

ĐÁNH GIÁ MÁY CNC DỰA TRÊN PHƯƠNG PHÁP RA QUYẾT ĐỊNH ĐA TIÊU CHÍ MABAC, COCOSO, MARCOS VÀ ENTROPY

AN MCDM APPROACH FOR CNC MACHINE SELECTION BASED ON MABAC, COCOSO, MARCOS AND ENTROPY

Trần Quốc Thoại¹, Trương Công Giang¹, Nhữ Quý Tho², Trần Ngọc Tiến^{2,*}

¹Trường Cao đẳng Kinh tế Kỹ thuật Vĩnh Phúc

² Khoa Cơ điện tử, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

TÓM TẮT

Việc lựa chọn máy CNC là một thách thức khó khăn, yêu cầu xem xét tổng thể đối với nhiều yếu tố ảnh hưởng đến chức năng cơ bản và hiệu suất của máy. Nghiên cứu này tập trung vào việc sử dụng các phương pháp ra quyết định đa tiêu chí (MCDM) để tìm ra máy CNC phù hợp nhất. Hai phương pháp MCDM được sử dụng là MABAC và COCOSO. Ngoài ra, phương pháp Entropy được áp dụng để tính toán trọng số cho các tiêu chí lựa chọn máy CNC, xác định các tiêu chí quan trọng và gán trọng số dựa trên đo lường entropy. Kết quả của nghiên cứu cho thấy việc xếp hạng là nhất quán và mang lại hiệu quả trong quá trình chọn lựa máy CNC khi có nhiều tiêu chí xung đột.

Từ khóa: Lựa chọn máy CNC; MCDM; Entropy.

ABSTRACT

Selecting a CNC machine poses a challenging task, as it requires a comprehensive evaluation of various factors that impact the machine's fundamental function and performance. This research concentrates on employing multi-criteria decision making (MCDM) techniques to determine the most suitable CNC machine. The MABAC and COCOSO methods are utilized as the two MCDM approaches. Furthermore, the Entropy method is employed to compute weights for CNC machine selection criteria, establish crucial criteria, and assign weights based on entropy measurements. The study's findings demonstrate that the ranking process is consistent and effective when confronted with numerous conflicting criteria during CNC machine selection.

Keywords: Machine CNC selection; MCDM; Entropy.



1. GIỚI THIỆU

Công nghệ điều khiển số CNC (Controlled Numerical Control) đã đem lại một bước tiến trong ngành công nghiệp, đặc biệt là trong việc gia công chính xác các chi tiết cơ khí và sản xuất các sản phẩm phức tạp. Sự áp dụng của các máy CNC đã mang lại nhiều lợi ích, bao gồm tăng năng suất sản xuất, giảm thời gian và chi phí lao động, đồng thời đảm bảo độ chính xác và chất lượng cao cho sản phẩm cuối cùng. Với sự phát triển của các ngành công nghiệp như ô tô, hàng không, y tế và điện tử, máy CNC đã đóng góp quan trọng cho sự tiến bộ của ngành công nghiệp hiện đại. Tuy nhiên, việc lựa chọn máy CNC không chỉ là một thách thức kỹ thuật, mà còn là một bài toán quản lý chi phí phức tạp. Việc chọn một máy CNC từ nhiều tùy chọn và các tiêu chí có xung đột phức tạp đòi hỏi một quá trình ra quyết định đa tiêu chí (Multiple Criteria Decision Making – MCDM), trong đó bao gồm cả các tiêu chí định tính và định lượng. Các nhà nghiên cứu đã áp dụng các phương pháp MCDM để giải quyết vấn đề này trong nhiều lĩnh vực khác nhau và đã đạt được nhiều hiệu quả và độ tin cậy đã được công nhận [1-3]. Do và cộng sự [4] đã sử dụng các phương pháp MCDM khác nhau như MABAC và TOPSIS để xếp hạng các giải pháp trong quá trình tiện lỗ. Kết quả bao gồm 25 dữ liệu xếp hạng cho các giải pháp và tất cả đều xác định cùng một giải pháp tốt nhất. Trong một nghiên cứu khác, Chu và cộng sự [5] đã đề xuất một phương pháp TOPSIS mờ để lựa chọn robot, trong đó đánh giá các điểm của các lựa chọn khác nhau so với các tiêu chí chủ quan và trọng số của tất cả các tiêu chí được đánh giá bằng các thuật ngữ ngôn ngữ được biểu diễn bằng các số mờ. Mandal và cộng sự [6] đã sử dụng phương pháp Interval-valued spherical fuzzy MABAC để đánh giá và lựa chọn phương pháp quản lý rác nhựa hiệu quả. Một phiên bản cải

tiến mới của phương pháp MABAC, kết hợp với lý thuyết xác suất tích lũy và DPLTS, đã được Wang và nhóm nghiên cứu giới thiệu để giải quyết các vấn đề đa tiêu chí [7]. Kumar và các cộng sự [8] đã đề xuất phương pháp SWARA-CoCoSo để lựa chọn robot phun sơn. Andrejić và cộng sự [9] đã áp dụng mô hình hỗ trợ ra quyết định BWM-CoCoSo để tối ưu hóa lựa chọn nhân sự trong lĩnh vực vận tải. Ngoài ra, phương pháp trọng số Entropy đã được sử dụng để đạt được các ưu tiên khách quan cho quá trình đánh giá robot hàn [10]. Trong nghiên cứu [11], các tác giả cũng đã sử dụng Entropy để lựa chọn vật liệu.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng hai phương pháp ra quyết định đa tiêu chí độc lập: MABAC, COCOSO để lựa chọn máy CNC. Ngoài ra, chúng tôi cũng áp dụng phương pháp trọng số Entropy để xây dựng bộ trọng số khách quan cho các tiêu chí.

2. PHƯƠNG PHÁP MCDM

2.1. Phương pháp MABAC

Phương pháp MABAC được xây dựng để đánh giá các lựa chọn theo các bước sau [12]:

Bước 1: Xác định ma trận quyết định cỡ $n \times m$ với n là số lựa chọn và m là số lượng tiêu chí:

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Bước 2: Chuẩn hóa ma trận quyết định, trong đó phương trình (2) áp dụng cho tiêu chí loại lợi nhuận và phương trình (3) áp dụng cho tiêu chí loại chi phí.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_i}{\max_i x_i - \min_i x_i} \quad (2)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij} - \max_i x_i}{\min_i x_i - \max_i x_i} \quad (3)$$

Bước 3: Xây dựng ma trận trọng số dựa trên các giá trị từ ma trận chuẩn hóa theo công thức sau:

$$v_{ij} = w_i (n_{ij} + 1) \quad (4)$$

Bước 4: Tính toán khoảng xấp xỉ biên cho tất cả các tiêu chí theo công thức sau:

$$g_i = \left(\prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{1/m} \quad (5)$$

Bước 5: Tính khoảng cách các phương án từ vùng xấp xỉ biên cho các phần tử ma trận theo phương trình:

$$Q = \begin{bmatrix} v_{11} - g_1 & v_{12} - g_2 & \dots & v_{1n} - g_n \\ v_{21} - g_1 & v_{22} - g_2 & \dots & v_{2n} - g_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} - g_1 & v_{m2} - g_2 & \dots & v_{mn} - g_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{m1} & q_{m2} & \dots & q_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Các lựa chọn A_i thuộc các vùng (G, G^+, G^-) theo công thức:

$$A_i \in \begin{cases} G^+ & \text{khi } q_{ij} > 0 \\ G & \text{khi } q_{ij} = 0 \\ G^- & \text{khi } q_{ij} < 0 \end{cases} \quad (7)$$

Bước 6: Xếp hạng các phương án theo tổng khoảng cách của các phương án thuộc vùng biên theo công thức:

$$S_i = \sum_{j=1}^n q_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

2.2. Phương pháp COCOSO

Phương pháp COCOSO được triển khai theo các bước sau [13]:

Bước 1: Tương tự phương pháp MABAC.

Bước 2: Chuẩn hóa ma trận quyết định, trong đó tiêu chí lợi nhuận sử dụng phương trình (9) còn tiêu chí chi phí sử dụng phương trình (10).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (9)$$

$$r_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (10)$$

Bước 3: Tính tổng trọng số S_i và tổng trọng số công suất P_i của các chuỗi so sánh cho từng phương án.

$$S_i = \sum_{j=1}^n (w_j r_{ij}) \quad (11)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (12)$$

Bước 4: Tính toán trọng số tương đối của các lựa chọn bằng chiến lược tổng hợp theo các công thức (13-15). Trong nghiên cứu này, giá trị tham số $\lambda = 0,5$.

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (13)$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min_i S_i} + \frac{P_i}{\min_i P_i} \quad (14)$$



$$k_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1 - \lambda)(P_i)}{(\lambda \max_i S_i + (1 - \lambda) \max_i P_i)}; \quad 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (15)$$

Bước 5: Thiết lập thứ hạng cuối cùng của các lựa chọn dựa trên các giá trị k_i được xác định bằng công thức (16), k_i càng cao thì giá trị thứ hạng càng cao.

$$k_i = (k_{ia} k_{ib} k_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \quad (16)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đánh giá và so sánh các dòng máy CNC của một số hãng hàng đầu như NAKAMURA, DOSSAN, ROMI và MAZAK. Dữ liệu chi tiết về các dòng máy CNC này đã được thu thập từ đánh giá của các chuyên gia trong lĩnh vực CNC và từ các nguồn tài liệu trước đây [14]. Tất cả các thông số kỹ thuật này được coi là những tiêu chí quan trọng để đánh giá hiệu suất và tính năng của từng loại máy CNC. Bảng 1 mô tả các tiêu chí đánh giá máy CNC và bảng 2 là ma trận quyết định thể hiện các thông số của các tiêu chí đánh giá.

Bảng 1. Các tiêu chí đánh giá máy CNC

Tiêu chí	Ký hiệu	Ý nghĩa
Đường kính máy	DIA	Một chỉ số quan trọng để xác định khả năng gia công của máy trên các vật liệu khác nhau.
Tốc độ	RPM	Số vòng quay mỗi phút là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tốc độ và chất lượng của quá trình gia công.
Số lượng dụng cụ cắt	NT	Số lượng dụng cụ cắt có sẵn trong máy ảnh hưởng đến khả năng đa dạng hóa trong quá trình gia công.
Số trục máy	NA	Số trục máy là một chỉ số quyết định đến khả năng kiểm soát và tính linh hoạt trong quá trình gia công.
Trọng lượng máy	MW	Trọng lượng của máy đóng vai trò quan trọng trong ổn định và độ chắc chắn của máy khi hoạt động.
Bố trí mặt bằng	FL	Bố trí trên sàn là yếu tố quan trọng đối với việc tích hợp máy vào không gian làm việc.
Công suất máy	HP	Công suất máy ảnh hưởng đến khả năng xử lý các vật liệu khó gia công và đòi hỏi công suất lớn.

Bảng 2. Ma trận quyết định

Kiểu tối ưu	Max	Max	Max	Max	Min	Min	Max
Máy CNC/Tiêu chí	DIA	RPM	NT	NA	MW	FL	HP
NAKAMURA	7,48	5000	24	9	26400	1074,52	15
DOSSAN	9,5	6000	12	8	16534	921,188	20
ROMI	11,02	6000	12	4	19000	2620,8	25
MAZAK	16,93	4000	12	6	24250	1881,49	30

Dựa trên dữ liệu được cung cấp trong bảng 2, chúng tôi sử dụng phương pháp Entropy để xác định trọng số cho mỗi tiêu chí. Kết quả trọng số cho các tiêu chí là: DIA (0,165), RPM (0,045), NT (0,19), NA (0,15), MW (0,062), FL (0,278), HP (0,111). Sử dụng các giá trị trọng số này, chúng tôi áp dụng các phương pháp MCDM để xếp hạng các lựa chọn máy CNC. Kết quả xếp hạng được hiển thị trong bảng 3.

Bảng 3. Bảng xếp hạng các lựa chọn máy CNC

Máy CNC	MABAC	COCOSO
NAKAMURA	2 (0,0967)	2 (2,426)
DOSSAN	1 (0,331)	1 (2,855)
ROMI	4 (0,0579)	4 (1,587)
MAZAK	3 (0,0074)	3 (2,323)

Từ kết quả cho bởi bảng 3, ta thấy rằng: Hai phương pháp được sử dụng cho nghiên cứu có tính nhất quán trong việc đánh giá máy CNC. Máy CNC của hãng DOSSAN xếp hạng 1, hạng 2 là máy NAKAMURA, tiếp theo đến máy CNC của hãng MAZAK, xếp hạng cuối cùng là ROMI.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đề xuất một phương pháp mới để đánh giá và lựa chọn máy CNC. Phương pháp này có độ tin cậy và tính nhất quán cao. Bằng cách sử dụng phương pháp đánh giá trọng số các tiêu chí Entropy, kết quả trở nên khách quan hơn. Kết quả cho thấy máy CNC của hãng DOSSAN đứng đầu danh sách, tiếp theo là hãng NAKAMURA, MAZAK và cuối cùng là hãng ROMI. Phương pháp này có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá và lựa chọn máy CNC và có thể cung cấp thông tin tham khảo hữu ích cho các doanh nghiệp sản xuất gia công cơ khí. Trong tương lai, phương

pháp này có thể được áp dụng để đánh giá các loại máy CNC khác nhau, nhằm cải thiện năng suất, tiết kiệm chi phí và đáp ứng các yêu cầu sản xuất ngày càng cao. ❖

Ngày nhận bài: 12/01/2024

Ngày phản biện: 01/02/2024

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Bui, H. A., Tran, N. T., & Nguyen, D. L. (2023). *Multi-criteria decision making in the powder-mixed electrical discharge machining process based on the cocoso, spotis algorithms and the weighting methods*. International Journal of Modern Manufacturing Technologies (IJMMT), 15(1), 69-79.
- [2]. Dua, T. V. (2023). *Combination of design of experiments and simple additive weighting methods: a new method for rapid multi-criteria decision making*. EUREKA: Physics and Engineering, (1), 120-133.
- [3]. Dua, T. V. (2023). *Combination of symmetry point of criterion, compromise ranking of alternatives from distance to ideal solution and collaborative unbiased rank list integration methods for wood working machinery selection for small business in Vietnam*. EUREKA: Physics and Engineering, (2), 83-96.
- [4]. Do, D. T., & Nguyen, N. T. (2022). *Applying COCOSO, MABAC, MAIRCA, EAMR, TOPSIS and weight determination methods for multi-criteria decision making in hole turning process*. Strojnicky Časopis-Journal of Mechanical Engineering, 72(2), 15-40.
- [5]. Chu, T. C., & Lin, Y. C. (2003). *A fuzzy TOPSIS method for robot selection*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 21, 284-290.
- [6]. Mandal, U., & Seikh, M. R. (2023). *Interval-valued spherical fuzzy MABAC method based on Dombi aggregation operators with unknown attribute weights to select plastic waste management process*. Applied Soft Computing, 110516.

- [7]. Wang, Z., Cai, Q., Lu, J., & Wei, G. *MABAC method based on cumulative prospect theory for MCGDM with dual probabilistic linguistic term set and applications to sustainable supplier selection*. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 45(3), 3587-3608.
- [8]. Kumar, V., Kalita, K., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K., & Chakraborty, S. (2022). *A SWARA-CoCoSo-based approach for spray painting robot selection*. Informatica, 33(1), 35-54.
- [9]. Andrejić, M., & Pajić, V. (2023). *Optimizing personnel selection in transportation: An application of the BWM-CoCoSo decision-support model*. J. Organ. Technol. Entrep, 1(1), 35-46.
- [10]. Chodha, V., Dubey, R., Kumar, R., Singh, S., & Kaur, S. (2022). *Selection of industrial arc welding robot with TOPSIS and Entropy MCDM techniques*. Materials Today: Proceedings, 50, 709-715.
- [11]. Hussain, S. A. I., & Mandal, U. K. (2016, July). *Entropy based MCDM approach for Selection of material*. In National Level Conference on Engineering Problems and Application of Mathematics (pp. 1-6).
- [12]. Pamučar, D., & Ćirović, G. (2015). *The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC)*. Expert Systems with Applications, 42(6), 3016-3028.
- [13]. Dwivedi, P. P., & Sharma, D. K. (2022). *Application of Shannon entropy and CoCoSo methods in selection of the most appropriate engineering sustainability components*. Cleaner Materials, 5, 100118.
- [14]. Gupta, V., Kumar, B., & Mandal, U. K. (2016). *CNC Machine tool selection using MCDM techniques and application of software SANN4*. International Journal of Engineering Trends and Technology, 35(7), 323-334.