

## MÔ HÌNH MOORA DỰA VÀO ENTROPY MỜ MỚI ỨNG DỤNG CHO HỆ THỐNG THÔNG TIN TUYỂN DỤNG

Nguyễn Hữu Hải\*, Nguyễn Văn Hạnh, Vũ Thị Thu Giang, Đỗ Thị Huệ, Nguyễn Thị Bích Thủy

*Khoa Công nghệ thông tin, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

\*Tác giả liên hệ: [nhhai@vnua.edu.vn](mailto:nhhai@vnua.edu.vn)

Ngày nhận bài: 20.07.2020

Ngày chấp nhận đăng: 14.04.2021

### TÓM TẮT

Lựa chọn nguồn nhân lực được xem là nhân tố quan trọng trong một tổ chức hay doanh nghiệp nhằm lựa chọn các ứng viên tốt nhất để đáp ứng yêu cầu của vị trí việc làm cũng như sự phát triển tổ chức, doanh nghiệp trong tương lai. Bài toán lựa chọn nguồn nhân lực là bài toán ra quyết định đa tiêu chí với nhiều tiêu chí có thể xung đột lẫn nhau. Trong bài báo này chúng tôi đề xuất độ đo entropy mờ mới nhằm cải thiện cách xác định trọng số của các tiêu chí trong phương pháp MOORA. Hơn nữa, độ đo được đề xuất cung cấp thêm cho chúng ta nhiều lựa chọn hơn khi cần xác định độ đo entropy của tập mờ. Cuối cùng chúng tôi áp dụng mô hình đề xuất vào bài toán lựa chọn nhân sự cho khóa tập huấn và nhân sự kế toán tại doanh nghiệp. Kết quả thu được phù hợp với kết quả của các phương pháp khác như là phương pháp SWARA, phương pháp FMCDM.

Từ khóa: Entropy mờ, MOORA, hệ thống thông tin tuyển dụng, lựa chọn nhân sự,

### MOORA Model Based on New Fuzzy Entropy and Its Application in Recruitment Information System

### ABSTRACT

Human resource selection is considered a vital factor for an organization or an enterprise, aiming to select the best candidates in order to meet the job requirements as well as the development of an organization or an enterprise in the future. Personnel selection is Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) problem with many conflicting attributes. In this paper, we proposed a new fuzzy entropy measure to improve the calculation of weight of criteria in MOORA method. In addition, the proposed measure has also provided more options to calculate entropy measures of fuzzy sets. Finally, we applied the proposed model to the personnel selection for a training program and choosing the right accountant for a business. The obtained results are similar to those of other methods such as SWARA and FMCDM.

Keywords: Fuzzy entropy, MOORA, recruitment information system, personnel selection.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lựa chọn nhân sự được xem là phần quan trọng của công tác quản lý nguồn nhân lực nói riêng và của doanh nghiệp nói chung. Rõ ràng, chất lượng đầu vào của nguồn nhân lực liên quan trực tiếp đến việc lựa chọn nguồn nhân lực cũng như sự phát triển của doanh nghiệp trong tương lai. Với quá trình lựa chọn nguồn nhân lực, làm thế nào để có thể lựa chọn được những ứng viên phù hợp nhất trong số nhiều ứng viên

để đáp ứng được yêu cầu công việc là một bài toán không đơn giản. Quá trình lựa chọn nhân sự trở nên phức tạp hơn khi nhiều tiêu chí được đặt ra như là kiến thức, kinh nghiệm, kỹ năng và khả năng thích nghi của ứng viên trong môi trường mới hay môi trường đòi hỏi ứng viên có sự sáng tạo trong khi những thông tin mà nhà tuyển dụng có được còn hạn chế, không đầy đủ, không chắc chắn. Do vậy, bài toán làm thế nào để xây dựng được mô hình lựa chọn nguồn nhân lực có tính khoa học để có thể giúp tổ chức,

doanh nghiệp có thể lựa chọn được những ứng viên phù hợp nhất cho vị trí công việc thay vì chọn những ứng viên giỏi nhất luôn được nhiều nhà khoa học cũng như nhiều doanh nghiệp quan tâm.

Thực tế, đã có một số phương pháp được đề xuất để tìm lời giải cho bài toán ra quyết định đa tiêu chí (MCDM) nói chung và bài toán lựa chọn nguồn nhân lực nói riêng. Trước hết, phải kể đến phương pháp phân tích thứ bậc AHP được giới thiệu lần đầu bởi Saaty (1980). Phương pháp AHP cung cấp cho chúng ta một phương pháp xác định trọng số của các tiêu chí và thông qua đó giúp người ra quyết định có thể lựa chọn được phương án phù hợp nhất trên cơ sở xác định và phân cấp các yếu tố tác động, ảnh hưởng đến vấn đề cần giải quyết. Tuy nhiên, AHP có hạn chế là chỉ xem xét duy nhất một chiều mối quan hệ thứ bậc giữa các yếu tố mà chưa suy xét tương tác giữa các yếu tố khác nhau. Chính vì hạn chế trên, năm 1996, Saaty đề xuất phương pháp ANP (Analytic Network Process) để khắc phục hạn chế của AHP. ANP được biết đến như một hình thức phát triển của AHP được sử dụng cho bài toán MCDM, trong đó cấu trúc của ANP là cấu trúc mạng, nghĩa là có sự tương tác qua lại giữa các yếu tố. Ngày nay, ANP được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Một số kỹ thuật khác cũng được đề xuất, điển hình là kỹ thuật TOPSIS được đề xuất bởi Hwang & cs. (1981). Ý tưởng cơ bản của kỹ thuật TOPSIS là phương án được xem là tối ưu khi có khoảng cách gần nhất với phương án lý tưởng và khoảng cách xa nhất với phương án tệ nhất. Kể từ đó, kỹ thuật TOPSIS được áp dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, điển hình Shih (2007) và Wang (2009) đã phát triển kỹ thuật TOPSIS kết hợp lý thuyết Grey cho bài toán lựa chọn nhân sự. Trong nghiên cứu của mình, Wang đã xem xét các tiêu chí như là trình độ học vấn, kinh nghiệm làm việc, hiệu quả công việc, độ tuổi, sự trung thành và khả năng sáng tạo trong công việc. Kết quả của Dejiang được xem là một mở rộng có ý nghĩa của kỹ thuật TOPSIS.

Trên thực tế, việc lựa chọn nhân sự tại các tổ chức, doanh nghiệp thường là thông qua phỏng vấn hoặc thông qua các bài kiểm tra năng lực, việc xác định tầm quan trọng của một số tiêu chí như tính cách, năng lực lãnh đạo, kinh nghiệm làm việc hay sự tự tin của ứng viên thường không được định nghĩa một cách chính xác cho người ra quyết định. Thông thường mức độ phù hợp ở mỗi tiêu chí cho ứng viên cũng như tầm quan trọng của các tiêu chí được gán bởi các biến ngôn ngữ như là 'tốt', 'khá', 'trung bình' và 'kém'... Vì vậy, với quá trình lựa chọn nhân sự, người ra quyết định thường phải đối mặt với những khó khăn như là việc đánh giá tầm quan trọng của các tiêu chí đặc biệt là các tiêu chí như đã đề cập ở trên. Do vậy có thể nói đặc trưng của bài toán lựa chọn nguồn nhân lực là sự không rõ ràng. Trong những tình huống này số mờ được xem là một công cụ hữu ích để xấp xỉ cho các biến ngôn ngữ Zadeh (1965). Chính vì điều này mà lý thuyết tập mờ của Zadeh đã thể hiện được tính hiệu quả trong việc tìm lời giải cho bài toán lựa chọn nguồn nhân lực. Ballý & cs. (2014) sử dụng phương pháp fuzzy AHP và TOPSIS để lựa chọn vận động viên bóng rổ. Keröulienė & Turskis (2014) đã tích hợp nguyên lý tổng hợp thông tin mờ, phương pháp ARAS với số mờ và AHP để lựa chọn nhân sự cho vị trí kế toán trưởng. Ali & cs. (2017) đã đề xuất một hệ thống lựa chọn nhân sự dựa vào FAHP và phương pháp SAW.

Ngoài các phương pháp nói trên, phương pháp MOORA (Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis) được biết đến như một phương pháp MCDM nổi tiếng. Phương pháp MOORA cơ bản gồm 5 bước chính và được bắt đầu với một ma trận thông tin liên quan đến tập các phương án và các tiêu chí khác nhau. Phương pháp MOORA được đề xuất bởi Brauers & Zavadskas (2006). Kể từ đó, phương pháp MOORA được ứng dụng rộng rãi để giải các bài toán trong nhiều lĩnh vực khác nhau như là kinh tế, xây dựng hay quản trị nguồn nhân lực bởi sự đơn giản và hiệu quả của phương pháp mang lại. Hơn thế, phương pháp MOORA được xem là công cụ hiệu quả để tìm lời giải cho những bài toán MCDM phức tạp với những tiêu

chí xung đột lẫn nhau. Chẳng hạn, bài toán lựa chọn ứng viên tham gia khóa tập huấn với các tiêu chí được xem xét như độ tuổi, năng lực ngoại ngữ, số năm kinh nghiệm.... Rõ ràng, hầu hết các trường hợp thì tiêu chí độ tuổi được xem là tiêu chí phi lợi ích, tiêu chí mà sẽ xung đột với các tiêu chí như năng lực ngoại ngữ, số năm kinh nghiệm của ứng viên. Những năm gần đây ghi nhận có nhiều mở rộng của phương pháp MOORA để giải quyết các bài toán thực tế phức tạp hơn chẳng hạn bài toán lựa chọn nguồn nhân lực. Điển hình phải kể đến đóng góp của Dragisa (2013), đề xuất một mở rộng của phương pháp MOORA để giải quyết các bài toán ra quyết định mờ. Gökay & cs. (2015) giới thiệu tích hợp giữa Fuzzy AHP và Fuzzy MOORA cho bài toán lựa chọn lĩnh vực nghề nghiệp trong tương lai của sinh viên khối ngành kỹ thuật công nghiệp. Luis & cs. (2018) đã đề xuất một mở rộng của MOORA khi kết hợp MOORA với tập mờ Py-ta-go cho bài toán MCDM. Đối với bài toán lựa chọn nguồn nhân lực, các công việc khác nhau đòi hỏi các tiêu chí được xét đến cũng như trọng số của các tiêu chí khác nhau. Do vậy, việc xác định trọng số của các tiêu chí được xem là nhân tố quan trọng trong quá trình lựa chọn nguồn nhân lực. Điều này giúp phản ánh chính xác hơn kết quả xếp hạng của các ứng viên. Như đã đề cập ở trên, đặc trưng của bài toán lựa chọn nguồn nhân lực là sự không rõ ràng. Tuy nhiên, độ đo entropy mờ được biết đến như một công cụ hiệu quả đo sự không rõ ràng của tập mờ hay hệ thống mờ nào đó. Khái niệm entropy xuất phát từ nhiệt động lực học, liên quan đến việc truyền năng lượng nhiệt trong một hệ thống. Nó là thước đo tính ngẫu nhiên hoặc hỗn loạn của một hệ thống. Năm 1948, Shannon là người đầu tiên đưa ra khái niệm entropy thông tin (information entropy) để mô tả mức độ hỗn loạn trong một tín hiệu lấy từ một sự kiện ngẫu nhiên. Kể từ đó, kết quả của Shannon được ứng dụng cho nhiều lĩnh vực khác nhau như phân cụm, hệ logic mờ hay bài toán ra quyết định. Hơn 20 năm sau kể từ khi khái niệm entropy thông tin được biết đến, De Luca & cs. (1972) đã đề xuất entropy mờ dựa trên công trình của Shannon để đo lường sự không rõ ràng của một tập mờ và một số tính chất mà entropy mờ nên

thỏa mãn. Công trình của De Luca & cs. (1972) đánh dấu sự mở rộng của khái niệm entropy vào lĩnh vực lý thuyết tập mờ. Kể từ đó, những tính chất của entropy mờ được De Luca & cs. (1972) đề xuất đã trở thành các tiên đề cho việc định nghĩa một entropy mờ bất kỳ. Chính vì tầm quan trọng của nó trong việc xác định sự không rõ ràng của tập mờ, độ đo entropy mờ đã trở thành chủ đề lớn trong nghiên cứu lý thuyết tập mờ cũng như nghiên cứu ứng dụng của nó trong các bài toán MCDM phức tạp như là bài toán lựa chọn nguồn nhân lực. Trên cơ sở đó, chúng tôi nghiên cứu và đề xuất một entropy mờ mới nhằm cải thiện cách xác định trọng số của các tiêu chí trong phương pháp MOORA và ứng dụng của mô hình đề xuất cho bài toán lựa chọn nhân sự.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Mô hình MCDM giúp nhà quản lý lựa chọn được phương án hợp lý nhất từ tập các phương án  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  dựa trên tập các tiêu chí  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ , trong đó mỗi tiêu chí  $C_j$  được đánh giá với trọng số  $w_j \in (0,1)$ ,  $j \in \{1, 2, \dots, m\}$  thỏa mãn  $\sum_{j=1}^m w_j = 1$ .

Bài toán MCDM thường được mô tả bởi một ma trận thông tin

$$D = [d_{ij}]_{n \times m} \text{ với } d_{ij} \in \mathbb{R}^+, \text{ cụ thể}$$

$$D = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2m} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

### 2.1. Phương pháp xác định trọng số các tiêu chí dựa vào độ đo entropy mờ mới

Trước khi đi vào phân tích về entropy mờ mới, chúng tôi giới thiệu một số khái niệm cơ bản về tập mờ và entropy của tập mờ. Zadeh (1965) đã đưa ra khái niệm tập mờ cùng với các phép toán của tập mờ như sau:

**Định nghĩa 1.** Cho tập nền  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , một tập mờ  $A$  trên  $X$  là tập có dạng:

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle \mid x \in X \}$$

trong đó,  $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$  được gọi là hàm thuộc của tập mờ A. Ta ký hiệu  $F(X)$  là tập tất cả các tập mờ trên tập nền X.

Theo Zadeh (1965) các phép toán của tập mờ như là phép giao, phép hợp và phép lấy phần bù được xác định như sau:

*Phép giao:* Giao của hai tập mờ A và B là một tập mờ C, ký hiệu  $C = A \cap B$  với hàm thuộc như sau:

$$\mu_C(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \forall x \in X$$

*Phép hợp:* Hợp của hai tập mờ A và B là một tập mờ C, ký hiệu  $C = A \cup B$  với hàm thuộc như sau:

$$\mu_C(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \forall x \in X$$

*Phép lấy phần bù:* Cho tập mờ  $A \in F(X)$  có dạng:

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle \mid x \in X \}$$

Phần bù của tập mờ A ký hiệu là  $A^c$  được xác định như sau:

$$A^c = \{ \langle x, 1 - \mu_A(x) \rangle \mid x \in X \}.$$

Theo De Luca & cs. (1972), một độ đo entropy mờ được định nghĩa như sau:

**Định nghĩa 2.** Một hàm thực  $e: F(X) \rightarrow [0,1]$  được gọi là một entropy mờ trên tập  $F(X)$  nếu nó thỏa mãn các tiên đề sau:

(E<sub>1</sub>)  $e(A) = 0$  khi và chỉ khi A là tập rõ

(E<sub>2</sub>)  $e(A) = 1$  khi và chỉ khi

$$\mu_A(x) = \frac{1}{2}, \forall x \in X$$

(E<sub>3</sub>)  $e(A) = e(A^c)$ , với  $A^c$  là phần bù của A.

(E<sub>4</sub>)  $e(A) \leq e(B)$ , nếu:

$$\mu_A(x) \geq \mu_B(x) \geq \frac{1}{2}, \forall x \in X$$

hoặc:

$$\mu_A(x) \leq \mu_B(x) \leq \frac{1}{2}, \forall x \in X$$

Thực chất các tiên đề (E<sub>1</sub>) – (E<sub>4</sub>) chính là các tính chất mà De Luca (1972) đã đề xuất trong công trình khoa học của mình. Tuy nhiên về sau chúng được thừa nhận như các tiên đề cho việc định nghĩa độ đo entropy mờ bất kỳ. Ngoài

những tính chất trên của entropy mờ, Liu (1992) đã giới thiệu khái niệm  $\sigma$ -entropy để mô tả mối quan hệ giữa tập mờ A với tập rõ D bất kỳ.

**Định nghĩa 3.** Độ đo entropy mờ e được gọi là  $\sigma$ -entropy trên  $F(X)$  nếu e thỏa mãn:

$$e(A) = e(A \cap D) + e(A \cap D^c)$$

với D là tập rõ bất kỳ.

Theo đó, kết quả của Liu chỉ ra rằng nếu độ đo entropy mờ là  $\sigma$ -entropy thì sự không rõ ràng của tập mờ A được đo bởi tổng entropy của tập mờ  $A \cap D$  và  $A \cap D^c$ . Nói một cách khác, khi đó tập mờ A được phân hoạch bởi tập rõ D thành 2 tập mờ mà entropy của nó đúng bằng tổng entropy của hai tập mờ đó.

Tiếp theo chúng tôi đề xuất độ đo entropy mờ mới  $e(A)$  của tập mờ A ở công thức (1) nhằm cải thiện cách xác định trọng số của các tiêu chí trong phương pháp MOORA như sau:

$$e(A) = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( 2\mu_A(x_i) - 1 \right)^2, \forall A \in F(X) \quad (1)$$

**Định lý 1.** Với mỗi  $A \in F(X)$ ,  $e(A)$  xác định như trong (1) là một độ đo entropy mờ.

*Chứng minh.*

Thật vậy, để (1) trở thành độ đo entropy mờ, ta cần chứng minh (1) thỏa mãn 4 tiên đề của độ đo entropy mờ như trong định nghĩa 2.

+ Tiên đề (E<sub>1</sub>)

Thật vậy, với tập rõ A thì  $e(A) = 0$  vì  $\mu_A(x) = 0$  hoặc  $\mu_A(x) = 1, \forall x \in X$ . Do vậy  $e(A)$  thỏa mãn tiên đề (E<sub>1</sub>).

+ Tiên đề (E<sub>2</sub>)

Ta dễ dàng tính được  $e(A) = 1$  khi  $\mu_A(x) = \frac{1}{2}, \forall x \in X$  nên  $e(A)$  thỏa mãn tiên đề (E<sub>2</sub>).

+ Tiên đề (E<sub>3</sub>)

Ta có:

$$e(A^c) = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( 2(1 - \mu_A(x_i)) - 1 \right)^2$$

$$1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( 1 - 2\mu_A(x_i) \right)^2 = e(A)$$

Như vậy, tiên đề (E<sub>3</sub>) được thỏa mãn.

+ Tiên đề (E<sub>4</sub>)

Giả sử A và B là các tập mờ thoản mãn:

$$\mu_A(x) \leq \mu_B(x) \leq \frac{1}{2}, \forall x \in X.$$

Ta cần chỉ ra rằng khi đó  $e(A) \leq e(B)$ . Thật vậy, ta có:

$$\begin{aligned} -1 \leq 2\mu_A(x) - 1 \leq 2\mu_B(x) - 1 \leq 0 \\ \Leftrightarrow 1 \geq (2\mu_A(x) - 1)^2 \geq (2\mu_B(x) - 1)^2 \geq 0 \end{aligned}$$

Do vậy:

$$\begin{aligned} e(A) &= 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2\mu_A(x) - 1)^2 \\ &\leq 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2\mu_B(x) - 1)^2 = e(B) \end{aligned}$$

Lập luận tương tự cho trường hợp A và B là các tập mờ thoản mãn:

$$\mu_A(x) \geq \mu_B(x) \geq \frac{1}{2}, \forall x \in X.$$

Ta cũng thu được  $e(A) \leq e(B)$ . Như vậy  $e(A)$  trong (1) thỏa mãn 4 tiên đề của một độ đo entropy của tập mờ.

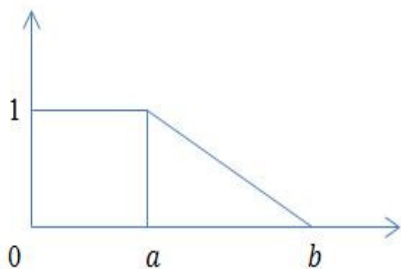
Ngoài ra, qua một vài bước tính toán cho thấy độ đo entropy mờ mới cũng thỏa mãn tính chất  $\sigma$ -entropy của Liu. Thật vậy, xét trường hợp tập rõ D với  $\mu_D(x) = 0, \forall x \in X$  ta có:

$$e(A \cap D) = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2\mu_D(x) - 1)^2 = 0$$

$$e(A \cap D^c) = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2\mu_A(x) - 1)^2 = e(A).$$

Lập luận tương tự cho trường hợp tập rõ D với  $\mu_D(x) = 1, \forall x \in X$ . Cuối cùng, ta thu được hệ thức sau:

$$e(A) = e(A \cap D) + e(A \cap D^c).$$



Hình 1. Đồ thị hàm thuộc của tập mờ A

Sau đây là các bước xác định trọng số của các tiêu chí dựa vào độ đo entropy mờ mới.

**Bước 1.** Mờ hóa ma trận thông tin  $D = [d_{ij}]_{n \times m}$  bằng việc sử dụng công thức (2) hoặc (3).

Hàm thuộc của tập mờ A và B như sau:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_B(x) = \begin{cases} 0, & x \leq c \\ \frac{x-c}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 1, & x \geq d \end{cases} \quad (3)$$

**Bước 2.** Tính độ đo entropy mờ cho các tiêu chí  $C_j$  theo công thức (1), cụ thể:

$$e_j = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2d_{ij} - 1)^2 \quad (4)$$

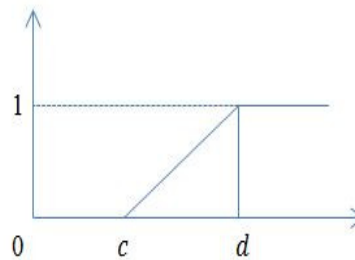
**Bước 3.** Tính trọng số của mỗi tiêu chí  $C_j$  thông qua độ đo entropy mờ mới:

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^m (1 - e_j)}, j = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

## 2.2. Phương pháp MOORA dựa vào độ đo entropy mờ mới

Các bước của phương pháp MOORA dựa vào entropy mờ mới như sau:

**Bước 1.** Xác định trọng số của mỗi tiêu chí  $C_j$  theo phương pháp đã nêu ở phần 2.1.



Hình 2. Đồ thị hàm thuộc của tập mờ B

**Bước 2.** Tính ma trận thông tin có trọng số, ký hiệu  $W = [W_{ij}]_{n \times m}$  với:

$$W_{ij} = w_j \times d_{ij} \quad (6)$$

**Bước 3.** Tính các chỉ số  $P_i$ ,  $R_i$  của mỗi phương án

$$P_i = \frac{1}{|B|} \sum_{j \in B} W_{ij}$$

và

$$R_i = \frac{1}{|NB|} \sum_{j \in NB} W_{ij} \quad (7)$$

trong đó,  $B$  là tập các tiêu chí lợi ích và  $NB$  là tập các tiêu chí không lợi ích.

**Bước 4.** Tính các giá trị ưu tiên của mỗi phương án:

$$Q_i = P_i - R_i \quad (8)$$

Với  $i = 1, 2, \dots, n$ .

**Bước 5.** Xếp hạng các phương án theo giá trị ưu tiên theo nguyên tắc  $A_k \succ A_l$  nếu  $Q_k > Q_l$ .

### 2.3. Phương pháp FMCDM dựa vào độ đo khoảng cách của các tập mờ

Bài toán ra quyết định đa tiêu chí mờ (FMCDM) dựa vào độ đo khoảng cách của các tập mờ được thể hiện như sau:

**Bước 1.** Mờ hóa ma trận thông tin ban đầu theo công thức (2) hoặc (3).

**Bước 2.** Lựa chọn phương án hoàn hảo, ký hiệu là  $P^* = (p_1, p_2, \dots, p_n)$  với  $p_i \in [0,1]$ , cụ thể  $p_i = 1$  khi tiêu chí thứ  $C_i$  là tiêu chí lợi ích và  $p_i = 0$  nếu như tiêu chí  $C_i$  là không lợi ích.

**Bước 3.** Tính khoảng cách từ mỗi phương án đến phương án  $P^*$  theo công thức sau:

$$d(A_i, P^*) = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (d_{ij} - p_j)^2}$$

**Bước 4.** Dựa vào kết quả ở bước 3 ta tiến hành xếp hạng các phương án theo nguyên tắc phương án  $A_i$  được gọi là trội hơn  $A_k$ , ký hiệu  $A_i \succ A_k$  nếu

$$d(A_i, P^*) < d(A_k, P^*)$$

với mọi  $i, k = 1, 2, \dots, n$ .

## 3. TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU

Để minh họa sự hiệu quả của phương pháp được đề xuất, chúng tôi áp dụng phương pháp đó để giải quyết một số bài toán bao gồm bài toán lựa chọn nhân sự thích hợp cho vị trí kế toán của doanh nghiệp; bài toán lựa chọn ứng viên tham gia khóa tập huấn của công ty và so sánh kết quả với một số phương pháp khác.

### 3.1. Ví dụ 1 (Mohamed & Ahmed, 2012)

Trong ví dụ này, tác giả đã đề cập đến bài toán lựa chọn một ứng viên để tham gia một khóa tập huấn. Để lựa chọn ứng viên phù hợp nhất tác giả đã xem xét các tiêu chí sau: Độ tuổi ứng viên ( $C_1$ ), kinh nghiệm làm việc trong lĩnh vực viễn thông ( $C_2$ ), số năm làm việc ở công ty ( $C_3$ ), kỹ năng sử dụng máy tính ( $C_4$ ) và trình độ ngoại ngữ ( $C_5$ ). Số liệu được thể hiện ở bảng 1.

#### 3.1.1. Sử dụng mô hình MOORA dựa vào entropy mờ mới

Ở phần này, chúng tôi sử dụng phương pháp MOORA dựa vào độ đo entropy mờ đã đề xuất trong phần 2.2 để tìm ra nhân sự phù hợp nhất cho khóa tập huấn trong số 5 nhân sự được đề xuất như sau:

**Bước 1.** Xác định trọng số của các tiêu chí  $C_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, 5$  theo phương pháp đề xuất trong phần 2.1. Kết quả thu được ở bảng 3.

Trước khi xác định trọng số của các tiêu chí ta cần mờ hóa ma trận thông tin dựa vào số mờ ở công thức (2), cụ thể với  $c = 23$ ,  $d = 55$  cho tiêu chí ( $C_1$ );  $c = 8$ ,  $d = 18$  cho tiêu chí ( $C_2$ ); với  $c = 5$ ,  $d = 21$  cho tiêu chí ( $C_3$ ); với  $c = 65$ ,  $d = 100$  cho tiêu chí ( $C_4$ ) và với  $c = 65$ ,  $d = 92$  cho tiêu chí ( $C_5$ ). Kết quả thu được ở bảng 2.

Tiếp theo, chúng ta cần tính độ đo entropy mờ của các tiêu chí theo công thức (4), thu được kết quả ở bảng 3. Số liệu ở bảng 3 cho thấy tiêu chí ( $C_3$ ) có trọng số lớn nhất, lớn hơn đáng kể so với trọng số của các tiêu chí còn lại và tiêu chí ( $C_5$ ) có trọng số nhỏ nhất.

**Bước 2.** Xác định ma trận thông tin có trọng số theo công thức (6). Kết quả thu được ở bảng 4.

**Bảng 1. Ma trận thông tin**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
Ứng viên 1	32	10	9	93	80
Ứng viên 2	35	13	12	88	75
Ứng viên 3	45	16	15	67	69
Ứng viên 4	41	9	6	80	84
Ứng viên 5	50	12	20	75	82

**Bảng 2. Ma trận thông tin đã mờ hóa**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
Ứng viên 1	0,2812	0,200	0,2500	0,8000	0,5555
Ứng viên 2	0,3750	0,500	0,4375	0,6571	0,3703
Ứng viên 3	0,6875	0,800	0,6250	0,0571	0,1481
Ứng viên 4	0,5625	0,100	0,0625	0,4285	0,7037
Ứng viên 5	0,8437	0,400	0,9375	0,2857	0,6296

**Bảng 3. Entropy mờ và trọng số của các tiêu chí**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
Entropy	0,8234	0,7200	0,6281	0,7105	0,8384
Trọng số	0,1379	0,2188	0,2906	0,2262	0,1262

**Bước 3.** Tính các chỉ số  $P_i$ ,  $R_i$  cho mỗi ứng viên và thu được kết quả ở bảng 5. Ta xem tiêu chí ( $C_1$ ) là tiêu chí không lợi ích và các tiêu chí còn lại là tiêu chí lợi ích.

**Bước 4.** Tính chỉ số ưu tiên cho mỗi ứng viên theo công thức:

$$Q_i = P_i - R_i$$

Kết quả được thể hiện ở bảng 5.

**Bước 5.** Xếp hạng các ứng viên dựa trên chỉ số ưu tiên  $Q_i$ . Kết quả được thể hiện trong bảng 5.

Kết quả ở bảng 5 cho thấy ứng viên 2 là lựa chọn tốt nhất cho khóa tập huấn mặc dù ứng viên 2 không là ứng viên trẻ tuổi nhất trong số 5 ứng viên và đối với tiêu chí ( $C_4$ ) và ( $C_5$ ) thì ứng viên 2 xếp sau ứng viên 1. Điều này cho thấy tầm quan trọng của bước xác định trong số trong phương pháp FMOORA. Kết quả xếp hạng ứng viên theo phương pháp đề xuất cũng phù hợp với kết quả của Mohamed & Ahmed (2012).

### 3.1.2. Sử dụng phương pháp FMCDM dựa vào độ đo khoảng cách giữa các tập mờ

Áp dụng các bước tính toán trong phần 2.3 với phương án  $P^* = (0, 1, 1, 1, 1)$  ta thu được kết quả xếp hạng các ứng viên như trong bảng 6.

Kết quả xếp hạng các ứng viên theo phương pháp FMCDM cho thấy ứng viên 2 là lựa chọn tốt nhất trong số 5 ứng viên. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả theo phương pháp được đề xuất (Bảng 5).

Ngoài ra, để đánh giá khách quan hơn về sự hiệu quả của phương pháp được đề xuất trong phần 2, chúng tôi cũng đưa vào so sánh kết quả tìm được từ FMOORA dựa trên entropy mờ mới với các phương pháp khác như là phương pháp SWARA (Kerđulienė, 2010). Kết quả ở hình 3 cho thấy 3 phương pháp đều cho một kết quả xếp hạng các ứng viên như nhau. Ứng viên 2 được xếp hạng 1 mặc dù ứng viên 2 không phải là ứng viên trẻ nhất trong số 5 ứng

viên. Ứng viên 1 được xếp thứ 2 và ứng viên 4 được xếp cuối bảng xếp hạng. Kết quả cũng phù hợp với số liệu thông tin (Bảng 1). Kết quả này cũng phản ánh được vai trò, tầm quan trọng của việc xác định trọng số của các tiêu chí trong phương pháp FMCDM nói chung và FMOORA dựa vào độ đo entropy mờ mới nói riêng. Kết quả xác định trọng số các tiêu chí ở bảng 3 cho thấy tiêu chí ( $C_1$ ) - độ tuổi ứng viên có trọng số

nhỏ hơn đáng kể so với trọng số các tiêu chí còn lại ngoại trừ tiêu chí ( $C_5$ ).

### 3.2. Ví dụ 2

Bài toán lựa chọn nhân sự kế toán tại công ty kinh doanh thép và vật liệu công nghiệp, trụ sở tại Phố Cầu Giấy, TP Hà Nội. Số liệu được điều tra, thu thập tại phòng nhân sự của công ty và được mô tả ở bảng 7.

**Bảng 4. Ma trận thông tin có trọng số**

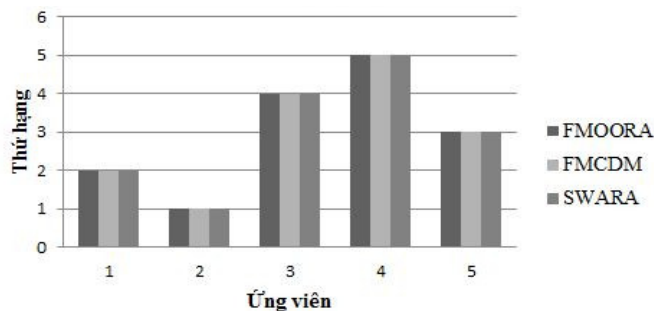
	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
Ứng viên 1	0,0388	0,0437	0,0726	0,1809	0,0701
Ứng viên 2	0,0517	0,1094	0,1271	0,1486	0,0467
Ứng viên 3	0,0948	0,1750	0,1816	0,0129	0,0187
Ứng viên 4	0,0776	0,0218	0,0181	0,0969	0,0888
Ứng viên 5	0,1164	0,0875	0,2724	0,0646	0,0795

**Bảng 5. Chỉ số  $P_i$ ,  $R_i$ , chỉ số ưu tiên  $Q_i$  và kết quả xếp hạng các ứng viên**

	$P_i$	$R_i$	$Q_i$	Xếp hạng
Ứng viên 1	0,0918	0,0388	0,05308	2
Ứng viên 2	0,1080	0,0517	0,05625	1
Ứng viên 3	0,0970	0,0948	0,00221	4
Ứng viên 4	0,0564	0,0776	- 0,02115	5
Ứng viên 5	0,1260	0,1164	0,00960	3

**Bảng 6. Kết quả xếp hạng các ứng viên theo FMCDM**

	$d(A_i, P^*)$	Xếp hạng
Ứng viên 1	0,55029	2
Ứng viên 2	0,49268	1
Ứng viên 3	0,63844	4
Ứng viên 4	0,74921	5
Ứng viên 5	0,55759	3



**Hình 3. Kết quả xếp hạng ứng viên theo FMOORA, FMCDM và SWARA**



**Bảng 7. Ma trận thông tin**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>
Ứng viên 1	28	3,0	7,85	5,0	80	70	65	1,0
Ứng viên 2	29	5,5	7,10	6,5	70	80	70	1,5
Ứng viên 3	27	3,0	7,06	5,0	65	70	60	1,0
Ứng viên 4	29	5,0	7,08	6,0	75	75	65	1,0
Ứng viên 5	28	4,0	7,58	6,0	75	80	80	2,0
Ứng viên 6	29	5,0	8,15	5,5	70	80	80	2,5
Ứng viên 7	27	2,5	7,28	6,5	70	65	70	2,0
Ứng viên 8	28	1,0	7,08	5,5	70	70	65	1,0
Ứng viên 9	27	2,0	7,18	5,0	65	65	60	1,0

Trong ví dụ này chúng tôi sử dụng 8 tiêu chí để đánh giá ứng viên bao gồm: độ tuổi ứng viên (C<sub>1</sub>), kinh nghiệm làm việc (C<sub>2</sub>), trình độ học vấn (C<sub>3</sub>), năng lực ngoại ngữ (C<sub>4</sub>), mức độ thành thạo MS office (C<sub>5</sub>), kỹ năng sử dụng phần mềm kế toán (C<sub>6</sub>), kỹ năng làm việc nhóm (C<sub>7</sub>) và điểm cộng (C<sub>8</sub>). Chúng tôi sử dụng tiêu chí điểm cộng để cộng điểm cho ứng viên tốt nghiệp từ các trường đại học có uy tín trong lĩnh vực kinh tế - kế toán hay là các ứng viên đã qua đào tạo trình độ thạc sỹ chuyên ngành kế toán. Điều này nhằm phản ánh sát thực tế hơn trong lĩnh vực tuyển dụng nhân sự tại các công ty và doanh nghiệp.

**3.2.1. Sử dụng mô hình FMOORA dựa vào entropy mờ mới**

Tương tự như ví dụ 1, các bước của phương pháp FMOORA dựa vào entropy mờ mới được thực hiện như sau:

**Bước 1.** Tính trọng số của các tiêu chí C<sub>j</sub>, j = 1, 2,..., 5 theo công thức (4) và (5). Kết quả thu được ở bảng 9.

Trước hết, ta cần mờ hóa ma trận thông tin dựa vào số mờ ở công thức (3), cụ thể với c = 25, d = 32 cho tiêu chí (C<sub>1</sub>); c = 0, d = 6 cho tiêu chí (C<sub>2</sub>); c = 6, d = 9 cho tiêu chí (C<sub>3</sub>); c = 4, d = 7 cho tiêu chí (C<sub>4</sub>); c = 60, d = 90 cho tiêu chí (C<sub>5</sub>) và (C<sub>6</sub>); c = 55, d = 90 cho tiêu chí (C<sub>7</sub>); c = 0, d = 3 cho tiêu chí (C<sub>8</sub>), kết quả thu được ở bảng 8.

Tiếp theo chúng ta cần tính độ đo entropy mờ của các tiêu chí theo công thức (4), tính trọng số của các tiêu chí theo công thức (5) thu được kết quả như trong bảng 9. Kết quả này cho

thấy tiêu chí (C<sub>4</sub>) có trọng số lớn nhất, tiếp theo là tiêu chí (C<sub>3</sub>) và tiêu chí (C<sub>2</sub>) có trọng số bé nhất. Tiêu chí (C<sub>2</sub>) và (C<sub>1</sub>) có trọng số bé hơn đáng kể so với trọng số các tiêu chí còn lại. Số liệu ở bảng 9 cho thấy ngoài vai trò quan trọng của tiêu chí (C<sub>3</sub>) và (C<sub>4</sub>) thì các tiêu chí (C<sub>5</sub>) - (C<sub>8</sub>) cũng đóng vai trò đáng kể trong việc xếp hạng các ứng viên.

**Bước 2.** Xác định ma trận thông tin có trọng số theo công thức (5). Kết quả thu được ở bảng 10.

**Bước 3.** Tính các chỉ số P<sub>i</sub>, R<sub>i</sub> cho mỗi ứng viên và thu được kết quả ở bảng 11.

**Bước 4.** Tính chỉ số ưu tiên cho mỗi ứng viên theo công thức:

$$Q_i = P_i - R_i$$

Kết quả được thể hiện trong bảng 11. Trong 8 tiêu chí được xem xét thì tiêu chí (C<sub>1</sub>) được xem là tiêu chí không lợi ích và các tiêu chí còn lại là tiêu chí lợi ích.

**Bước 5.** Xếp hạng các ứng viên dựa trên chỉ số ưu tiên Q<sub>i</sub>. Kết quả được thể hiện trong bảng 11.

Bảng 11 cho thấy ứng viên 5 là lựa chọn tốt nhất cho vị trí kế toán của công ty dựa trên phân tích mức độ ảnh hưởng của 8 tiêu chí nói trên mặc dù GPA bậc đại học (tiêu chí C<sub>3</sub>) của ứng viên 5 chỉ xếp hạng thứ 3 trong số 9 ứng viên hay đối với tiêu chí C<sub>2</sub> và C<sub>8</sub> thì ứng viên 5 xếp sau ứng viên 6. Điều này cho thấy việc xác định trọng số của các tiêu chí đóng vai trò quan trọng trong việc xếp hạng các ứng viên. Các ứng viên 6 và 2 lần lượt được xếp ở vị trí thứ 2 và 3,

ứng viên 9 ở cuối bảng xếp hạng. Kết quả xếp hạng các ứng viên cũng phù hợp với số liệu thông tin ở bảng 7.

**3.2.2. Sử dụng phương pháp FMCDM dựa vào độ đo khoảng cách giữa các tập mờ**

Áp dụng các bước tính toán như trong phần 2.3 với phương án  $P^* = (0, 1, 1, \dots, 1)$  và ma trận thông tin đã mờ hóa như trong (8) ta thu được kết quả ở bảng 12. Kết quả này cho thấy ứng viên 5 là lựa chọn thích hợp nhất cho vị trí kế toán của doanh nghiệp khi xem xét đồng thời 8 tiêu chí. Ứng viên 1 ở cuối bảng xếp hạng.

Bên cạnh đó, để so sánh, đánh giá khách quan về kết quả theo phương pháp đề xuất thì chúng tôi so sánh kết quả thu được với kết quả

của phương pháp SWARA, kết quả được thể hiện trong hình 4. Từ hình 4 cho thấy các kết quả thu được từ phương pháp FMOORA dựa vào độ đo entropy mờ mới, FMCDM dựa vào độ đo khoảng cách giữa các tập mờ và phương pháp SWARA cơ bản là như nhau. Cả 3 phương pháp đều cho kết quả ứng viên 5 là lựa chọn tốt nhất, tiếp theo là các ứng viên 6 và 2. Tuy nhiên, đối với ứng viên 4 và 7 kết quả xếp hạng có sự khác nhau giữa 3 phương pháp, cụ thể đối với phương pháp FMOORA dựa vào độ đo entropy mờ mới và SWARA thì ứng viên 4 được xếp thứ 5 và ứng viên 7 được xếp thứ 4. Với phương pháp FMCDM, ứng viên 4 xếp thứ 4 và ứng viên 7 xếp thứ 5 trong bảng xếp hạng các ứng viên.

**Bảng 8. Ma trận thông tin đã mờ hóa**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>
Ứng viên 1	0,5000	0,6500	0,0000	0,5000	0,3333	0,6666	0,3333	0,2857
Ứng viên 2	0,6667	0,4000	0,5000	0,9167	0,8333	0,3333	0,6667	0,4286
Ứng viên 3	0,3333	0,3867	0,3333	0,5000	0,3333	0,1667	0,3333	0,1429
Ứng viên 4	0,6667	0,3933	0,3333	0,8333	0,6667	0,5000	0,5000	0,2857
Ứng viên 5	0,5000	0,5600	0,6667	0,6667	0,6667	0,5000	0,6667	0,7143
Ứng viên 6	0,6667	0,7500	0,8333	0,8333	0,5000	0,3333	0,6667	0,7143
Ứng viên 7	0,3333	0,4600	0,6667	0,4167	0,8333	0,3333	0,1667	0,4286
Ứng viên 8	0,5000	0,3933	0,3333	0,1667	0,5000	0,3333	0,3333	0,2857
Ứng viên 9	0,3333	0,4267	0,3333	0,3333	0,3333	0,1667	0,1667	0,1429

**Bảng 9. Entropy mờ và trọng số của các tiêu chí**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>
Entropy	0,9259	0,9372	0,7654	0,7469	0,8395	0,8395	0,8271	0,7800
Trọng số	0,0553	0,0468	0,1752	0,1891	0,1199	0,1199	0,1291	0,1643

**Bảng 10. Ma trận thông tin**

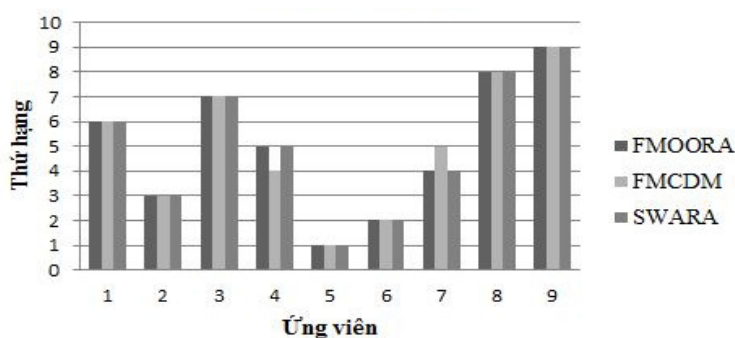
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>
Ứng viên 1	0,0276	0,0304	0,0000	0,0945	0,0399	0,0799	0,0430	0,0469
Ứng viên 2	0,0369	0,0187	0,0876	0,1733	0,0999	0,0399	0,0861	0,0704
Ứng viên 3	0,0184	0,0181	0,0584	0,0945	0,0399	0,0199	0,0430	0,0234
Ứng viên 4	0,0369	0,0184	0,0584	0,1575	0,0799	0,0599	0,0645	0,0469
Ứng viên 5	0,0276	0,0262	0,1168	0,1260	0,0799	0,0599	0,0861	0,1173
Ứng viên 6	0,0369	0,0351	0,1460	0,1575	0,0599	0,0399	0,0861	0,1173
Ứng viên 7	0,0184	0,0215	0,1168	0,0787	0,0999	0,0399	0,0215	0,0704
Ứng viên 8	0,0276	0,0184	0,0584	0,0315	0,0599	0,0399	0,0430	0,0469
Ứng viên 9	0,0184	0,0200	0,0584	0,0630	0,0399	0,0199	0,0215	0,0234

**Bảng 11. Chỉ số  $P_i$ ,  $R_i$ , chỉ số ưu tiên  $Q_i$  và kết quả xếp hạng các ứng viên**

	$P_i$	$R_i$	$Q_i$	Xếp hạng
Ứng viên 1	0,0478	0,0138	0,0340	6
Ứng viên 2	0,0823	0,0184	0,0639	3
Ứng viên 3	0,0425	0,0092	0,0333	7
Ứng viên 4	0,0694	0,0184	0,0510	5
Ứng viên 5	0,0875	0,0138	0,0737	1
Ứng viên 6	0,0917	0,0184	0,0733	2
Ứng viên 7	0,0641	0,0092	0,0549	4
Ứng viên 8	0,0426	0,0138	0,0288	8
Ứng viên 9	0,0352	0,0092	0,0260	9

**Bảng 12. Xếp hạng các ứng viên theo FMCDM**

	$d(A_i, P^*)$	Xếp hạng
Ứng viên 1	0,6708	6
Ứng viên 2	0,4596	3
Ứng viên 3	0,6810	7
Ứng viên 4	0,5334	4
Ứng viên 5	0,3667	1
Ứng viên 6	0,3856	2
Ứng viên 7	0,5510	5
Ứng viên 8	0,6818	8
Ứng viên 9	0,7284	9



**Hình 4. Kết quả xếp hạng ứng viên theo FMOORA, FMCDM và SWARA**

#### 4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này chúng tôi đã nghiên cứu và đề xuất độ đo entropy mới của tập mờ nhằm cải thiện cách xác định trọng số của các tiêu chí trong phương pháp FMOORA, một nhân tố đóng vai trò quan trọng trong bài toán MCDM. Chúng tôi đã áp dụng mô hình đề xuất để giải quyết bài toán thực tế như là lựa chọn nhân sự cho khóa tập huấn của công ty và nhân sự kế

toán cho doanh nghiệp ngành thép và vật liệu công nghiệp. Qua hai ví dụ đã phân tích ở trên cho thấy trọng số của các tiêu chí ảnh hưởng lớn đến kết quả xếp hạng của các ứng viên. Do vậy, việc xây dựng một phương pháp xác định trọng số của các tiêu chí trong bài toán MCDM là cần thiết. Độ đo entropy mờ mới đã thể hiện được sự hiệu quả của nó trong việc xác định trọng số của các tiêu chí trong phương pháp FMOORA. Từ đó, mô hình đề xuất cho chúng ta kết quả xếp

hạng các ứng viên chính xác hơn. Ngoài ra, độ đo entropy mờ được đề xuất cung cấp cho chúng ta nhiều lựa chọn hơn để tính độ đo entropy của tập mờ. Trong tương lai, độ đo entropy được đề xuất cần được tiếp tục nghiên cứu và ứng dụng để giải quyết các bài toán khác nhau như là bài toán ra quyết định nhóm, bài toán phân cụm dữ liệu mờ và nhận dạng mẫu.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ali R.A., Milan N. & Zahra A. (2017). Personnel selection using Group fuzzy AHP and SAW methods. *Journal of engineering management and competitiveness (JEMC)*. 7(1): 3-10.
- Brauers W.K.M. & Zavadskas E.K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*. 35(2): 445-469.
- Brauers W.K.M. & Zavadskas E.K. (2010). Project management by MULTIMOORA as an instrument for transition economies. *Technological and Economic Development of Economy*. 16(1): 5-24.
- El-Santawy M.F. (2012). Personnel Training Selection Problem Based on Modified TOPSIS". *Computing and Information Systems Journal*. University of the West of Scotland. 16(1): 92-97.
- Gökay Akkaya, Betül Turanođlu & Sinan Öztas (2015) An Integrated Fuzzy AHP and Fuzzy MOORA Approach to the problem of Industrial Engineering Sector Choosing. *Expert Systems with Applications*.
- Hadad Y., Keren B. & Laslo Z. (2013). A decisionmaking support system module for project manager selection according to past performance. *International Journal of Project Management*. 31(4): 532-541.
- Hwang C.L. & Yoon K. (1981). *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*. Heidelberg: Springer, Berlin.
- Kabak M., Burmaođlu S. & Kazançođlu Y. (2012). A fuzzy hybrid MCDM approach for professional selection. *Expert Systems with Applications*. 39(3): 3516-3525.
- Karande P. & Chakraborty S. (2012). A Fuzzy-MOORA approach for ERP system selection. *Decision Sciences Letters* 1(1): 11-22.
- Kersulienė V. & Turskis Z. (2011). Integrated fuzzy multiple criteria decision making model for architect selection. *Technological and Economic Development of Economy*. 17(4): 645-666.
- Kersulienė V., Zavadskas E.K. & Turskis Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step - wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of Business Economics and Management*. pp. 243-258.
- Liu Xuecheng (1992). Entropy, distance measure and similarity measure of fuzzy sets and their relations. *Fuzzy Sets and Systems*. 52: 305-318.
- Luis P.D., Luis A.R.P., Alejandro A.I., David L.C. & Zeshui X. (2018) MOORA under Pythagorean Fuzzy Set for Multiple Criteria Decision Making. *Complexity in Manufacturing Processes and Systems*.
- Mohamed F. El-Santawy1 & Ahmed A.N. (2012). Personnel Training Selection Problem Based on SDV-MOORA. *Life Science Journal*. 9(2s).
- Petrovic-Lazarevic S. (2001). Personnel selection fuzzy model. *International Transactions in Operational Research*. pp. 89-105.
- Saaty T.L. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty T.L. (1996). *The Analytic Network Process*. RWS Publications, Pittsburgh.
- Stanujkic D., Magdalinovic N., Jovanovic R. & Stojanovic S. (2012). An objective multi-criteria approach to optimization using MOORA method and interval grey numbers. *Technological and Economic Development of Economy*. 18(2): 331-363.
- Stanujkic D., Magdalinovic N., Milanovic D., Magdalinovic S. & Popovic G. (2014). An Efficient and Simple Multiple Criteria Model for a Grinding Circuit Selection Based on MOORA Method. *Informatica*. pp. 73-93.
- Wang D. (2009). Extension of TOPSIS Method for R and D Personnel Selection Problem with Interval Grey Number. *2009 International Conference on Management and Service Science*. pp. 1-4.
- Yakup Çelikkilek (2018). Using an Integrated Grey AHP-MOORA Approach for Personnel Selection: An Application on Manager Selection in the Health Industry (2015). *Alphanumeric journal*. 6(1).
- Zadeh L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*. 8(3): 338-353.
- Zhang S.F. & Liu S.Y. (2011). A GRA-based intuitionistic fuzzy multi-criteria group decision making method for personnel selection, *Expert Systems with Applications*. pp. 11401-11405.