнтів W_l критеріїв піддають агрегації в узагальнену оцінку. Таким чином, відбувається перетворення векторного критерію оптимальності альтернатив $C = \{C_l\}$ в узагальнений скалярний \hat{C} . Наприклад, в задачах з використанням колективних експертних оцінок агрегацію застосовують при формуванні єдиної оцінки в групі експертних оцінок або при визначенні загальної оцінки експертів з суттєвих кластерів після перевірки погодженості думок експертів [2,3].

Найуживанішими методами агрегації є одержання адитивного критерію, мультиплікативного критерію та критерію евклідової відстані. Однак, зазначені методи набули значного поширення через простоту їх використання і не є прийнятними для всіх класів задач прийняття рішень [1,3,4].

Постановка задачі

Суттєвим недоліком зазначених вище поширених методів агрегації значень в задачах прийняття рішень постає властивість багатьох таких методів компенсування малих значень оцінок за одними критеріями більшими значеннями оцінок за іншими критеріями зовсім різного сенсу та змісту. Тому, при розв'язанні певних практичних задач виникає необхідність у гнучких методах одержання узагальнених агрегованих значень оцінок альтернативних варіантів з більш тонким врахуванням величин значень оцінок за

локальними критеріями та їх вагових коефіцієнтів [4].

Пропонується

Слід зазначити, що часто в реальних практичних задачах виникають певні проблеми домінування якісних, погано визначених, нечітких факторів. Складність зумовлюється дослідженням процесів в умовах невизначеності, зокрема в умовах наявності неповноти апріорної та поточної інформації відносно характеристик та параметрів об'єкту та впливів зовнішнього середовища. Існуючі детерміновані підходи з використанням точних характеристик об'єктів, явищ та процесів не враховують зазначені фактори, тому не можуть бути успішно використані в деяких класах задач.

Для вирішення зазначеної проблеми доцільним і зручним постає застосування технологій штучного інтелекту, які останнім часом набувають значного поширення і використання. Зокрема, достатньо популярним є розв'язання задач прийняття рішень за допомогою систем, що базуються на теорії нечітких множин (ТНМ) [1,5,6]. Застосування ТНМ надає можливість більш адекватно виражати як кількісні, так і якісні дані, суб'єктивні думки осіб, що приймають рішення (ОПР).

Пропонується метод агрегації значень, який ґрунтується на теорії нечітких множин. Визначення агрегованого значення полягає у дефазифікації нечіткої множини \tilde{A} , що побудована за значеннями оцінок та за значеннями відповідних до них вагових коефіцієнтів.

Зазначена нечітка множина оцінок \tilde{A} утворюється у наступний спосіб. Кожне значення оцінки C_l , $l = \overline{1, n}$ та відповідне до нього значення вагового коефіцієнту W_l утворюють пару (C_l, W_l) . Будемо вважати, що всі такі пари є упорядкованими за зростанням значень оцінок C_l та всі вагові коефіцієнти W_l є нормованими. За набором цих пар будується нечітка множина \tilde{A} . Опорними точками такої нечіткої множини будуть значення оцінок C_l , а ступенями належності цих опорних точок будуть відповідні значення вагових коефіцієнтів W_l . Таким чином, носієм побудованої нечіткої множини оцінок \tilde{A} буде інтервал $[C_1, C_n]$. Функція належності (ФН) нечіткої множини \tilde{A} утворюється за допомогою сплайн-інтерполяції за значеннями ступенів належності опорних точок. Через відсутність

можливості з наявних даних зробити будь-які припущення щодо вигляду та форми функції належності побудованої у такий спосіб нечіткої множини \tilde{A} , доцільним постає використання лінійної інтерполяції.

Таким чином, функція належності $f_{\tilde{A}}(x)$, $x \in [C_1, C_n]$ побудованої нечіткої множини \tilde{A} буде складатись з не більш ніж $n-1$ фрагментів – відрізків, які “з’єднують” значення ступенів належності сусідніх опорних точок. У лінійному випадку ФН $f_{\tilde{A}}(x)$ буде виглядати так:

$$f_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x - C_1)(W_2 - W_1)}{C_2 - C_1} + W_1, & \text{якщо } C_1 \leq x < C_2; \\ \dots \\ \frac{(x - C_l)(W_{l+1} - W_l)}{C_{l+1} - C_l} + W_l, & \text{якщо } C_l \leq x < C_{l+1}; \\ \dots \\ \frac{(x - C_{n-1})(W_n - W_{n-1})}{C_n - C_{n-1}} + W_{n-1}, & \text{якщо } C_{n-1} \leq x \leq C_n. \end{cases} \quad (1)$$

або, у більш компактній формі:

$$f_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x - C_l) \cdot (W_{l+1} - W_l)}{C_{l+1} - C_l} + W_l & \text{при } C_l \leq x \leq C_{l+1}, l = \overline{1, n-1}. \end{cases} \quad (2)$$

Приклад графічного зображення ФН нечіткої множини \tilde{A} наведений на рис. 1.

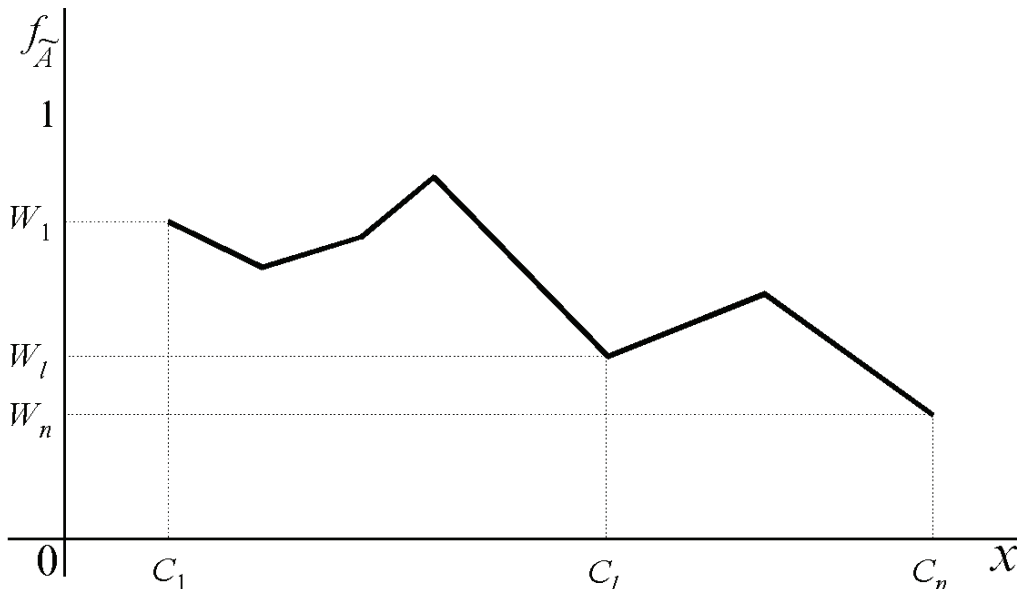


Рисунок 1 – Приклад вигляду графіку функції належності нечіткої множини \tilde{A}

Далі знаходиться чітке значення A – шукане агреговане значення \hat{C} набору оцінок $\{C_l\}$, $l = \overline{1, n}$. Для цього вдаються до процедури дефазифікації нечіткої множини [1,6]. Метод дефазифікації обирається в залежності від конкретної задачі. Придатними для запропонованого методу агрегації значень в задачах прийняття рішень постають наступні методи дефазифікації: центроїдний, методи максимуму, метод центру максимумів, висотна дефазифікація.

Центроїдний метод (рис. 2) полягає у знаходженні центру ваги (центроїду) нечіткої множини \tilde{A} , який і обирається за результат A :

$$A = \frac{\int_{C_1}^{C_n} x f_{\tilde{A}}(x) dx}{\int_{C_1}^{C_n} f_{\tilde{A}}(x) dx}. \quad (3)$$

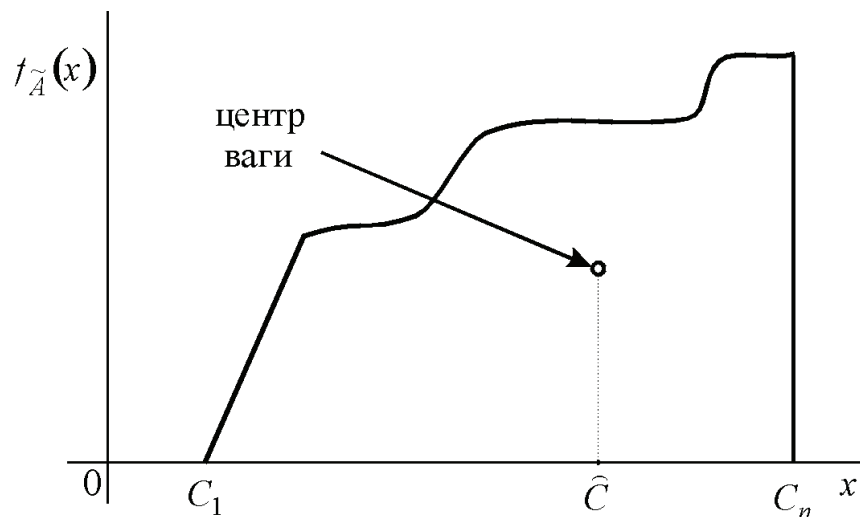


Рисунок 2 – Дефазифікація центроїдним методом

Методи максимуму, які графічно показані на рис. 3, полягають у виборі чіткого результату A серед тих значень, для яких значення функції належності $f_{\tilde{A}}(x)$, тобто ступінь належності є найбільшим. Серед методів максимуму найпоширеніші: метод першого максимуму та метод середнього максимуму.

У методі першого максимуму чітке значення A знаходиться як найменше значення x , при якому досягається найбільше значення функції належності $f_{\tilde{A}}(x)$:

$$A = \min\left(x \mid \max_{[c_1, c_n]} f_{\tilde{A}}(x)\right), \text{ тобто } A = \min(x) = a. \quad (4)$$

У методі середнього максимуму чітке значення A знаходиться відповідно як середнє значення з тих, при яких досягається найбільше значення функції належності $f_{\tilde{A}}(x)$. Середній максимум на рис. 3 позначений \hat{C} .

$$A = \frac{\int_a^b x dx}{\int_a^b dx}. \quad (5)$$

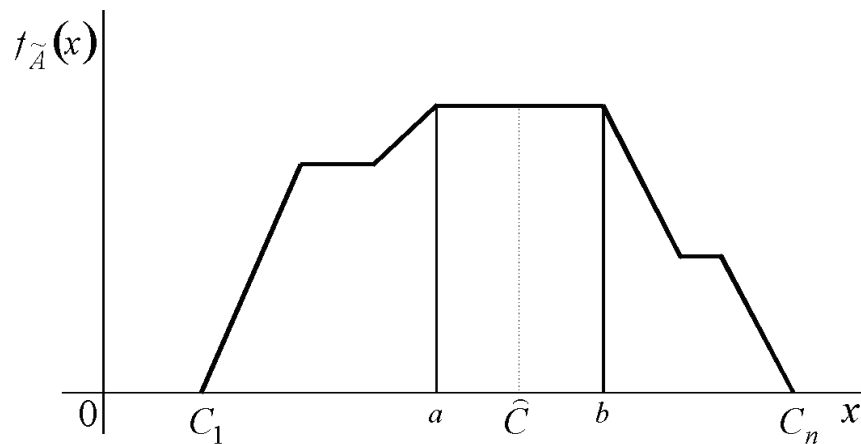


Рисунок 3 – Дефазифікація методами максимумів

У методі центра максимумів виходом A є середня точка між центрами областей значень x , при яких функція належності $f_{\tilde{A}}(x)$ утворює найвищі «плато». Застосування даного методу графічно зображено на рис. 4.

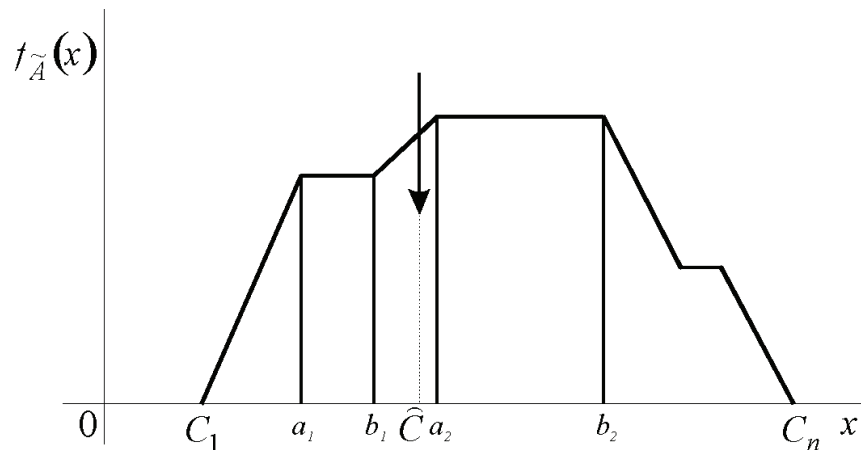


Рисунок 4 – Дефазифікація методом центра максимумів

Метод висотної дефазифікації полягає у знаходженні центроїду α -рівня, тобто з нечіткої множини \tilde{A} до уваги приймаються лише ті значення x , для яких $f_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha$, $0 \leq \alpha \leq 1$:

$$A = \frac{\int_{x \in X^\alpha} x f_{\tilde{A}}(x) dx}{\int_{y \in X^\alpha} f_{\tilde{A}}(x) dx}, \quad X^\alpha = \{x \mid f_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}, \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (6)$$

При $\alpha = 0$ з методу висотної дефазифікації (6) виходить центроїдний метод (3).

Додатково звернемо увагу на окремі випадки існування оцінок C_i з однаковими та близькими значеннями. В ситуаціях однакових значень оцінок C_i доцільним є утворити для всіх однакових значень одну опорну точку нечіткої множини \tilde{A} . Ступінь належності такої опорної точки визначається як певна функція від значень вагових коефіцієнтів оцінок з рівним значенням:

$$x = C_i = \dots = C_j, \quad x_i, \dots, x_j \in [C_1, C_n], \quad f_{\tilde{A}}(x) = F(W_i, \dots, W_j). \quad (7)$$

Така функція $F(\{W_i\})$ визначається в залежності від конкретної задачі, що розглядається. Наприклад, в окремих випадках ступінь належності можуть визначати як мінімальне чи максимальне значення з усіх відповідних значень вагових коефіцієнтів, або як суму значень вагових коефіцієнтів оцінок з рівним значенням.

Дуже цікавими є випадки наявності оцінок з близькими значеннями. Невеличка похибка у таких значеннях оцінок при різних значеннях вагових коефіцієнтах може призводити до суттєвої зміни вигляду функції належності нечіткої множини, і в результаті – до зміни шуканого агрегованого значення. Наочно це проілюстровано на рис. 5, 6.

Такі випадки є дуже властивими для реальних задач прийняття рішень із застосуванням експертних оцінок. Безперечно, розв'язок зазначених ситуацій з близькими значеннями оцінок визначається для кожної конкретної задачі.

Проте, пропонується наступний підхід вирішення таких випадків. За умов, що деякі близькі значення оцінок відрізняються не більше ніж на деяке визначене граничне значення (абсолютне чи відносне), такі значення можна вважати однаковими, і на їх бази

утворювати єдину опорну точку нечіткої множини \tilde{A} за правилами для рівних значень оцінок.

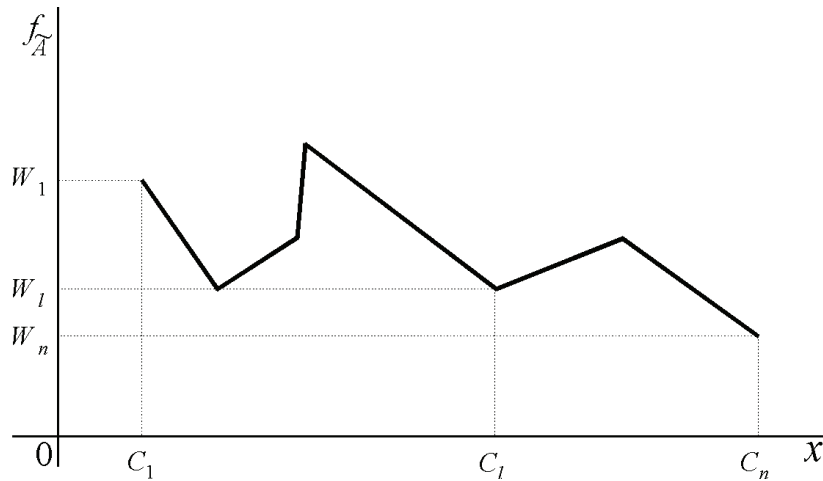


Рисунок 5 – Третя опорна точка має ступінь належності менший ніж дуже близька до неї четверта

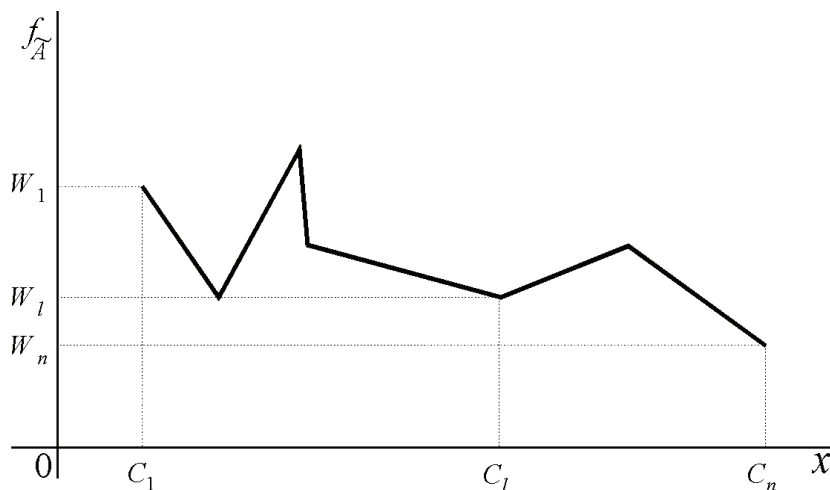


Рисунок 6 – Близькі на рис. 5 третя та четверта опорні точки “переставлені місцями”

Висновки

Запропонований спосіб здійснення операції агрегації значень є цілком придатним для практичного застосування в реальних задачах прийняття рішень. Вибір методу дефазифікації забезпечує певну гнучкість агрегації, і дозволяє в деякій мірі налаштувати метод до конкретної задачі, що розглядається.

Даний підхід надає можливість одержувати зважено-збалансовані агреговані значення та більш тонко враховувати взаємний розподіл значень, що агрегуються. Він є достатньо простим для практичного

застосування, і не несе методологічного ускладнення процесу розв'язання задач прийняття рішень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коршевнюк Л.А., Бидюк П.И. Решение задачи распределения инвестиций на основе нечеткого логического вывода // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2003. – №2. – с.34-42.
2. Коршевнюк Л.О., Мінін М.Ю., Бидюк П.І. Підхід групування оцінок в задачах прийняття рішень // Информационные технологии в XXI веке: Сборник докладов и тезисов II-го Международного молодежного научно-практического форума. – Днепропетровск: ИПК ИнКомЦентра УГХТУ, 2004. – с. 85-86.
3. Коршевнюк Л. Агрегація значень в задачах прийняття рішень // Контроль і управління в складних системах (КУСС-2005): Тези доповідей восьмої міжнародної науково - технічної конференції. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – с. 270.
4. Коршевнюк Л.А., Минин М.Ю., Бидюк П.И. Нечеткий подход получения обобщенных оценок // Системний аналіз та інформаційні технології: Тези доповідей учасників VI міжнародної науково-практичної конференції – К.: НТУУ «КПІ», 2004. – с.107-109.
5. Коршевнюк Л.А., Бидюк П.И. Проблема поддержки принятия решений при управлении бизнес-процессами на предприятиях // Системні технології. – 3(11). – Дніпропетровськ, 2000. – с.40-51.
6. Zadeh L.A. Fuzzy Sets // Information and Control. 8(1965), pp.338-353.