

PHƯƠNG PHÁP RA QUYẾT ĐỊNH ĐA TIÊU CHÍ ĐỂ ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG CỦA CÔNG NGHỆ VẬN TẢI THÔNG MINH BỀN VỮNG TẠI VIỆT NAM

● NGUYỄN ĐÌNH BÌNH

Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng

TÓM TẮT:

Sự phát triển kinh tế của một quốc gia gắn liền với việc quản lý và phát triển hệ thống vận tải. Đặc biệt, với nhu cầu phát triển hệ thống giao thông ngày càng tăng, giao thông thông minh đã trở thành chủ đề được cả giới học thuật và công nghiệp quan tâm. Nghiên cứu này nhằm mục đích đóng góp vào lĩnh vực vận tải thông minh thông qua việc khám phá và phân tích tiềm năng của công nghệ trong việc phát triển hệ thống vận tải. Để làm được điều này, nghiên cứu đã tích hợp lý thuyết mờ với các phương pháp ra quyết định đa tiêu chí (MCDM) để đánh giá và lựa chọn các công nghệ tiềm năng phù hợp nhất cho việc triển khai giao thông thông minh. Bằng cách sử dụng quy trình phân cấp phân tích mờ (FAHP) và kỹ thuật mờ để ưu tiên thứ tự theo sự tương đồng với giải pháp lý tưởng (FTOPSIS). Các tiêu chí như Dữ liệu, Xã hội và môi trường, Kinh tế và Linh hoạt đều được đưa vào phân tích, đảm bảo hệ thống giao thông thông minh được triển khai toàn diện và hiệu quả.

Từ khóa: vận tải, vận tải thông minh, FAHP, FTOPSIS.

1. Đặt vấn đề

Những tiến bộ trong các nguyên tắc kỹ thuật và quản lý giúp cải thiện tải trọng di chuyển, tốc độ giao hàng, chất lượng dịch vụ, chi phí vận hành, sử dụng cơ sở vật chất và tiết kiệm năng lượng (Tseng et al., 2005). Nhiều ứng dụng công nghệ tiên tiến đã cho thấy tiềm năng đầy hứa hẹn trong việc cải thiện hiệu suất và hiệu quả trong các hệ thống vận tải khác nhau. Hơn nữa, những công nghệ tiên tiến mới này tạo ra những thách thức mô hình hóa đáng kể cho các phương pháp tối ưu hóa truyền thống và do đó

tạo ra nhiều cơ hội nghiên cứu mới để phát triển các phương pháp tối ưu hóa mới trong nghiên cứu vận tải (M. Grazia Speranza., 2018). Đặc biệt, Việt Nam là một trong những quốc gia hội nhập mạnh mẽ vào chuỗi cung ứng khu vực. Tuy nhiên, nghiên cứu về công nghệ thông minh trong vận tải vẫn còn thiếu ở trường hợp của Việt Nam. Đây chính là nguồn cảm hứng và điểm khởi đầu cho nghiên cứu.

Nghiên cứu sẽ tập trung vào việc tối ưu hóa hệ thống vận tải tại Việt Nam thông qua việc xem xét những thách thức và cơ hội khi áp dụng công nghệ

thông minh. Xác định các tiêu chí quan trọng ảnh hưởng đến việc lựa chọn công nghệ thông minh trong hệ thống vận tải, đặc biệt là trong bối cảnh Việt Nam.

2. Cơ sở lý thuyết

Trong những thập kỷ qua, nhiều nghiên cứu đã áp dụng phương pháp MCDM trong các bài báo đã xuất bản. Trong nhiều ngành công nghiệp, để liên hệ kết quả hiệu suất với các đặc điểm của tổ chức ra quyết định, áp dụng FAHP-FTOPSIS được coi là một phương pháp phù hợp. AHP là phương pháp được sử dụng phổ biến nhất trong số các phương pháp trọng số nổi tiếng do tính phổ biến và khả năng áp dụng của nó. Nghiên cứu của Hai-Min Lyu đã áp dụng quy trình phân tích hình thang mờ cải tiến (FAHP) để đánh giá rủi ro của cơ sở hạ tầng siêu đô thị liên quan đến sụt lún đất. Kết quả đánh giá đã được xác nhận bởi khu vực phòng ngừa sụt lún đất hiện có ở Thượng Hải (T. Yang et al., 2007). Bên cạnh đó, nghiên cứu của Lu Li đã chứng minh phương pháp FAHP có hiệu quả trong việc đánh giá tính dễ bị tổn thương của môi trường sinh thái của khu vực hồ chứa Danjiangkou ở Trung Quốc. Đối với các phương pháp xếp hạng, kỹ thuật TOPSIS dựa trên khoảng cách từ giải pháp lý tưởng đã trở nên rất phổ biến trong nhiều lĩnh vực. Trong vấn đề ra quyết định lập kế hoạch năng lượng, phương pháp TOPSIS mờ đã được đề xuất để lựa chọn phương án

công nghệ năng lượng tốt nhất. Kết quả nghiên cứu sẽ hỗ trợ các nhà lập kế hoạch năng lượng dễ tiếp cận hơn để đánh giá bằng các thuật ngữ ngôn ngữ (H. M. Lyu et al., 2020). Ngoài ra, sự kết hợp của FAHP và FTOPSIS đã được áp dụng cho các vấn đề ra quyết định đa tiêu chí trong các lĩnh vực khác, ví dụ như lựa chọn nhà cung cấp (X. Li et al., 2011), (C. C. Sun., 2010), lựa chọn địa điểm cơ sở [Y. Yang et al., 2020], Lựa chọn vật liệu composite để phục hồi răng (İ. Ertuğrul et al., 2008), xác định các tuyến đường quan trọng trong mạng lưới giao thông đường bộ (R. Yadav et al., 2022), lựa chọn các biện pháp chăm sóc sức khỏe (D. Yong, 2006).

Trong bài viết này, các tác giả đề xuất một phương pháp tích hợp quy trình phân cấp phân tích mờ (FAHP) và kỹ thuật ưu tiên phân tích mờ theo sự tương đồng với giải pháp lý tưởng (FTOPSIS) cho vấn đề. Tính toán lựa chọn công nghệ vận tải thông minh. AHP là phương pháp phân tích đa tiêu chí dựa trên quy trình trọng số cộng tính. Trong phương pháp này, tầm quan trọng tương đối của một số thuộc tính có liên quan được thể hiện. Tính dễ hiểu về mặt lý thuyết, tính đơn giản khi áp dụng và tính mạnh mẽ của kết quả đều đã được chứng minh trong thực tế và được xác nhận bởi nhiều vấn đề ra quyết định.

Sau khi xem xét các tài liệu và thực tiễn hiện có, phương pháp được đề xuất tìm ra các yếu tố cần thiết để lựa chọn công nghệ phù hợp. Sau đó, người

Bảng 1. Tổng hợp các tiêu chí lựa chọn công nghệ thông minh trong vận tải.

Tiêu chí chính	Tiêu chí phụ	Nguồn
T1 Dữ liệu	Công nghệ tinh vi	Tiêu chí do người ra quyết định đề xuất
	Khả năng lưu trữ dữ liệu và phân tích dữ liệu	[11]
	Bảo mật dữ liệu	[12]
T2 Xã hội và môi trường	Trách nhiệm đối với môi trường	[13]
	Sự chấp nhận của xã hội	[14]
	Tác động tiếng ồn	Tiêu chí do người ra quyết định đề xuất
T3 Kinh tế	Tiêu thụ năng lượng của hệ thống giao thông	[15]
	Về mặt kinh tế	[16]
	Phát triển kinh tế quốc gia	[17]
T4 Linh hoạt	An toàn	[18]
	Tính linh hoạt trong vận hành	[19]
	Tính đơn giản khi sử dụng	[12]

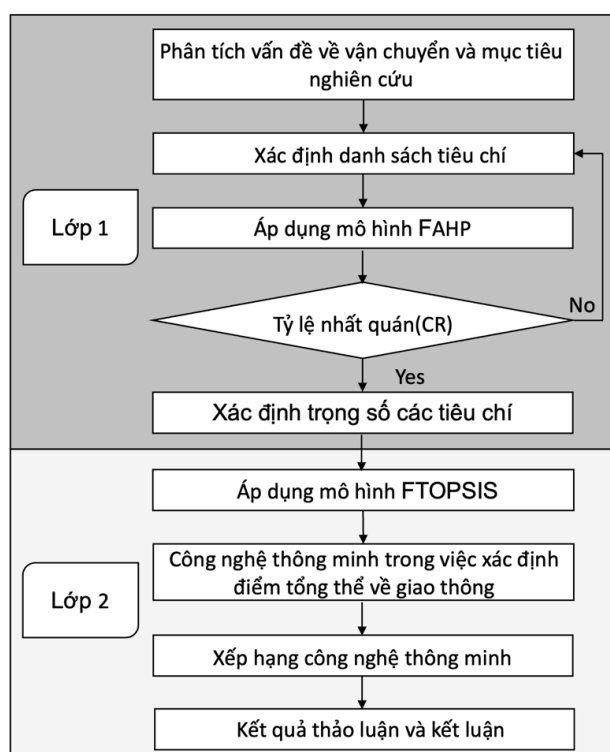
Nguồn: Tổng hợp của tác giả

ra quyết định sẽ so sánh các mức độ ưu tiên giữa các yếu tố quan trọng của từng cặp. Tất cả các cặp sẽ đạt được mục tiêu của mình mà không cần phải lựa chọn. Công nghệ thông minh được áp dụng trong ngành vận tải có hiệu quả tổng thể cao nhất là phù hợp nhất và sẽ được những người ra quyết định lựa chọn. Trong nghiên cứu này, các tiêu chí được sử dụng để lựa chọn công nghệ phù hợp để ứng dụng trong ngành vận tải sẽ được phát triển chi tiết và trình bày trong Bảng 1.

3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này đã lựa chọn và đánh giá các công nghệ thông minh tiềm năng nhất để ứng dụng trong ngành giao thông vận tải Việt Nam. Nghiên cứu đề xuất một mô hình kết hợp hai phương pháp FAHP và FTOPSIS trong môi trường mờ, như minh họa trong Hình 1. Các công nghệ có điểm số cao nhất sẽ được coi là các giải pháp tiềm năng nhất cho phát triển giao thông thông minh tại Việt Nam.

Hình 1: Sơ đồ phương pháp luận



Nguồn: Được vẽ bởi tác giả

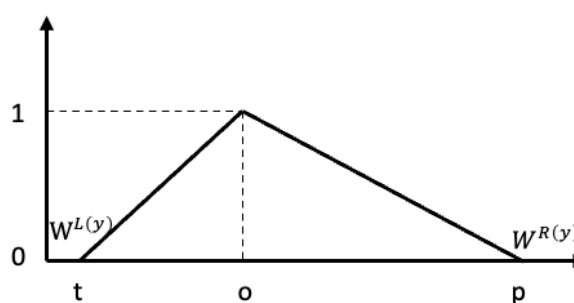
3.1. Lý thuyết tập mờ tam giác

Lý thuyết tập mờ có mục đích giải quyết các vấn đề mơ hồ và được sử dụng để xác định các tiêu chuẩn cho hiệu suất đáng kể và thay thế. Phương trình (1) và Hình 2 minh họa rằng bộ ba (t, o, p) được định nghĩa là số mờ tam giác (TFN) biểu thị các giá trị

thấp nhất, trung bình và cao hơn tương ứng.

$$\mu\left(\frac{x}{\tilde{W}}\right) = \begin{cases} (x - t)/(o - t), & t \leq x \leq o \\ (p - x)/(p - o), & o \leq x \leq p \\ 0, & \text{ngược lại} \end{cases} \quad (1)$$

Hình 2: Chức năng của tư cách thành viên TFN



Nguồn: Được vẽ bởi tác giả

Chúng ta có thể xác định thứ tự ưu tiên của từng phương án thay thế và chọn phương án tối ưu trong số nhiều phương án khả thi dựa trên $\tilde{Q}_i$. Phương án nào gần với FPIS hơn và xa FNIS hơn thì phương án đó tốt hơn.

Phương trình (2) cung cấp minh họa về cách TFN được đưa ra.

$$\tilde{W} = (W^L(y), W^R(y)) = [t + (o - t)y, p + (t + (o - t)y, p + (o - p)y], y \in [0, 1]$$

Với $W^L(y)$ và $W^R(y)$ đại diện cho hai vế của số mờ.

3.2. Quy trình phân cấp phân tích mờ (FAHP)

FAHP kết hợp logic mờ để xử lý sự không chắc chắn và thiếu chính xác vốn có liên quan đến phán đoán của con người, đặc biệt trong những trường hợp người ra quyết định phải đối mặt với sự mơ hồ hoặc thông tin không đầy đủ. Phương pháp FAHP thường bao gồm 6 bước sau để đánh giá và xếp hạng các phương án thay thế dựa trên nhiều tiêu chí:

Bước 1: Ma trận so sánh từng cặp mờ $\tilde{C}^k$ được cấu hình với tiêu chí v , như thể hiện trong Phương trình (3).

$$\tilde{C}^k = [\tilde{a}_{11}^k \cdots \tilde{a}_{1n}^k : \ddots : \tilde{a}_{n1}^k \cdots \tilde{a}_{nn}^k] \quad (3)$$

Bước 2: Để cải thiện ma trận so sánh từng cặp mờ $\tilde{C}$, áp dụng phương trình (4).

$$\tilde{C} = [\tilde{a}_{11} \cdots \tilde{a}_{1n} : \ddots : \tilde{a}_{n1} \cdots \tilde{a}_{nn}] \quad (4)$$

where $\tilde{a}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K \tilde{a}_{ij}^k}{K}$

Bước 3: Phương pháp xác định giá trị trung bình của hình học mờ cho mỗi tiêu chí ($\tilde{r}_i$), như thể hiện trong Phương trình (5).

$$\tilde{r}_i = \left(\prod_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \text{ such that } i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Bước 4: Để xác định trọng số mờ của mỗi tiêu chí ($\tilde{E}_i$), hãy sử dụng phương trình (6).

$$\tilde{E}_i = \tilde{r}_i (\times) (\tilde{r}_1 (+) \tilde{r}_2 (+) \dots (+) \tilde{r}_n)^{-1} \quad (6)$$

Bước 5: Trọng số mờ của mỗi tiêu chí được làm mờ dần bằng cách sử dụng giá trị trung bình (M_i) được thể hiện trong phương trình (7).

$$M_i = \frac{\tilde{E}_1 (+) \tilde{E}_2 (+) \dots (+) \tilde{E}_n}{n} \quad (7)$$

Bước 6: Phương trình (8) được sử dụng để tính trọng số chuẩn hóa của mỗi tiêu chí (W_i).

$$W_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (8)$$

3.3. Kỹ thuật mờ để ưu tiên thứ tự theo sự tương đồng với giải pháp lý tưởng (FTOPSIS)

FTOPSIS là phần mở rộng của phương pháp TOPSIS truyền thống, kết hợp với lý thuyết tập mờ để giải quyết các vấn đề mà sự không chắc chắn và mơ hồ thường xuất hiện trong quá trình đánh giá. Việc sử dụng số mờ cho phép phương pháp này xử lý các đánh giá không chắc chắn và không chính xác từ người ra quyết định, do đó cung cấp kết quả chính xác hơn trong các tình huống phức tạp. Tiếp theo, chúng ta sẽ đi sâu vào các bước tính toán trong phương pháp FTOPSIS.

Bước 1: Các phép tính của lớp đầu tiên (FAHP) tạo ra trọng số mờ của các tiêu chí. Một phương pháp tiếp cận có hệ thống để mở rộng TOPSIS được đề xuất để xác định điểm tổng thể của các phương án thay thế.

Bước 2: Dựa trên các tiêu chí được xác định trước, chọn các biến ngôn ngữ thích hợp cho mỗi lựa chọn trong ma trận quyết định mờ.

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{T}_{11} & \dots & \tilde{T}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{T}_{m1} & \dots & \tilde{T}_{mn} \end{bmatrix};$$

$$\tilde{T}_{ij} = \frac{1}{K} (\tilde{T}_{ij}^1 (+) \tilde{T}_{ij}^2 (+) \dots (+) \tilde{T}_{ij}^K) \quad (9)$$

Trong đó $\tilde{T}_{ij}^k$ là xếp hạng của phương án thứ i liên quan đến tiêu chí thứ j so với tiêu chí thứ k do chuyên gia đánh giá và

$$\tilde{T}_{ij}^k = (t_{ij}^k, o_{ij}^k, p_{ij}^k)$$

Bước 3: Chuẩn hóa ma trận quyết định mờ như thể hiện trong Phương trình (10) - (12).

$$\begin{bmatrix} \tilde{B}_{11} & \dots & \tilde{B}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{B}_{m1} & \dots & \tilde{B}_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\tilde{B}_{ij} = \left(\frac{t_{ij}}{p_j^*}, \frac{o_{ij}}{p_j^*}, \frac{p_{ij}}{p_j^*} \right); p_j^* = \max_i \{p_{ij} | i = 1, 2, \dots, m\} \text{ cho tiêu chí lợi ích.} \quad (11)$$

$$\tilde{B}_{ij} = \left(\frac{t'_{ij}}{p_{ij}}, \frac{t'_{ij}}{o_{ij}}, \frac{t'_{ij}}{p_{ij}} \right); t = \min_i \{t_{ij} | i = 1, 2, \dots, m\} \text{ cho tiêu chí chi phí.} \quad (12)$$

Bước 4: Giai đoạn này phát triển một ma trận quyết định mờ chuẩn hóa có trọng số $\tilde{Z}$, như minh họa trong phương trình (13).

$$\tilde{Z} = \begin{bmatrix} \tilde{z}_{11} & \dots & \tilde{z}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{m1} & \dots & \tilde{z}_{mn} \end{bmatrix} \text{ trong đó } \tilde{z}_{ij} = \tilde{e}_{ij} (\times) \tilde{w}_j \quad (13)$$

Bước 5: Xác định giải pháp lý tưởng âm mờ (FNIS) và giải pháp lý tưởng dương mờ (FPIS).

$$G^* = (\tilde{z}_1^*, \dots, \tilde{z}_j^*, \dots, \tilde{z}_n^*) \text{ trong đó } \tilde{z}_j^* = \max_i \{\tilde{z}_{ij} | i = 1, 2, \dots, m\} \quad (14)$$

$$G' = (\tilde{z}_1', \dots, \tilde{z}_j', \dots, \tilde{z}_n') \text{ trong đó } \tilde{z}_j' = \min_i \{\tilde{z}_{ij} | i = 1, 2, \dots, m\} \quad (15)$$

Bước 6: Sử dụng các phương trình (16) và (17), xác định khoảng cách của từng phương án so với FPIS và FNIS.

$$\tilde{F}_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{z}_{ij}, \tilde{z}_j^*), i = 1, 2, \dots, m \quad (16)$$

$$\tilde{F}_i' = \sum_{j=1}^n d(\tilde{z}_{ij}, \tilde{z}_j'), i = 1, 2, \dots, m \quad (17)$$

Bước 7: Tính hệ số lân cận và sắp xếp các tùy chọn theo thứ tự giảm dần

$$\tilde{Q}_i = \frac{\tilde{F}_i'}{\tilde{F}_i^* + \tilde{F}_i'} , i = 1, 2, \dots, m. \quad (18)$$

Chúng ta có thể xác định thứ tự ưu tiên của từng phương án thay thế và chọn phương án tối ưu trong

số nhiều phương án khả thi dựa trên $\tilde{Q}_i$. Phương án nào gần với FPIS hơn và xa FNIS hơn thì phương án đó tốt hơn.

4. Kết quả và thảo luận

Trong bài báo này, một nhóm gồm 10 chuyên gia có nhiều năm kinh nghiệm làm việc trong ngành vận tải đã được tham vấn và đánh giá tác động của các tiêu chí trong việc áp dụng các giải pháp công nghệ phù hợp và mang lại hiệu quả cao cho khách hàng trong lĩnh vực vận tải. Cụ thể hơn, 12 công nghệ thực tiễn và tiềm năng là Internet vạn vật (TT1), Trí tuệ nhân tạo (TT2), Chuỗi khối (TT3), Chip nhận dạng tần số vô tuyến (TT4), Điện toán đám mây (TT5), Hệ thống hỗ trợ quyết định thông minh (TT6), Xe tự hành (TT7), Học máy (TT8), Thực tế tăng cường (TT9), Mô hình hóa và mô phỏng (TT10), Thực tế ảo (TT11), Robot (TT12) được đánh giá và xếp hạng là hiệu quả nhất đã được xác định. Dựa trên các tài liệu tham khảo và ý kiến chuyên gia, 12 tiêu chí ảnh hưởng đến việc lựa chọn công nghệ vận tải thông minh đã được xác định.

4.1. Kết quả tính toán AHP mờ

Trong nghiên cứu này, thông qua tính toán sử dụng phương pháp FAHP, quá trình xác định trọng số của các tiêu chí chính và tiêu chí phụ đã được thực hiện, kết quả được trình bày trong Bảng 2.

4.2. Kết quả tính toán TOPSIS mờ

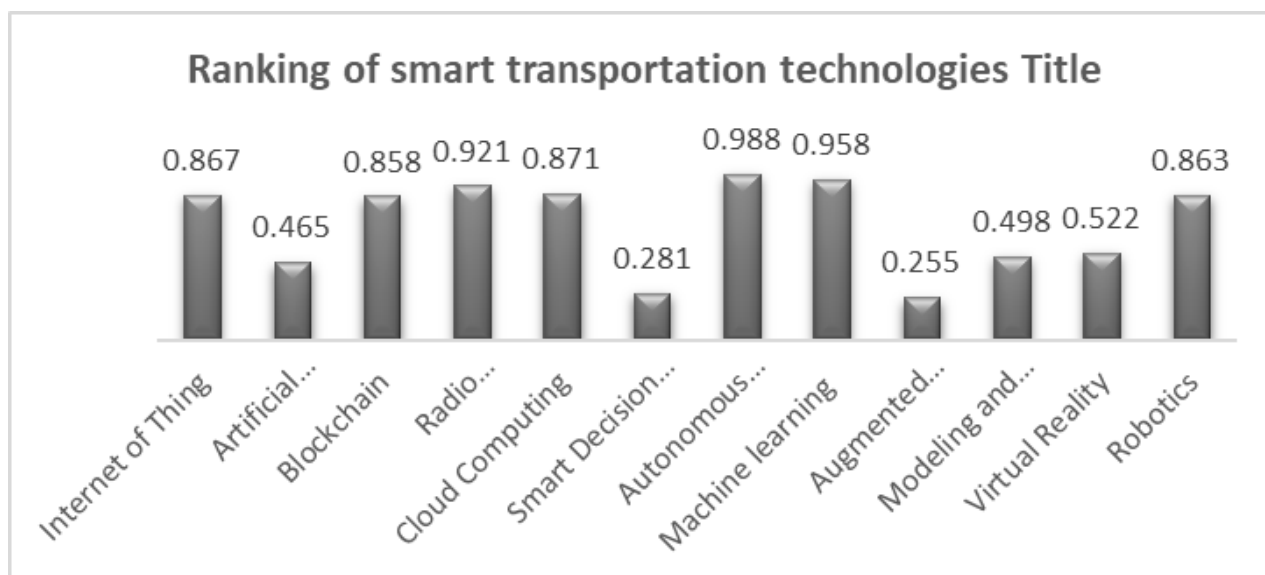
Hình 3 trình bày kết quả cuối cùng của các công nghệ giao thông thông minh theo phương pháp TOPSIS. Phương pháp này xếp hạng các công nghệ dựa trên điểm số của các tiêu chí chính và phụ đã chọn, sau đó tính toán điểm trung bình của các kết quả từ việc xác định khoảng cách của mười người ra quyết định chuyên gia. Kết quả cho thấy 3 công

nghệ giao thông thông minh có tiềm năng phát triển tối ưu nhất tại Việt Nam là Xe tự hành, Học máy và Chip nhận dạng tần số vô tuyến (RFID), với các hệ số lần lượt là 0,988, 0,958 và 0,921. Xe tự hành đạt điểm cao nhất trong số các phương án, nhờ khả năng cải thiện đáng kể tính an toàn, hiệu quả vận hành và giảm ô nhiễm môi trường. Xe tự hành có tiềm năng đóng vai trò quan trọng trong tương lai của giao thông thông minh, cung cấp các giải pháp di chuyển tự động, an toàn và bền vững. Học máy đứng thứ hai, học máy là công nghệ then chốt giúp phân tích và xử lý hiệu quả các tập dữ liệu lớn, từ đó giúp các hệ thống giao thông thông minh đưa ra dự báo, điều chỉnh và tối ưu hóa lưu lượng giao thông theo thời gian thực. Học máy đóng vai trò quan trọng trong việc tự động hóa quá trình ra quyết định, giúp hệ thống phản ứng linh hoạt với tình hình giao thông thay đổi và giảm thiểu tình trạng tắc nghẽn. Chip nhận dạng tần số vô tuyến (RFID) xếp thứ ba, RFID là công nghệ giúp theo dõi và quản lý tài sản, phương tiện một cách chính xác và hiệu quả. Nó cho phép giám sát lưu lượng phương tiện, xác định vị trí theo thời gian thực, giúp cải thiện quản lý giao thông và tăng hiệu quả trong việc sử dụng cơ sở hạ tầng giao thông. Ngược lại, hai công nghệ được coi là không phù hợp để phát triển giao thông thông minh tại Việt Nam trong nghiên cứu này là Hệ thống hỗ trợ quyết định thông minh (Smart Decision Support Systems) và Thực tế tăng cường (AR). Vì mục tiêu của nghiên cứu này là xác định các công nghệ phù hợp nhất để phát triển giao thông thông minh tại Việt Nam, nên các công nghệ có điểm thấp như Hệ thống hỗ trợ quyết định thông minh và Thực tế tăng cường sẽ bị loại khỏi các nghiên cứu tiếp theo. Thay vào đó, các nghiên cứu trong tương lai sẽ tập trung vào các công

Bảng 2. Trọng số mờ cuối cùng của các tiêu chí

Tiêu chí	Trọng số mờ cuối cùng	Tiêu chí	Trọng số mờ cuối cùng
T1-1	(0.2412, 0.4242, 0.7220)	T3-1	(0.0357, 0.0736, 0.1515)
T1-2	(0.0811, 0.1439, 0.2557)	T3-2	(0.0114, 0.0242, 0.0525)
T1-3	(0.0231, 0.0390, 0.0668)	T3-3	(0.0039, 0.0079, 0.0169)
T2-1	(0.0788, 0.1540, 0.2964)	T4-1	(0.0218, 0.0362, 0.0691)
T2-2	(0.0344, 0.0662, 0.1346)	T4-2	(0.0057, 0.0098, 0.0196)
T2-3	(0.0094, 0.0170, 0.0323)	T4-3	(0.0020, 0.0033, 0.0066)

Nguồn: Được tính toán bởi tác giả

Hình 3: Xếp hạng các công nghệ giao thông thông minh

Nguồn: Được tính toán bởi tác giả

nghe hoặc lĩnh vực tiềm năng khác có thể hiệu quả hơn trong việc phát triển lĩnh vực giao thông vận tải.

Đồng thời, việc áp dụng các công nghệ có điểm cao như Xe tự hành, Học máy và RFID sẽ là chìa khóa để cải thiện hệ thống giao thông tại Việt Nam, giúp tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên và giảm thiểu các vấn đề giao thông đô thị ngày càng nghiêm trọng. Điều này cũng mở ra cơ hội cho các nhà hoạch định chính sách và các nhà nghiên cứu xây dựng các chiến lược dài hạn tập trung vào việc tích hợp các giải pháp công nghệ thông minh vào cơ sở hạ tầng giao thông.

5. Kết luận

Sự phát triển của các hệ thống giao thông thông minh (ITS) ở các quốc gia như Việt Nam được thúc đẩy bởi những tiến bộ trong cảm biến thông minh, phương tiện và công nghệ truyền thông, giúp cải thiện hiệu quả giao thông, an toàn và giảm tác

động đến môi trường. Nghiên cứu này đã áp dụng phương pháp Quyết định đa tiêu chí (MCDM) để đánh giá và xếp hạng các công nghệ giao thông tại Việt Nam, xem xét 12 tiêu chí. Các phát hiện đã xác định Xe tự hành, Học máy và Chip RFID là những công nghệ triển vọng nhất, với số điểm lần lượt là 0,988, 0,958 và 0,921. Ngược lại, Hệ thống hỗ trợ quyết định thông minh và Thực tế tăng cường được coi là không phù hợp với cơ sở hạ tầng hiện tại của Việt Nam. Nghiên cứu cung cấp thông tin chi tiết cho các nhà hoạch định chính sách tại Việt Nam và đưa ra một khuôn khổ có thể tái sử dụng để đánh giá các công nghệ giao thông thông minh ở các khu vực khác. Nghiên cứu cũng nhấn mạnh nhu cầu nghiên cứu sâu hơn, bao gồm các nhóm chuyên gia lớn hơn và thử nghiệm thực tế, để tinh chỉnh khả năng áp dụng của các công nghệ này trong các bối cảnh đa dạng ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- A. H. Ganesh, A. H. Shobana, R. Ramesh. (2021). Identification of critical path for the analysis of bituminous road transport network using integrated FAHP - FTOPSIS method. *Mater Today Proc*, 37(Part 2), 193–206, doi: 10.1016/J.MATPR.2020.05.015.
- C. C. Sun. (2010). A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods, *Expert Syst Appl*, 37(12), 7745–7754, doi: 10.1016/J.ESWA.2010.04.066.
- D. Yong. (2006). Plant location selection based on fuzzy TOPSIS. *Int J Adv Manuf Technol*, 28, 839–844, doi: 10.1007/s00170-004-2436-5.

- H. M. Lyu, S. L. Shen, A. Zhou, et al. (2020). Risk assessment of mega-city infrastructures related to land subsidence using improved trapezoidal FAHP. *Science of The Total Environment*, 717, p. 135310, doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2019.135310.
- İ. Ertuğrul, N. Karakaşoğlu. (2008). Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39, 783-795, doi: 10.1007/s00170-007-1249-8.
- M. Grazia Speranza. (2018). Trends in transportation and logistics. *Eur J Oper Res*, 264(3), 830–836, doi: 10.1016/J.EJOR.2016.08.032.
- R. Yadav, H. H. Lee. (2022). Ranking and selection of dental restorative composite materials using FAHP-FTOPSIS technique: An application of multi criteria decision making technique. *J Mech Behav Biomed Mater*, 132, p. 105298, doi: 10.1016/J.JMBBM.2022.105298.
- T. Yang, C. C. Hung, (2007). Multiple-attribute decision making methods for plant layout design problem. *Robot Comput Integr Manuf*, 23(1), 126–137, doi: 10.1016/J.RCIM.2005.12.002.
- Tseng, Yung-yu, Michael AP Taylor, Wen Long Yue. (2005). The role of transportation in logistics chain. *Eastern Asia Society for Transportation Studies*.
- X. Li, K. Wang, L. Liuz, J. Xin, H. Yang, et al. (2011). Application of the Entropy Weight and TOPSIS Method in Safety Evaluation of Coal Mines. *Procedia Eng*, 26, 2085–2091, doi: 10.1016/J.PROENG.2011.11.2410.
- Y. Yang, Y. Wang. (2020). Supplier Selection for the Adoption of Green Innovation in Sustainable Supply Chain Management Practices: A Case of the Chinese Textile Manufacturing Industry. *Processes*, 8(6), p. 717. doi: 10.3390/pr8060717.

Ngày nhận bài: 19/2/2025

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 4/3/2025

Ngày chấp nhận đăng bài: 23/3/2025

A MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING APPROACH TO ASSESS THE POTENTIAL OF SUSTAINABLE SMART TRANSPORTATION TECHNOLOGIES IN VIETNAM

● NGUYEN DINH BINH

Hong Bang International University

ABSTRACT:

The economic development of a country is closely linked to the management and advancement of its transportation systems. In particular, with the growing demand for transportation infrastructure, smart transportation has emerged as a topic of significant interest among both academic and industrial communities. This study aims to contribute to the field of smart transportation by exploring and analyzing the potential of technologies in supporting the development of transportation systems. To achieve this objective, the study integrates fuzzy theory with Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods to evaluate and select the most suitable potential technologies for the implementation of smart transportation systems. Specifically, the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) and the Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS) are employed. Criteria such as Data, Socio-environmental impact, Economic factors, and Flexibility are incorporated into the analysis to ensure a comprehensive and effective implementation of smart transportation systems.

Keywords: transportation, smart transportation, FAHP, FTOPSIS.