

BÀI TOÁN RA QUYẾT ĐỊNH DỰA TRÊN QUAN HỆ ƯU TIÊN GIỮA CÁC TẬP HỢP MỜ TRUNG TÍNH

Bùi Quang Thịnh
Trường Đại học Tiền Giang

Tóm tắt: Nghiên cứu này tập trung vào việc phát triển các phương pháp ra quyết định trong môi trường không chắc chắn bằng cách khai thác đặc tính của tập mờ trung tính. Trọng tâm nghiên cứu bao gồm việc đề xuất một quan hệ ưu tiên mới giữa các tập mờ trung tính, cung cấp cơ sở lý thuyết cho các bài toán ra quyết định. Trên cơ sở đó, một thuật toán ra quyết định đa tiêu chí được xây dựng, giúp đánh giá và lựa chọn tối ưu trong các tình huống phức tạp. Thuật toán được áp dụng vào các trường hợp thực tế để kiểm tra tính hiệu quả và khả năng ứng dụng. Kết quả cho thấy phương pháp đề xuất không chỉ đảm bảo tính khả thi mà còn cải thiện chất lượng ra quyết định, mở ra các hướng nghiên cứu mới và ứng dụng tiềm năng trong nhiều lĩnh vực.

Từ khóa: Quan hệ ưu tiên, tập hợp mờ trung tính, bài toán ra quyết định, ứng dụng công nghiệp

DECISION MAKING PROBLEM BASED ON PREFERENCE RELATION BETWEEN NEUTROSOPHIC FUZZY SETS

Bui Quang Thinh
Tien Giang University

Abstract: This study focuses on advancing decision-making methods in uncertain environments by leveraging the characteristics of neutrosophic fuzzy sets. The research introduces a novel priority relationship among neutrosophic fuzzy sets, establishing a theoretical foundation for solving decision-making problems. Building upon this foundation, a multi-criteria decision-making algorithm is developed to evaluate and optimize choices in complex scenarios. The algorithm is further applied to real-world cases to assess its effectiveness and practicality. The results demonstrate that the proposed approach not only ensures feasibility but also enhances decision-making quality, paving the way for new research directions and practical applications across various domains.

Keywords: Preference relation, neutrosophic fuzzy set, decision making problem, industrial application

Nhận bài: 09/12/2024

Phản biện: 28/12/2024

Duyệt đăng: 31/12/2024

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ra quyết định trong các môi trường chứa đựng sự bất định và phức tạp là một thách thức lớn, đặc biệt trong các lĩnh vực như quản lý, khoa học dữ liệu, và trí tuệ nhân tạo [1]. Những tình huống này thường yêu cầu mô hình hóa không chỉ các yếu tố rõ ràng mà cả những yếu tố không xác định hoặc mâu thuẫn trong thông tin. Tập mờ trung tính (neutrosophic fuzzy sets) đã nổi lên như một công cụ hữu ích để giải quyết các vấn đề này nhờ khả năng kết hợp ba thành phần chính: mức độ đúng, mức độ sai, và mức độ không xác định [2]. So với các khái niệm mờ khác như tập mờ truyền thống hay tập mờ trực giác, tập mờ trung tính có khả năng mô hình hóa sự không chắc chắn một cách toàn diện hơn. Điều này đặc biệt quan trọng trong các bài toán ra quyết định đa tiêu chí, nơi mà mỗi quyết định cần cân nhắc nhiều yếu tố với các mức độ ưu tiên khác nhau. Tuy nhiên, nghiên cứu về tập mờ trung tính hiện vẫn đang ở giai đoạn phát triển ban đầu, và còn thiếu các cách tiếp cận hệ thống để khai thác tiềm năng của nó.

Một trong những thách thức lớn khi sử dụng tập mờ trung tính là việc xây dựng một cơ chế

đánh giá hiệu quả nhằm thiết lập quan hệ ưu tiên giữa các lựa chọn [3]. Các quan hệ này đóng vai trò cốt lõi trong việc phát triển thuật toán ra quyết định, nhưng hiện nay vẫn còn ít được nghiên cứu. Việc tạo ra các quan hệ ưu tiên rõ ràng và hợp lý không chỉ giúp đơn giản hóa quá trình tính toán mà còn tăng độ chính xác và tính ứng dụng của các thuật toán ra quyết định. Đồng thời, sự phát triển của các thuật toán ra quyết định dựa trên tập mờ trung tính đòi hỏi phải kiểm chứng tính khả thi trong các trường hợp thực tế. Điều này không chỉ đảm bảo tính chính xác lý thuyết mà còn minh chứng giá trị thực tiễn của các phương pháp đề xuất. Từ đó, việc ứng dụng tập mờ trung tính vào các bài toán ra quyết định đa tiêu chí có tiềm năng trở thành công cụ không thể thiếu trong nhiều lĩnh vực.

Nghiên cứu này đặt nền móng cho việc khai thác tập mờ trung tính thông qua một cách tiếp cận toàn diện, bao gồm (1) Đề xuất quan hệ ưu tiên mới, (2) Phát triển thuật toán ra quyết định dựa trên quan hệ mới đó, và (3) Kiểm chứng tính khả thi và ứng dụng thực tiễn. Đây là bước tiến

quan trọng, không chỉ củng cố lý thuyết mà còn mang lại giải pháp cụ thể cho các bài toán phức tạp, đồng thời mở ra hướng nghiên cứu mới trong tương lai.

Phần còn lại của bài báo được cấu trúc như sau: Mục 2 trình bày kiến thức nền tảng; Mục 3 đề xuất quan hệ ưu tiên mới giữa các tập mờ trung tính; Mục 4 giới thiệu bài toán ra quyết định đa tiêu chí trong môi trường mờ trung tính; Mục 5 kiểm chứng thuật toán qua thí nghiệm thực tế; Mục 6 kết luận và đề xuất hướng nghiên cứu tương lai.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Các định nghĩa về tập mờ trung tính và kiến thức nền tảng để xây dựng quan hệ mới trên các tập hợp này.

Định nghĩa 1 ([2]). Cho tập hợp ban đầu X và

$$\mathcal{A} = \{(x, \mu_A(x)) : x \in X, \mu_A(x) \in [0; 1]\}$$

là một tập mờ trên X . Một tập mờ trung tính A trên X được xác định bởi:

$$A = \left\{ \left(x, \frac{\mu_A(x)}{T_{\mu_A}(x), I_{\mu_A}(x), F_{\mu_A}(x)} \right) : x \in X \right\}$$

trong đó, bộ gồm ba hàm số thực $T_{\mu_A}, I_{\mu_A}, F_{\mu_A} : X \rightarrow [0; 1]$ lần lượt biểu thị các mức độ đúng, không xác định, và sai của mức độ thành viên $\mu_A(x)$ của mọi phần tử $x \in X$ sao cho chúng không bị giới hạn cố định về tổng của các giá trị này. Đối với mỗi $x \in X$ cố định, các bộ tứ số thực

$$\frac{\mu_A(x)}{T_{\mu_A}(x), I_{\mu_A}(x), F_{\mu_A}(x)}$$

được gọi là mức độ mờ trung tính của x . Ký hiệu $NF(X)$ được dùng để chỉ tập hợp tất cả các tập mờ trung tính trên X .

2.2. Quan hệ ưu tiên giữa các tập hợp mờ trung tính

2.2.1. Bài toán ra quyết định dựa trên quan hệ ưu tiên giữa các tập hợp mờ trung tính

+ Mô tả bài toán

Bài toán ra quyết định đa tiêu chí được thực hiện bằng cách đánh giá m phương án $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ dựa trên n tiêu chí $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$. Mỗi phương án được định lượng thông qua một tập các giá trị mờ trung tính theo n tiêu chí, được ký hiệu là $A_i = [NF_{jk}]_i$, từ đó hình thành ma

trận mờ trung tính:

$$DM = [NF_{jk}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} NF_{11} & NF_{12} & \dots & NF_{1n} \\ NF_{21} & NF_{22} & \dots & NF_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ NF_{m1} & NF_{m2} & \dots & NF_{mn} \end{bmatrix}$$

Trong ma trận này, mỗi phần tử $NF_{jk} = \frac{\mu_{jk}}{T_{jk}, I_{jk}, F_{jk}}$

biểu thị đánh giá của phương án A_j theo tiêu chí s_k . Các giá trị này được xác định như sau:

$$\forall j = 1, 2, \dots, m, \forall k = 1, 2, \dots, n, \begin{cases} \mu_{jk} = \mu_k(A_j) \\ T_{jk} = T_{\mu_k}(A_j) \\ I_{jk} = I_{\mu_k}(A_j) \\ F_{jk} = F_{\mu_k}(A_j) \end{cases}$$

Ma trận này đóng vai trò nền tảng trong quá trình ra quyết định, phản ánh đầy đủ sự phức tạp và các yếu tố không chắc chắn trong từng đánh giá. Mục đích là tìm ra phương án tối ưu nhất, phù hợp nhất với các tiêu chí đã đề ra.

2.2.2. Thục nghiệm

Dữ liệu thực nghiệm

Một nhà máy sản xuất linh kiện điện tử hiện đang vận hành bốn máy móc, ký hiệu là A_1, A_2, A_3, A_4 , và được đánh giá dựa trên ba tiêu chí chính: hiệu suất, tính linh hoạt, và độ tin cậy (s_1, s_2, s_3) nhằm tối ưu hóa hiệu quả vận hành. Hiệu suất của từng máy đóng vai trò quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sản phẩm đầu ra, vì vậy các nhà đầu tư hướng đến duy trì những máy có năng suất cao nhất và loại bỏ dần các máy không đáp ứng kỳ vọng. Chiến lược này không chỉ cải thiện chất lượng sản phẩm cuối cùng mà còn gia tăng lợi nhuận tổng thể. Để hỗ trợ quá trình này, ba chuyên gia (E_1, E_2, E_3) đã tiến hành đánh giá chi tiết từng máy dựa trên ba tiêu chí quan trọng, với kết quả trình bày trong Bảng 1 và trọng số tương ứng từ góc nhìn của từng chuyên gia được cung cấp trong Bảng 2. Trước những dữ liệu thu thập được, quản lý nhà máy hiện đối mặt với một quyết định mang tính chiến lược: Lựa chọn máy móc chủ chốt để triển khai trong dây chuyền sản xuất, một bước đi quan trọng nhằm duy trì lợi thế cạnh tranh và đảm bảo sự phát triển bền vững của nhà máy trên thị trường.

Bảng 1. Đánh giá của các chuyên gia cho các máy đối với các tiêu chí.

	E ₁			E ₂			E ₃		
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₁	S ₂	S ₃	S ₁	S ₂	S ₃
A ₁	$\frac{.4}{.9,.9,.1}$	$\frac{.7}{0,.2,.9}$	$\frac{0}{.1,.4,.1}$	$\frac{.4}{.1,.6,.2}$	$\frac{0}{.1,.2,.3}$	$\frac{.5}{.5,.2,.6}$	$\frac{.6}{.5,.8,.3}$	$\frac{.7}{.2,.4,.9}$	$\frac{.3}{1,.7,.9}$
A ₂	$\frac{.3}{.5,.7,.3}$	$\frac{.1}{.7,.8,.0}$	$\frac{.1}{.8,.1,.7}$	$\frac{.4}{.5,.5,.4}$	$\frac{.4}{.8,.6,.2}$	$\frac{.3}{.7,.1,.5}$	$\frac{.5}{.8,.4,.1}$	$\frac{.9}{.7,.6,.4}$	$\frac{.9}{.2,.4,.5}$
A ₃	$\frac{.2}{.3,.8,.1}$	$\frac{.3}{.4,.9,.3}$	$\frac{.4}{.3,.1,.0}$	$\frac{.2}{.9,.3,.6}$	$\frac{.6}{.4,.4,.8}$	$\frac{.3}{.5,.1,.5}$	$\frac{.1}{.3,.3,.5}$	$\frac{.2}{.9,.6,.3}$	$\frac{.1}{.3,.5,.2}$
A ₄	$\frac{.5}{.7,.2,.3}$	$\frac{.4}{.5,.1,.6}$	$\frac{.7}{.1,.6,.7}$	$\frac{.3}{.1,.4,.9}$	$\frac{.6}{.4,.0,.2}$	$\frac{.5}{.1,.1,.1}$	$\frac{.4}{.2,.5,.1}$	$\frac{0}{.5,.4,.7}$	$\frac{.5}{.7,.7,.7}$

Bảng 2. Trọng số của các tiêu chí tương ứng với các chuyên gia khác nhau

	S ₁	S ₂	S ₃	
E ₁	$\frac{.2}{.9,0,.7}$	$\frac{.4}{.6,.1,.2}$	$\frac{.8}{.1,.3,.7}$.5
E ₂	$\frac{.1}{.5,.2,.8}$	$\frac{.9}{5,.8,.1}$	$\frac{.5}{.1,.4,.1}$.2
E ₃	$\frac{.6}{.3,.7,.6}$	$\frac{0}{.6,.3,.4}$	$\frac{.3}{.7,.4,.2}$.3

Để chuẩn hóa dữ liệu đầu vào sao cho phù hợp với thuật toán đề xuất, các toán tử giữa các số mờ trung tính, như đã được định nghĩa trong Phương trình (???) và (???). Tổng điểm đánh giá của bốn

máy móc đã được tính toán và tích hợp các trọng số được chỉ định bởi từng chuyên gia. Kết quả cuối cùng từ quá trình tích hợp toàn diện các đánh giá được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả tích hợp toàn diện các đánh giá của các chuyên gia cho các máy đối với các tiêu chí.

	S ₁	S ₂	S ₃
A ₁	$\frac{.15}{.23,.28,.06}$	$\frac{.2}{.03,.09,.28}$	$\frac{.06}{.16,.15,.32}$
A ₂	$\frac{.13}{.20,.20,.09}$	$\frac{.14}{.24,.24,.20}$	$\frac{.13}{.21,.29,.21}$
A ₃	$\frac{.6}{.14,.20,.11}$	$\frac{.11}{.19,.25,.13}$	$\frac{.10}{.11,.08,.05}$
A ₄	$\frac{.15}{.16,.11,.12}$	$\frac{.11}{.16,.06,.19}$	$\frac{.21}{.10,.24,.26}$

Kết quả thực nghiệm

Các số mờ trung tính trong Bảng 3 được sử dụng làm dữ liệu đầu vào cho thuật toán đề xuất. Quá trình triển khai thuật toán được mô tả chi tiết

trong Bảng 4. Dựa trên kết quả đầu ra của thuật toán, có thể kết luận rằng A₃ là lựa chọn phù hợp nhất trong trường hợp này.

Bảng 4. Kết quả thực nghiệm theo từng bước.

Đầu vào	$\begin{bmatrix} .15 & .2 & .06 \\ .23, .28, .06 & .03, .09, .28 & .16, .15, .32 \\ .13 & .14 & .13 \\ .20, .20, .09 & .24, .24, .20 & .21, .29, .21 \\ .6 & .11 & .10 \\ .14, .20, .11 & .19, .25, .13 & .11, .08, .05 \\ .15 & .11 & .21 \\ .16, .11, .12 & .16, .06, .19 & .10, .24, .26 \end{bmatrix}$
Bước 1	$DM^* = \begin{bmatrix} .14 & .13 & .09 & .16 \\ .14, .18, .23 & .22, .25, .17 & .15, .18, .10 & .14, .14, .19 \end{bmatrix}^T$
Bước 2	$P = \begin{bmatrix} .50 & .51 & .61 & .48 \\ .50, .50 & .41, .16, .59 & .39, .0, .61 & .48, .13, .52 \\ .49 & .50 & .60 & .46 \\ .59, .16, .41 & .50, .50 & .50, .16, .50 & .57, .28, .43 \\ .39 & .40 & .50 & .36 \\ .61, .0, .39 & .50, .16, .50 & .50, .0, .50 & .59, .13, .41 \\ .52 & .54 & .64 & .50 \\ .52, .13, .48 & .43, .28, .57 & .41, .13, .59 & .50, .0, .50 \end{bmatrix}$
Bước 3	$r=0.9$ và $A(P)=0.94 > r$
Bước 4	Thông qua vì
Bước 5	$S(A_1) = -3.43$, $S(A_2) = 2.28$, $S(A_3) = 2.36$, $S(A_4) = -2.08$
Đầu ra	A_3

2.3. Thảo luận

Để đánh giá hiệu quả của thuật toán đề xuất, một so sánh kết quả thực nghiệm được tiến hành với nhiều phương pháp sẵn có trước đó, sử dụng cùng một bộ dữ liệu trong khuôn khổ ra quyết định đa tiêu chí. Các phương pháp được so sánh bao gồm Autocratic với số mờ trực giác (IF-Autocratic)

[5], TOPSIS với số trung tính (NN-TOPSIS) [6], cùng với TOPSIS và Autocratic sử dụng số mờ trung tính (NF-TOPSIS và NF-Autocratic) [4]. Kết quả được trình bày trong Bảng 5, thể hiện tính nhất quán và ổn định của thuật toán đề xuất so với các phương pháp khác, khẳng định hiệu quả vượt trội của nó.

III. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã đề xuất một quan hệ ưu tiên mới giữa các tập mờ trung tính và phát triển một thuật toán ra quyết định đa tiêu chí dựa trên quan hệ này. Thuật toán đã được kiểm chứng thông qua các ứng dụng thực tế, khẳng định tính khả thi và giá

trị thực tiễn trong việc giải quyết các bài toán phức tạp. Trong tương lai, nghiên cứu sẽ mở rộng ứng dụng của thuật toán sang các lĩnh vực như quản lý rủi ro, tối ưu hóa hệ thống, và tích hợp với trí tuệ nhân tạo nhằm nâng cao khả năng xử lý trong các môi trường không chắc chắn và dữ liệu lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Q.-T. Bui, M.-P. Ngo, V. Snasel, W. Pedrycz, and B. Vo, "The sequence of neutrosophic soft sets and a decision-making problem in medical diagnosis," *Int. J. Fuzzy Syst.*, vol. 24, no. 4, pp. 2036–2053, Jun. 2022, doi: 10.1007/s40815-022-01257-4.
- [2] S. Das, B. K. Roy, M. B. Kar, S. Kar, and D. Pamučar, "Neutrosophic fuzzy set and its application in decision making," *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.*, vol. 11, no. 11, pp. 5017–5029, Nov. 2020, doi: 10.1007/s12652-020-01808-3.
- [3] P. Majumder, "An integrated trapezoidal fuzzy FUCOM with single-valued neutrosophic fuzzy MARCOS and GMDH method to determine the alternatives weight and its applications in efficiency analysis of water treatment plant," *Expert Syst. Appl.*, vol. 225, p. 120087, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2023.120087.
- [4] A. Nafei, C.-Y. Huang, A. Javadpour, H. Garg, S. P. Azizi, and S.-C. Chen, "Neutrosophic fuzzy decision-making using TOPSIS and Autocratic methodology for machine selection in an industrial factory," *Int. J. Fuzzy Syst.*, vol. 26, no. 3, pp. 860–886, Apr. 2024, doi: 10.1007/s40815-023-01640-9.
- [5] S.-H. Cheng, "Autocratic multiattribute group decision making for hotel location selection based on interval-valued intuitionistic fuzzy sets," *Inf. Sci.*, vol. 427, pp. 77–87, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.ins.2017.10.018.
- [6] A. Nafei, A. Javadpour, H. Nasser, and W. Yuan, "Optimized score function and its application in group multiattribute decision making based on fuzzy neutrosophic sets," *Int. J. Intell. Syst.*, vol. 36, no. 12, pp. 7522–7543, 2021, doi: 10.1002/int.22597.
- [7] Nancy and H. Garg, "An improved score function for ranking neutrosophic sets and its application to decision-making process," *Int. J. Uncertain. Quantif.*, vol. 6, no. 5, 2016, doi: 10.1615/Int.J.UncertaintyQuantification.2016018441.