

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC VINH

NGUYỄN THỊ NGỌC ANH



LUẬN VĂN THẠC SỸ

Chuyên ngành: CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Mã ngành: 8.48.02.01

ĐỀ TÀI

**NGHIÊN CỨU CÁC KỸ THUẬT RA QUYẾT ĐỊNH ĐA
TIÊU CHUẨN MỀ VÀ THỬ NGHIỆM CHO BÀI TOÁN
TUYỂN DỤNG NHÂN SỰ Ở VNPT NGHỆ AN**

Người hướng dẫn: TS. PHAN ANH PHONG

Nghệ An, tháng 7/2020

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC VINH

NGUYỄN THỊ NGỌC ANH

LUẬN VĂN THẠC SỸ

Chuyên ngành: CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Mã ngành: 8.48.02.01

ĐỀ TÀI

**NGHIÊN CỨU CÁC KỸ THUẬT RA QUYẾT ĐỊNH ĐA
TIÊU CHUẨN MỜ VÀ THỬ NGHIỆM CHO BÀI TOÁN
TUYỂN DỤNG NHÂN SỰ Ở VNPT NGHỆ AN**

Người hướng dẫn: TS. PHAN ANH PHONG

Nghệ An, tháng 7/2020

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận văn “**Nghiên cứu các kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn mờ và thử nghiệm cho bài toán tuyển dụng nhân sự ở VNPT Nghệ An**” này là công trình nghiên cứu của riêng tôi, được viết dưới sự hướng dẫn của Người hướng dẫn và không trùng lặp với bất kỳ một luận văn nào đã có. Tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm nếu có sự không trung thực ở luận văn này.

Tác giả

Nguyễn Thị Ngọc Anh

LỜI CẢM ƠN

Em xin chân thành cảm ơn thầy giáo **TS. Phan Anh Phong** đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ để em hoàn thành tốt luận văn này.

Trong suốt thời gian từ khi bắt đầu khóa Cao học K26 chuyên ngành CNTT đến nay, em xin được gửi lời cảm ơn các Thầy, Cô giáo trong Ngành Công nghệ Thông tin, Viện Công nghệ - Kỹ thuật và các Thầy, Cô giáo trong Trường Đại học Vinh đã tâm huyết, nhiệt tình truyền thụ những kiến thức cho bản thân.

Một lần nữa em xin gửi lời cảm ơn tới cơ quan, bạn bè đồng nghiệp và gia đình đã cùng chia sẻ, giúp đỡ, động viên, tạo mọi điều kiện thuận lợi để bản thân hoàn thành nhiệm vụ học tập và đề tài luận văn tốt nghiệp này.

Trân trọng cảm ơn.

Nghệ An, ngày 10 tháng 07 năm 2020

Tác giả

Nguyễn Thị Ngọc Anh

MỤC LỤC

DANH MỤC BẢNG BIỂU.....	7
DANH MỤC HÌNH VẼ.....	9
MỞ ĐẦU.....	10
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ TẬP MỜ VÀ BÀI TOÁN TUYỂN DỤNG ..	15
1.1. Tổng quan về tập mờ.....	15
1.1.1. Tập mờ và các khái niệm cơ bản	15
1.1.2. Biểu diễn tập mờ.....	16
1.1.3. Một số phép toán trên tập mờ	17
1.1.4. Số mờ và các phép toán trên số mờ	20
1.1.5. Khoảng cách giữa hai tập mờ	21
1.2. Tổng quan về bài toán tuyển dụng nhân lực	22
1.2.1. Quy trình tuyển dụng nhân sự.....	22
1.2.2. Các tiêu chuẩn tuyển dụng nhân sự	24
1.2.3. Đánh giá và xếp loại nhân sự.....	25
1.2.4. Tuyển dụng nhân sự ở VNPT Nghệ An.....	26
1.3. Kết luận chương 1	27
CHƯƠNG 2. CÁC KỸ THUẬT RA QUYẾT ĐỊNH ĐA TIÊU CHUẨN	28
SỬ DỤNG TẬP MỜ	28
2.1. Bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn.....	28
2.1.1. Khái niệm.....	29
2.1.2. Các đặc điểm của ra quyết định đa tiêu chuẩn.....	29
2.1.3. Các tiếp cận bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn	30

2.2. Các kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn với thông tin mờ	30
2.2.1. Kỹ thuật TOPSIS mờ	30
2.2.2. Kỹ thuật ELECTRE mờ.....	33
2.3. Các ứng dụng tiêu biểu của kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn mờ	42
2.4. Kết luận chương 2	43
CHƯƠNG 3. THỬ NGHIỆM PHƯƠNG PHÁP TOPSIS MỜ CHO BÀI TOÁN TUYỂN DỤNG NHÂN SỰ Ở VNPT NGHỆ AN	46
3.1. Mô hình hóa bài toán.....	46
3.1.1. Xây dựng tiêu chí của bài toán tuyển dụng ở VNPT Nghệ An	46
3.1.2. Xác định trọng số của tiêu chí đánh giá.....	47
3.2. Cài đặt thử nghiệm	49
3.2.1. Dữ liệu từ các hồ sơ ứng viên dự tuyển ở VNPT Nghệ An.....	49
3.2.2. Xây dựng ma trận trọng số chuẩn hóa	50
3.2.3. Tính các giá trị liên kết mờ và khoảng cách tương đối	51
3.2.4. Kết quả thử nghiệm với TOPSIS mờ.....	52
3.3. Kết luận chương 3	52
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	54
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	56

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1. Bảng mức độ quan trọng của các tiêu chí đánh giá	38
Bảng 2.2. Dữ liệu đánh giá tiêu chí của các nhà cung cấp trong dự án 1	38
Bảng 2.3. Dữ liệu đánh giá tiêu chí của các nhà cung cấp trong dự án 2	38
Bảng 2.4. Bảng trọng số các tiêu chí theo thang đo TFN	39
Bảng 2.5. Bảng kết quả chuyển đổi trọng số sang thang đo TFN của các tiêu chí	39
Bảng 2.6. Bảng chuẩn hóa trọng số mờ kết hợp	39
Bảng 2.7. Ma trận quyết định dự án	39
Bảng 2.8. Ma trận quyết định được chuẩn hóa của dự án	40
Bảng 2.9. Ma trận quyết định được chuẩn hóa có trọng số V1	40
Bảng 2.10. Ma trận quyết định được chuẩn hóa có trọng số V2 của dự án	40
Bảng 2.11. Ma trận quyết định được chuẩn hóa có trọng số V3 của dự án	40
Bảng 2.12. Tập phù hợp	41
Bảng 2.13. Tập không phù hợp	41
Bảng 2.14. Chỉ số tập phù hợp	41
Bảng 2.15. Chỉ số tập không phù hợp	41
Bảng 2.16. Chỉ số cuối cùng của tập phù hợp và tập không phù hợp	42
Bảng 2.17. Xếp hạng nhà cung cấp đối với dự án	42
Bảng 2.18. So sánh các phương pháp ra quyết định đa tiêu chuẩn	44
 Bảng 3.1. Nhóm tiêu chí đánh giá tuyển dụng nhân sự vòng phỏng vấn	47
Bảng 3.2. Tập biến ngôn ngữ sử dụng để đánh giá các tiêu chí	48

Bảng 3.3. Tập biến ngôn ngữ để đánh giá ứng viên tham gia phỏng vấn.....	48
Bảng 3.4. Bảng đánh giá của các thành viên hội đồng đối với 5 tiêu chí.....	49
Bảng 3.5. Bảng tổng hợp kết quả đánh giá định tính bằng biến ngôn ngữ từng ứng viên theo 5 tiêu chí của 6 thành viên hội đồng.....	49
Bảng 3.6. Ma trận quyết định mờ và các trọng số mờ của các ứng viên.....	51
Bảng 3.7. Ma trận quyết định mờ được chuẩn hóa	51
Bảng 3.8. Ma trận quyết định mờ được chuẩn hóa bởi trọng số.....	51
Bảng 3.9. Bảng tính khoảng cách tương đối.....	52

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Giá đỡ và độ cao của tập mờ A	16
Hình 1.2. Biểu diễn tập mờ chiều cao bằng đồ thị.....	17
Hình 1.3. a) là Hàm thuộc của tập mờ A ; b) là Hàm thuộc của tập mờ A	18
Hình 1.4. Giao hai tập mờ có cùng tập vũ trụ	18
Hình 1.5. Hợp hai tập mờ có cùng tập vũ trụ.....	19

MỞ ĐẦU

1. Sự cần thiết của vấn đề nghiên cứu

Trong thời đại cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, việc **đánh giá năng lực** của **nhân sự** ứng tuyển vào làm việc tại các doanh nghiệp cung cấp dịch vụ số không thể đơn thuần là những quyết định mang tính chủ quan và một chiều từ phía nhà lãnh đạo nữa. Tất cả các quy trình tuyển dụng, đào tạo, sắp xếp vị trí công việc, theo dõi và chấm điểm cho năng lực cá nhân đều phải theo sát bộ khung với các tiêu chí rõ ràng. Đã đến lúc các doanh nghiệp cần thiết phải xây dựng cho riêng mình một mô hình đánh giá năng lực nhân viên theo tiêu chuẩn quốc tế, áp dụng đồng thời được với cả hai đối tượng nhân sự - ứng viên tuyển dụng và nhân viên đang làm việc trong doanh nghiệp.

Theo CoreCaptive, một công ty tư vấn quản lý nguồn nhân lực cho rằng, để doanh nghiệp có thể đạt được các mục tiêu, bộ phận quản lý nguồn nhân lực cần phải tập trung vào bốn phương diện: tuyển dụng, phân bổ nguồn nhân lực, giữ lại, đào tạo và phát triển nhân viên. Các thành phần này cần lượng hóa thành các chỉ số, trong đó chỉ số tuyển dụng được xem là thành phần quan trọng nhất, chúng sẽ giúp nhà tuyển dụng tìm ra chính xác những ứng viên đáp ứng đúng nhu cầu công việc. Ngoài ra, vấn đề sự công bằng trong vòng sơ loại để đánh giá đúng ứng viên tuyển dụng cũng là bài toán mà các nhà quản lý quan tâm. Việc đánh giá chính xác, công bằng ngay từ đầu sẽ giúp hoạch định tốt chiến lược thu hút người tài và tổ chức đào tạo chuyên giao công việc đạt hiệu quả cao nhất cho doanh nghiệp.

Jeff Alef, phó tổng giám đốc điều hành, kiêm giám đốc bộ phận nguồn nhân lực tại ngân hàng Chicago phát biểu: “Đã có một thời, nguồn vốn được sử dụng như là một lợi thế cạnh tranh, nhưng ngày nay khả năng huy động vốn với số lượng lớn là điều dễ dàng. Cũng có lúc, công nghệ tạo ra một lợi thế cạnh tranh, thậm chí việc này cũng dễ dàng đạt được trong thời đại ngày nay cùng với xu thế

toàn cầu hoá và quốc tế hoá. Và cũng có lúc, cụ thể là trong lĩnh vực công nghiệp và dịch vụ tài chính, khi mà chu kỳ bán rã của sản phẩm rất dài. Giờ đây, bạn không thể duy trì lợi thế lâu dài dựa trên loại sản phẩm hoặc dịch vụ mà bạn công hiến. Lợi thế duy nhất và lâu dài là con người”.

Một số ý kiến các chuyên gia tuyển dụng nhân sự đều cảnh báo: “Thuê không đúng người, công ty của bạn phải mất ít nhất hai năm tiền lương. Đôi khi cái giá phải trả cao hơn nhiều, không phải vấn đề tiền bạc, mà là mối quan hệ căng thẳng trong mọi người” và “Tổ chức càng nhỏ thì tuyển dụng càng quan trọng, những người biết yêu cầu công việc, hiểu được những mong muốn của nhân viên tiềm năng, hiểu nhu cầu của công ty và nếu không đủ khả năng thuê người giỏi nhất, hãy thuê những người trẻ tuổi, để họ sẽ trở thành người giỏi nhất”.

Tuy nhiên, theo thống kê của tạp chí *Fortune*, có khoảng 36% ứng viên nói dối về kỹ năng, kiến thức của mình trong khi tham gia phỏng vấn. Chính vì thực tế đó, sử dụng phương pháp nào để khắc phục những hạn chế này và tạo ra sự công bằng cho các ứng viên, giúp nhà tuyển dụng chọn được ứng viên tốt nhất được nhiều chuyên gia nhân sự, nhà nghiên cứu quan tâm.

Trong thời gian qua, tại Việt Nam đã có một số nghiên cứu về ứng dụng các phương pháp ra quyết định đa tiêu chuẩn mờ. Nổi bật là đề tài “Ứng dụng phương pháp liên kết mờ TOPSIS trong tuyển dụng nhân sự” nghiên cứu phương pháp liên kết mờ TOPSIS xây dựng trên trọng số Entropy và ứng dụng nó trong tuyển dụng nhân sự với 12 tiêu chí tuyển dụng được thiết kế dựa vào mô hình ASK [2] và đề tài “Xây dựng mô hình ra quyết định đa tiêu chuẩn tích hợp để đánh giá và phân nhóm nhà cung cấp cây xanh” nghiên cứu kết hợp phương pháp phân tích thứ bậc AHP để xác định trọng số và phương pháp điểm lý tưởng TOPSIS để xếp hạng và phân nhóm các nhà cung cấp cây xanh tiềm năng [1]. Các nghiên cứu đều chỉ ra rằng, phương pháp ra quyết định đa tiêu chuẩn mờ được ứng dụng rất tốt ở nhiều lĩnh vực khác nhau trong xã hội.

VNPT Nghệ An là doanh nghiệp kinh doanh cung cấp các dịch vụ số cho khách hàng trên địa bàn tỉnh Nghệ An, trong xu thế phát triển nhanh của công nghệ hiện nay, việc xây dựng các chính sách để thu hút, tuyển dụng, đào tạo và phát triển nguồn nhân lực lao động phù hợp với yêu cầu công việc hiện tại, có khả năng đáp ứng công việc mới trong tương lai là vấn đề rất cần được quan tâm để thực hiện. Trong thời gian gần đây, việc tuyển dụng nhân sự mới cho trong các lĩnh vực IT thường xuyên được doanh nghiệp tổ chức, nhưng vẫn gặp phải các tồn tại ở trên, kết quả chưa đáp ứng được kỳ vọng của Ban Lãnh đạo VNPT Nghệ An.

Do đó, chúng tôi thấy cần thiết phải nghiên cứu tìm hiểu và xây dựng được phương pháp tối ưu để khắc phục những nhược điểm mà các nhà tuyển dụng nhận sự trên thế giới đã cảnh báo, giúp cho VNPT Nghệ An tuyển được đúng nhân lực, đúng khả năng và trình độ để đáp ứng tốt công việc hiện tại, cũng như có đủ khả năng phát triển trong tương lai.

Với nhận thức như trên và với mong muốn nghiên cứu về các phương pháp ra quyết định đa tiêu chuẩn (MCDM) [3] với thông tin mờ trong việc giải bài toán tuyển dụng nhân lực ở VNPT Nghệ An, giúp cho doanh nghiệp hoàn thành xuất sắc các nhiệm vụ sản xuất kinh doanh mà Tập đoàn giao, chúng tôi chọn đề tài: *“Nghiên cứu các kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn mờ và thử nghiệm cho bài toán tuyển dụng nhân sự ở VNPT Nghệ An”* làm luận văn tốt nghiệp thạc sĩ ngành CNTT.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Luận văn tập trung nghiên cứu và xây dựng thử nghiệm phương pháp **TOSIS** mờ và **ELECTRE** mờ vào bài toán tuyển dụng nhân sự cho VNPT Nghệ An, bao gồm: (i) Tổng quan về tập mờ, các phép toán cơ bản trong tập mờ, số mờ tam giác và khoảng cách giữa hai tập mờ; Nghiên cứu về quy trình tuyển dụng, các tiêu chí đánh giá nhân sự; (ii) Nghiên cứu các phương pháp ra quyết định đa tiêu chuẩn với thông tin mờ, trong đó tập trung nghiên cứu các phương pháp phổ biến như

TOPSIS mờ, ELECTRE mờ...; (iii) Phân tích bài toán, đánh giá các thông tin đầu vào từ các ứng viên tham gia tuyển dụng. Xây dựng ma trận trọng số giữa các ứng viên với các tiêu chí đánh giá năng lực. Ứng dụng phương pháp TOPSIS mờ và ELECTRE mờ vào bài toán tuyển dụng nhân sự cho VNPT Nghệ An; Đánh giá kết quả đạt được khi thực nghiệm với dữ liệu đầu vào thực tế của các bản hồ sơ ứng tuyển vào làm việc tại VNPT Nghệ An.

3. Phạm vi nghiên cứu

Trong phạm vi luận văn này, chúng tôi tập trung giải quyết bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn với thông tin mờ được áp dụng vào công tác tuyển dụng nhân sự vào làm việc tại VNPT Nghệ An.

Nhận thức được đầy đủ về thế mạnh của việc kết hợp tập mờ và các phương pháp ra quyết định đa tiêu chuẩn trong bài toán tuyển dụng nhân sự. Phân tích đánh giá việc khắc phục các hạn chế mà thông tin về ứng viên tuyển dụng bị sai khác (thông tin mờ). Thực nghiệm kết quả với các ứng viên cụ thể.

4. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu về tập mờ, bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn và các phương pháp TOPSIS mờ, ELECTRE mờ;
- Nghiên cứu các quy định về tuyển dụng và tiêu chí đánh giá nhân sự;
- Biểu diễn bài toán tuyển dụng nhân sự theo thông tin đầu vào mờ;
- Biểu diễn bài toán phương pháp ra quyết định đa tiêu chuẩn với thông tin mờ trong tuyển dụng nhân sự vào làm việc tại VNPT Nghệ An;
- Nghiên cứu thực nghiệm phương pháp TOPSIS mờ trong bài toán ra quyết định và thử nghiệm cho bài toán tuyển dụng nhân sự với nhiều tiêu chí tuyển dụng được thiết kế dựa trên mô hình đánh giá năng lực nhân sự quốc tế ASK;

- Tìm hiểu ngôn ngữ lập trình Matlab, viết chương trình tính toán thực nghiệm kết quả;
- Thực nghiệm áp dụng để đánh giá kết quả với các ứng viên xin tuyển dụng vào làm việc tại VNPT Nghệ An;
- Kết quả xếp hạng được các ứng viên và lựa chọn được một ứng viên tốt nhất.

5. Cấu trúc của luận văn

Ngoài phần mở đầu và phần kết luận, luận văn được cấu trúc gồm 3 chương sau:

Chương 1 - Tổng quan về tập mờ và bài toán tuyển dụng: Chương này trình bày tổng quan về khái niệm tập mờ và các phép toán cơ bản trong tập mờ, số mờ tam giác và khoảng cách giữa hai tập mờ. Tổng quan về bài toán tuyển dụng bao gồm quy trình tuyển dụng, các tiêu chuẩn tuyển dụng và đánh giá nhân sự. Các nghiên cứu liên quan trong tuyển dụng nhân sự sử dụng tập mờ.

Chương 2 – Các kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn sử dụng tập mờ: Chương này trình bày về bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn và các kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn với thông tin mờ như kỹ thuật TOSIS mờ, ELECTRE mờ; Trình bày các ứng dụng tiêu biểu của kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn mờ.

Chương 3 – Thử nghiệm phương pháp TOPSI mờ cho bài toán tuyển dụng nhân sự ở VNPT Nghệ An: Chương này trình bày mô hình hóa bài toán bao gồm xây dựng các tiêu chí của bài toán tuyển dụng ở VNPT Nghệ An, xác định trọng số của tiêu chí đánh giá, xây dựng bảng kết quả đánh giá của ứng viên, xây dựng ma trận trọng số chuẩn hóa, tính liên kết mờ và khoảng cách tương đối. Cuối cùng là cài đặt thử nghiệm đánh giá kết quả.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ TẬP MỜ VÀ BÀI TOÁN TUYỂN DỤNG

1.1. Tổng quan về tập mờ

Lý thuyết tập mờ được Zadeh sáng tạo từ 1965 nhằm giải quyết **những vấn đề có tính chất mơ hồ, số liệu không rõ ràng và phức tạp**. Lý thuyết này được xem là một trong những phương pháp hữu ích và được ứng dụng khá rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau và đã chứng tỏ sự phù hợp của nó với những bài toán có yếu tố mờ, yếu tố không chắc chắn, trong đó có không chắc chắn ngôn ngữ.

1.1.1. Tập mờ và các khái niệm cơ bản

Một **tập mờ A** trong **không gian U** được xác định qua hàm $\mu_A(u): U \rightarrow [0,1]$. Hàm μ_A được gọi là **hàm thuộc của tập mờ A**, còn $\mu_A(u)$ được gọi là **mức độ trực thuộc của u vào tập mờ A**.

Khi **U rời rạc**, ta ký hiệu tập mờ $A = \{(u, \mu_A(u)) / u \in U\}$.

Trong đó:

$\mu_A(u) \in [0;1]$ để chỉ mức độ mà phần tử u thuộc về tập mờ A.

$\mu_A(u) = 0$ có nghĩa là u chắc chắn không thuộc A.

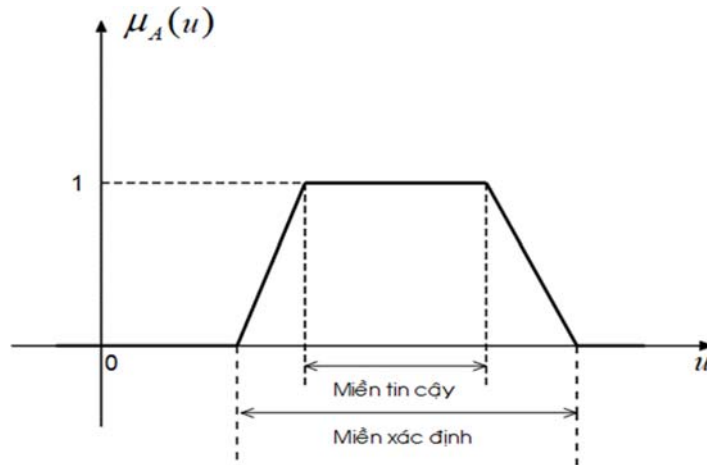
$\mu_A(u) = 1$ có nghĩa là u chắc chắn thuộc A.

- **Giá đỡ:** **Giá đỡ** hay còn gọi là **miền xác định** của tập mờ **A** được ký hiệu là **$supp(A)$** , là **tập hợp gồm các phần tử u trong U có độ thuộc vào tập mờ A lớn hơn không**, tức là $\mu_A(u) > 0$.

$$supp(A) = \{u \mid \mu_A(u) > 0\}.$$

- **Lõi của tập mờ:** **Lõi** hay còn gọi là **miền tin cậy** của tập mờ **A** được ký hiệu là **$core(A)$** , là **tập hợp gồm các phần tử u trong U có độ thuộc vào tập mờ A bằng 1**, tức là $\mu_A(u) = 1$.

$$core(A) = \{u \mid \mu_A(u) = 1\}.$$



Hình 1.1. Giá đỡ và độ cao của tập mờ A

- **Độ cao tập mờ:** Độ cao tập mờ A , ký hiệu là $h(A)$, chỉ độ thuộc cao nhất của u vào tập mờ A .

$$h(A) = \sup(\mu_A(u)).$$

$$u \in U$$

Một tập mờ có ít nhất một phần tử có độ thuộc bằng 1 thì nó được gọi là tập mờ chuẩn, nghĩa là $h(A) = 1$ còn ngược lại một tập mờ A với $h(A) < 1$ thì nó được gọi là tập mờ không chuẩn.

1.1.2. Biểu diễn tập mờ

Có ba phương pháp chính để biểu diễn tập mờ: phương pháp liệt kê, phương pháp tích phân và phương pháp đồ thị.

- **Phương pháp liệt kê:** Liệt kê các phần tử và các độ thuộc tương ứng theo ký hiệu.

Cho $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ là tập hữu hạn:

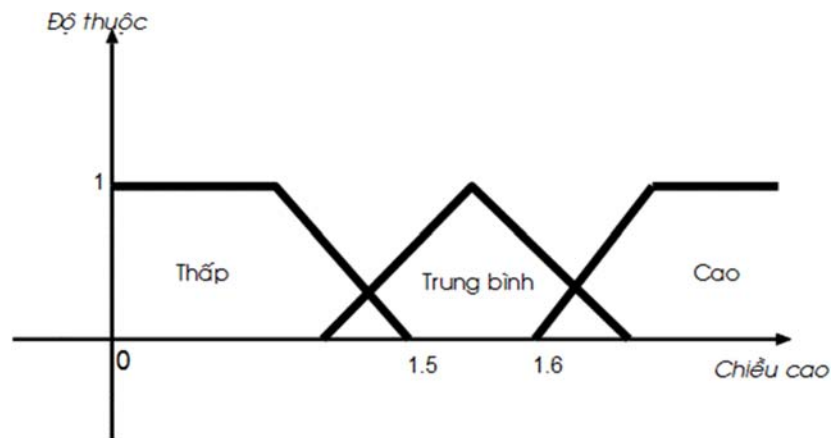
$$A = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_A(u_i)}{u_i}.$$

- **Phương pháp tích phân:** với U là tập vô hạn, ta ký hiệu như sau:

$$A = \int_u \frac{\mu_A(u)}{u}.$$

Lưu ý: Các biểu thức trên chỉ có tính hình thức, các phép toán trên chỉ mang tính tượng trưng và không có nghĩa theo quy ước thông thường.

- **Phương pháp đồ thị:**



Hình 1.2. Biểu diễn tập mờ chiều cao bằng đồ thị

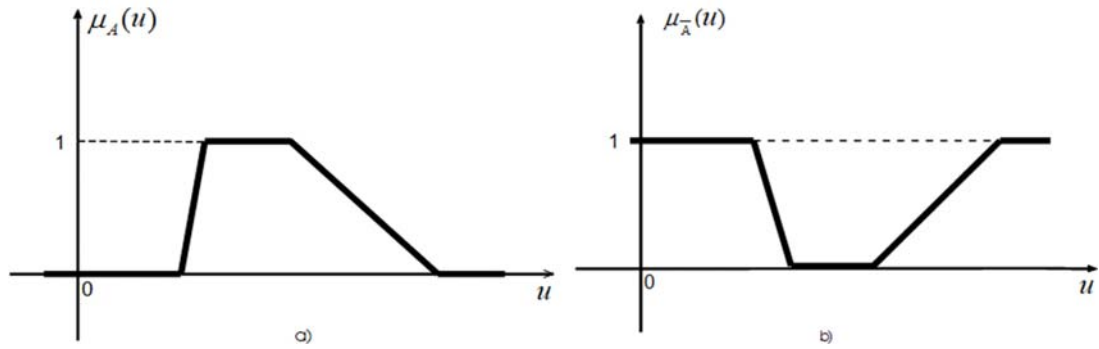
1.1.3. Một số phép toán trên tập mờ

Cho A và B là hai tập mờ xác định trên không gian nền U , có các hàm thuộc tương ứng μ_A, μ_B , khi đó ta có các phép toán sau:

- **Phần bù:**

Với A là tập mờ trong U có hàm thuộc $\mu_A(u)$. Phần bù của A trong U là một tập mờ ký hiệu là \bar{A} có hàm thuộc xác định như sau:

$$\mu_{\bar{A}}(u) = 1 - \mu_A(u), \quad \forall u \in U.$$



Hình 1.3. a) là Hàm thuộc của tập mờ A, b) là Hàm thuộc của tập mờ \bar{A}

- **Phép giao:**

Cho U là tập hợp, A và B là tập mờ trong U và có các hàm thuộc lần lượt là μ_A và μ_B . Giao của 2 tập mờ A và B trong U được ký hiệu $A \cap B$, kết quả của nó là một tập mờ có hàm thuộc $\mu_{A \cap B}$ xác định như sau:

+Theo luật Min

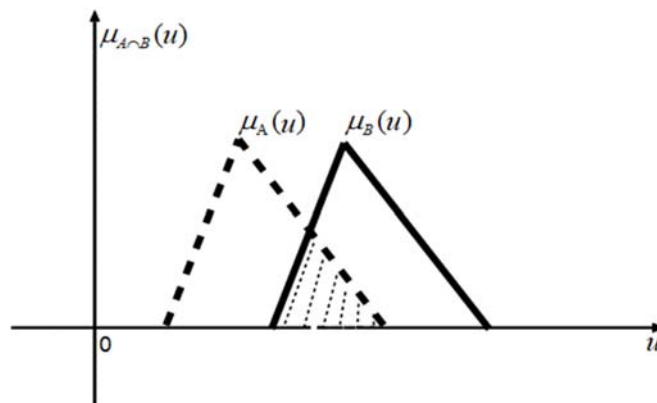
$$\mu_{A \cap B}(u) = \min\{\mu_A(u), \mu_B(u)\}, \forall u \in U.$$

+Theo luật Lukasiewicz

$$\mu_{A \cap B}(u) = \max\{0, \mu_A(u) + \mu_B(u) - 1\}, \forall u \in U.$$

+Theo luật Prod

$$\mu_{A \cap B}(u) = \mu_A(u) \cdot \mu_B(u), \forall u \in U.$$



Hình 1.4. Giao hai tập mờ có cùng tập vũ trụ

- **Phép hợp:**

Cho U là tập hợp, A và B là tập mờ trong U và có các hàm thuộc lần lượt là μ_A và μ_B . Hợp của 2 tập mờ A và B trong U được ký hiệu $A \cup B$, kết quả của nó là một tập mờ có hàm thuộc $\mu_{A \cup B}$ xác định như sau:

+ Theo luật Max

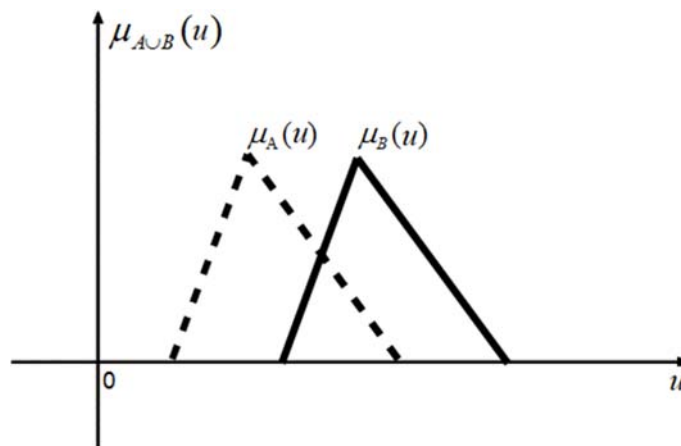
$$\mu_{A \cup B}(u) = \max\{\mu_A(u), \mu_B(u)\}, \forall u \in U.$$

+ Theo luật Sum

$$\mu_{A \cup B}(u) = \min\{1, \mu_A(u) + \mu_B(u)\}, \forall u \in U.$$

+ Tổng trực tiếp

$$\mu_{A \cup B}(u) = \mu_A(u) + \mu_B(u) - \mu_A(u) \cdot \mu_B(u), \forall u \in U.$$



Hình 1.5. Hợp hai tập mờ có cùng tập vũ trụ

- **Phép trừ hai tập mờ:**

Cho U là tập hợp, A và B là tập mờ trong U và có các hàm thuộc lần lượt là μ_A và μ_B . Phép trừ của 2 tập mờ A và B trong U , được ký hiệu $A \setminus B$ định nghĩa như sau:

$$A \setminus B = A \cap \bar{B}.$$

- **Phép phủ định:**

Hàm $h:[0,1] \rightarrow [0,1]$ không tăng thỏa mãn điều kiện $h(0)=1$, $h(1)=0$ gọi là hàm phủ định.

Ví dụ:

+ Hàm phủ định chuẩn $h(a) = 1 - a$.

+ Hàm phủ định $h(x) = 1 - a^2$.

- **Phép t-norm:**

Hàm $T:[0,1]^2 \rightarrow [0,1]$ là một t-norm nếu thỏa các điều kiện sau:

+ $T(1,a) = a$, $\forall a \in [0,1]$,

+ $T(a,b) = T(b,a)$, $\forall a, b \in [0,1]$,

+ $T(a,b) = T(u,v)$, với mọi $0 \leq a \leq u \leq 1$, $0 \leq b \leq v \leq 1$,

+ $T(a, T(b,c)) = T(T(a,b), c)$, $\forall a, b, c \in [0,1]$.

- **Phép t-conorm (s-norm):**

Hàm $S:[0,1]^2 \rightarrow [0,1]$ là một t-conorm nếu thỏa các điều kiện sau:

+ $S(0,a) = a$, $\forall a \in [0,1]$,

+ $S(a,b) = S(b,a)$, $\forall a, b \in [0,1]$,

+ $S(a,b) \leq S(u,v)$, với mọi $0 \leq a \leq u \leq 1$, $0 \leq b \leq v \leq 1$,

+ $S(a, S(b,c)) = S(S(a,b), c)$, $\forall a, b, c \in [0,1]$.

1.1.4. **Số mờ** và các phép toán trên số mờ

Số mờ là một tập mờ chuẩn, lời xác định trên tập số thực R . Có nhiều dạng số mờ được ứng dụng trong các hệ thống mờ như số mờ tam giác, số mờ hình thang...

Số mờ tam giác được định nghĩa bởi bộ 3 số thực (a, b, c) với $a \leq b \leq c$, khi đó hàm thuộc của số mờ A trên R được biểu diễn như sau:

$$\mu_A(X) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ \frac{x-c}{b-c}, & b \leq x \leq c, \\ 0, & \text{ngược lại} \end{cases}$$

Cho 2 số mờ tam giác $A_1 = (a_1, b_1, c_1)$ với $a_1 \leq b_1 \leq c_1$ và $A_2 = (a_2, b_2, c_2)$ với $a_2 \leq b_2 \leq c_2$. Ta có các phép toán trên các số mờ tam giác như sau:

Phép cộng : $A_1 \oplus A_2 = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2)$.

Phép trừ : $A_1 - A_2 = (a_1 - a_2, b_1 - b_2, c_1 - c_2)$.

Phép nhân : $k \otimes A_1 = \begin{cases} (ka_1, kb_1, kc_1), & k > 0 \\ (kc_1, kb_1, ka_1), & k < 0 \end{cases}$.

$$A_1 \otimes A_2 = (a_1 a_2, b_1 b_2, c_1 c_2).$$

1.1.5. Khoảng cách giữa hai tập mờ

Có nhiều cách để tính khoảng cách giữa hai tập mờ. Hai trong số các cách tính khoảng cách thường được sử dụng là khoảng cách **Hamming** và khoảng cách **Euclid**.

Công thức tính khoảng cách **Hamming** giữa hai tập mờ:

$$dis1(A, B) = \sum |\mu_A(u) - \mu_B(u)|, \quad \forall u \in U.$$

Công thức tính khoảng cách **Euclid** giữa hai tập mờ:

$$D(A, B) = \left(\sum_{x_i \in X} |\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)|^2 \right)^{1/2}.$$

Trong trường hợp số mờ tam giác thì ta khoảng cách giữa 2 số mờ có thể được tính sau:

$$d_v(A, B) = \sqrt{\frac{1}{3} [(b_1 - a_1)^2 + (b_2 - a_2)^2 + (b_3 - a_3)^2]}.$$

1.2. Tổng quan về bài toán tuyển dụng nhân lực

Nguồn nhân lực vốn được xem là một tài sản lớn của tổ chức nói chung hay của doanh nghiệp nói riêng nhưng cũng có thể trở thành một gánh nặng nếu tài sản ấy không được quản trị, khai thác hiệu quả. Hoạt động của doanh nghiệp có được vận hành suôn sẻ hay không phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng của nguồn nhân lực. Nhân lực luôn được xem là một yếu tố tạo nên sự thành công của doanh nghiệp. Một doanh nghiệp có thể có công nghệ hiện đại, chất lượng dịch vụ tốt, cơ sở hạ tầng vững chãi nhưng nếu thiếu lực lượng lao động thì doanh nghiệp đó khó có thể tồn tại lâu dài và tạo dựng được lợi thế cạnh tranh. Và doanh nghiệp có thành công hay không phụ thuộc rất nhiều vào việc tuyển dụng được những nhân tài tốt nhất cũng như tạo ra một môi trường làm việc chuyên nghiệp cho những nhân viên hiện hữu để họ có thể yên tâm gắn bó lâu dài với doanh nghiệp.

Theo thống kê của các tạp chí tuyển dụng nhân sự trên thế giới, ước tính có trên 30% ứng viên nói dối về kỹ năng, kiến thức của mình trong khi tham gia phỏng vấn [9]. Chính vì thực tế đó, sử dụng phương pháp nào để khắc phục những hạn chế này và tạo ra sự công bằng cho các ứng viên, giúp nhà tuyển dụng chọn được ứng viên tốt nhất được nhiều chuyên gia nhân sự, nhà nghiên cứu quan tâm. Giới hạn trong bài viết này tác giả giới thiệu phương pháp liên kết mờ Topsis trong tuyển dụng nhân sự với kỳ vọng cung cấp một kênh tham khảo hữu ích cho các chuyên gia nhân sự trong vấn đề tuyển dụng.

1.2.1. Quy trình tuyển dụng nhân sự

Thu thập thông tin: Quy trình này thu thập/ thu thập lại những thông tin cần thiết từ các nguồn khác nhau phục vụ phân tích nhu cầu nhằm dự thảo kế hoạch tuyển dụng trình lãnh đạo phê duyệt. Thông tin thu thập bao gồm nhưng không hạn chế bởi:

- + Thông tin về kế hoạch sản xuất, kinh doanh trong năm tiếp theo,

- + Thông tin phát triển chiến lược chung của Tập đoàn/ đơn vị;
- + Thông tin về các chỉ tiêu KPI cần đạt trong năm kế hoạch tiếp theo;
- + Thông tin về nguồn nhân lực trong khu vực đơn vị đang hoạt động;
- + Các thông tin kinh tế, xã hội khác của khu vực, địa phương.

Tổng hợp nhu cầu: Được thực hiện định kỳ hoặc đột xuất theo nhu cầu từ công việc và căn cứ hệ thống chức danh/ vị trí công việc của đơn vị. Quy trình này thực hiện các công việc sau:

- + Rà soát lại các chức danh/vị trí công việc;
- + Đánh giá khối lượng công việc và số lượng nhân lực đảm nhận chức danh/ vị trí công việc;
- + Dự kiến khối lượng công việc sắp tới;
- + Xác định nhu cầu cần tuyển mới, đào tạo (số lượng, kỹ năng) đối với từng chức danh/ vị trí công việc;

Xem xét, thẩm định, phê duyệt: Quy trình này thực hiện việc phê duyệt kế hoạch tuyển dụng của đơn vị. Tập đoàn trực tiếp phê duyệt kế hoạch tuyển dụng của các đơn vị trực thuộc Tập đoàn, thẩm định kế hoạch tuyển dụng của các Công ty con do Tập đoàn sở hữu 100% vốn điều lệ để các Công ty con tự phê duyệt kế hoạch tuyển dụng.

Dự thảo kế hoạch tuyển dụng: Thực hiện việc cân đối và biên soạn lại dự báo nhu cầu nhân lực thành các tài liệu, văn bản theo mẫu quy định của cấp trên hoặc mẫu đã thống nhất trong đơn vị.

Trình các cấp Lãnh đạo phê duyệt.

Lập kế hoạch triển khai việc tuyển dụng: thực hiện việc lên kế hoạch triển khai việc tuyển dụng nhân sự theo kế hoạch tuyển dụng đã được phê duyệt.

Thông báo tuyển dụng: thông báo rộng rãi về việc tuyển dụng nhân sự theo kế hoạch triển khai tuyển dụng đã được phê duyệt. Biên soạn thông tin tuyển dụng cần đăng tải bao gồm: nghề nghiệp, công việc, trình độ chuyên môn, số lượng cần tuyển, độ tuổi của từng vị trí công việc cần tuyển, loại hợp đồng dự kiến giao kết; mức lương dự kiến; điều kiện làm việc cho từng vị trí công việc; hồ sơ yêu cầu, địa điểm và thời gian nhận hồ sơ; các thông tin khác nếu có.

Nhận hồ sơ đăng ký tuyển dụng.

Sơ tuyển: thực hiện việc lọc hồ sơ các ứng viên đáp ứng yêu cầu vào từng vị trí tuyển dụng.

Tổ chức thi tuyển: thực hiện việc thi tuyển để lựa chọn các ứng viên sau vòng sơ tuyển. Các hình thức thi bao gồm nhưng không hạn chế các hình thức sau: viết tự luận hoặc kiểm tra trắc nghiệm, hoặc phỏng vấn, hoặc kết hợp các hình thức trên.

Kết quả.

Thông báo cho các ứng cử viên.

Đàm phán chế độ đãi ngộ: thực hiện việc trao đổi, đàm phán và thống nhất về thu nhập và các quyền lợi khác của ứng cử viên khi thực thi công việc trong tương lai.

Ký hợp đồng thử việc.

Đánh giá mức độ hoàn thành thử việc.

Ký hợp đồng chính thức.

1.2.2. Các tiêu chuẩn tuyển dụng nhân sự

Tiêu chuẩn chung:

- Đối với người Việt Nam: là công dân nước Việt Nam, có hộ khẩu thường trú trên lãnh thổ Việt Nam.

- Đối với người nước ngoài: phải có giấy phép lao động tại Việt Nam còn hiệu lực tối thiểu 6 tháng và đối với những vị trí công việc lao động trong nước không đáp ứng được.

- Có độ tuổi từ 18 tuổi trở lên, phù hợp với độ tuổi của vị trí tuyển dụng.

- Có nguyện vọng và nộp đủ hồ sơ quy định

- Có đủ sức khỏe làm việc

- Không bị mất hoặc bị hạn chế năng lực hành vi dân sự.

- Không trong thời gian bị truy cứu trách nhiệm hình sự, chấp hành án tù, cải tạo không giam giữ, đang bị quản chế hoặc bị áp dụng các biện pháp giáo dục bắt buộc tại địa phương hoặc bị áp dụng các biện pháp cưỡng chế hành chính như: đưa vào cơ sở chữa bệnh, cơ sở giáo dục nhân phẩm, trong thời gian bị cấm đảm nhiệm chức vụ, cấm hành nghề hoặc làm một số công việc nhất định.

Tiêu chuẩn cụ thể:

- Có năng lực đáp ứng được yêu cầu và phù hợp với chức danh/ vị trí công việc cần tuyển dụng của đơn vị.

- Căn cứ vào tính chất và đặc điểm của chức danh/ vị trí công việc, có thể bổ sung thêm một số điều kiện đặc thù khác.

1.2.3. Đánh giá và xếp loại nhân sự

Định kỳ hằng năm, tổ chức thực hiện đánh giá năng lực, trình độ chuyên môn nghiệp vụ, xếp loại nhân sự.

Mục tiêu của việc đánh giá và xếp loại nhân sự:

- Làm căn cứ đánh giá năng lực thực tế P2 của nhân viên, xếp bậc vị trí công việc P1;

- Làm cơ sở lập kế hoạch đào tạo bồi dưỡng, bố trí nhân lực và trả lương;

- Làm cơ sở để nâng bậc, nâng lương định kỳ cho người lao động hàng năm;
- Tạo áp lực để người lao động nâng cao năng lực, trình độ chuyên môn nghiệp vụ;
- Góp phần trang bị kiến thức, chuyên môn, nghiệp vụ cho người lao động.

Nguyên tắc đánh giá:

- Đảm bảo công bằng, khách quan trong công tác đánh giá năng lực, trình độ người lao động;
- Sử dụng kết quả thi làm cơ sở để đánh giá tỷ lệ P2 thực tế, nâng bậc, nâng lương.

Vị trí, công việc cần kiểm tra, đánh giá: Toàn bộ nhân viên.

Cách thức kiểm tra đánh giá:

Kiểm tra đánh giá theo 3 cách thức:

- Làm bài thi trắc nghiệm (phần lý thuyết);
- Bài thi thực hành;
- Phần thi phỏng vấn trực tiếp hoặc online theo chuyên môn.

1.2.4. Tuyển dụng nhân sự ở VNPT Nghệ An

Căn cứ vào yêu cầu sản xuất kinh doanh, chiến lược phát triển nguồn nhân lực của Tập đoàn và của VNPT Nghệ An.

Nhu cầu tuyển dụng tại VNPT Nghệ An xuất phát từ nhu cầu bổ sung nhân sự để đáp ứng yêu cầu sản xuất kinh doanh, phù hợp với chiến lược phát triển nguồn nhân lực, đảm bảo nguyên tắc hiệu quả, tăng năng suất lao động, hoàn thành các chỉ tiêu về hoạt động sản xuất kinh doanh.

Việc tuyển dụng nhân sự ở VNPT Nghệ An được thực hiện theo Quy chế tuyển dụng do Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam ban hành. Chi tiết về bài toán tuyển dụng nhân sự ở VNPT nghệ An có thể xem thêm ở chương 3.

1.3. Kết luận chương 1

Trong chương 1 đã trình bày các khái niệm của tập mờ liên quan đến bài toán ra quyết định với thông tin mờ. Cụ thể là đã trình bày các khái niệm, cách biểu diễn, các phép toán cơ bản, số mờ tam giác và khoảng cách giữa các tập mờ. Trong phần cuối của chương giới thiệu về bài toán tuyển dụng nhân sự nói chung và tuyển dụng nhân sự ở VNPT Nghệ An nói riêng.

CHƯƠNG 2. CÁC KỸ THUẬT RA QUYẾT ĐỊNH ĐA TIÊU CHUẨN SỬ DỤNG TẬP MỜ

Chương 2 trình bày về bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn và các kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn với thông tin mờ như kỹ thuật TOSIS mờ, ELECTRE mờ và trình bày các ứng dụng tiêu biểu của kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn mờ. Cấu trúc của chương 2 bao gồm 4 phần chính:

- (1) Tổng quan về bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn;
- (2) Các kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn với thông tin mờ;
- (3) Các ứng dụng tiêu biểu của kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn với thông tin mờ;
- (4) Kết luận.

2.1. Bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn

Mô hình ra quyết định đa tiêu chuẩn MCDM (Multiple Criteria Decision Making) dựa trên cơ sở lý thuyết tập mờ là một phương pháp hiệu quả dùng để giải quyết các vấn đề cần lựa chọn ra kết quả phức tạp dựa trên nhiều tiêu chuẩn (định tính và định lượng), đặc biệt với các biến mang tính định tính. Các tiêu chuẩn định tính thường có đặc điểm mơ hồ, khó phân định chính xác, gây khó khăn cho việc tổng hợp kết quả đánh giá theo các tiêu chuẩn và việc đưa ra quyết định [3].

Phương pháp MCDM sẽ lượng hóa các tiêu chuẩn này, tính toán tổng điểm của các đối tượng đánh giá theo trọng số của mỗi tiêu chuẩn và giúp người ra quyết định có được cơ sở chắc chắn và chính xác hơn. Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng MCDM dựa trên các kỹ thuật ra quyết định cho vấn đề tuyển dụng, đánh giá, xếp loại nhân sự. Một số kỹ thuật được sử dụng phổ biến hiện nay như TOPSIS, ELECTRE...

TOPSIS: Là kỹ thuật cung cấp thứ tự ưu tiên của các lựa chọn thay thế tương đương với giải pháp lý tưởng. Thực hiện **tính toán** mô hình để tìm ra 2 điểm gọi là: **giải pháp lý tưởng tích cực** (FPIS) và **giải pháp lý tưởng tiêu cực** (FNIS). Sau đó, **tính khoảng cách của từng giải pháp từ 2 điểm cố định trên**. Sự lựa chọn **tốt nhất** là sự lựa chọn **có khoảng cách ngắn nhất** với **FPIS** và **xa nhất** với **FNIS**.

ELECTRE: Là kỹ thuật sử dụng khái niệm về mối quan hệ giữa các phương án. Kỹ thuật ELECTRE sử dụng **so sánh từng cặp bằng cách dùng chỉ số phù hợp và không phù hợp**.

2.1.1. Khái niệm

Quá trình ra quyết định là một dãy các bước: xác định bài toán, xây dựng trọng số, đánh giá các lựa chọn và xác định lựa chọn tốt nhất (Simon 1977; Keendy and Raiffa 1993; Kleindorfer, Kunreuther, and Schoemaker 1993). Khái niệm ra quyết định đa tiêu chuẩn MCDM là đưa ra các quyết định dựa trên các thuộc tính, thường là xung đột với nhau (Hwang & Yoon, 1981).

2.1.2. Các đặc điểm của ra quyết định đa tiêu chuẩn

Các bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn đều có các đặc điểm chung như sau [3]:

- + Có một lượng xác định các lựa chọn, các phương án cần được đánh giá, xếp hạng;
- + Có nhiều tiêu chuẩn để xem xét, đánh giá;
- + Mỗi tiêu chuẩn có một đơn vị đo lường riêng;
- + Các tiêu chuẩn được xếp hạng, phân độ ưu tiên bởi người ra quyết định hoặc bởi một vài kỹ thuật nào đó;
- + Mỗi bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn đều được biểu diễn dưới dạng ma trận quyết định, có hàng là các lựa chọn/ phương án, cột là các tiêu chuẩn.

2.1.3. Các tiếp cận bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn

Các tiếp cận bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn được phân loại theo thông tin nhận được từ người/ bộ phận ra quyết định: Không có thông tin, thông tin không rõ ràng (mờ), thông tin từ bên ngoài, từ môi trường hoặc thông tin từ các tiêu chuẩn [3] [7] [11].

+ Nếu không có thông tin từ người/bộ phận ra quyết định, chúng ta có phương pháp Dominance.

+ Đối với thông tin từ bên ngoài/ từ môi trường, chúng ta có phương pháp Maximin và Maximax.

+ Đối với thông tin từ các tiêu chuẩn, chúng ta có phương pháp: TOPSIS, ELECTRE...

+ Đối với thông tin mờ từ các tiêu chuẩn, chúng ta có phương pháp: TOPSIS mờ, ELECTRE mờ...

2.2. Các kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn với thông tin mờ

2.2.1. Kỹ thuật **TOPSIS** mờ

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) được giới thiệu lần đầu bởi Yoon và Hwang vào những năm 1980. TOPSIS dựa trên khái niệm đơn giản về khoảng cách giữa các phương án lựa chọn [3]. Một phương án được lựa chọn là tốt nhất nếu lựa chọn này có giá trị gần nhất so với phương án lý tưởng (FPIS - Possive Ideal Solution) và xa nhất so với phương án tồi nhất (FNIS – Negative Ideal Solution). Theo Wang (2007) cho rằng FPIS là bao gồm tất cả những giá trị tốt nhất có thể đạt được của tiêu chuẩn đánh giá, FNIS là bao gồm tất cả những giá trị xấu nhất có thể đạt được của tiêu chuẩn đánh giá.

Kỹ thuật TOPSIS mờ là sự mở rộng của TOSIS truyền thống với các thông tin mờ, thông tin ngôn ngữ.

Cho $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ là tập có m đối tượng cần lựa chọn và $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ là tập có n tiêu chuẩn. Kỹ thuật TOPSIS mờ có 6 bước thực hiện như sau [4]:

Bước 1: Xác định trọng số của các tiêu chuẩn đánh giá

- Các tiêu chuẩn đánh giá của m đối tượng $\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ với tập n tiêu chuẩn $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ được biểu diễn ma trận $X = [x_{ij}]_{m \times n}$. Các hàng của ma trận quyết định chứa các điểm của tiêu chuẩn được đánh giá, các cột chứa các tiêu chuẩn đánh giá được sử dụng để đưa ra quyết định. Ma trận X được xây dựng bởi người ra quyết định, là ma trận trọng số đánh giá và được biểu diễn như sau:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Trong TOPSIS mờ, trọng số của các tiêu chí thường được đánh giá bằng các giá trị ngôn ngữ. Ở đây mỗi giá trị ngôn ngữ được biểu diễn bằng số mờ, có thể là số mờ tam giác hoặc số mờ hình thang. Trong thử nghiệm ở chương 3 chúng tôi sử dụng số mờ tam giác để biểu diễn các giá trị ngôn ngữ.

Bước 2: Xây dựng ma trận quyết định mờ bằng cách lựa chọn các giá trị ngôn ngữ cho các ứng viên theo mỗi tiêu chuẩn

$$D = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ X_{11} & X_{11} & \dots & X_{11} \\ X_{11} & X_{11} & \dots & X_{11} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad i=1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (2.2)$$

Với $\tilde{x}_v = \frac{1}{k}(\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^k)$ và $\tilde{x}_{ij}^k = (\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^k)$

Trong đó, \tilde{x}_{ij}^k là mức độ đánh giá về phương án A_i theo tiêu chuẩn C_j của chuyên gia K và $\tilde{x}_{ij}^k = (a_{ij}^k, b_{ij}^k, c_{ij}^k)$ là các số mờ tam giác

Bước 3: Xây dựng ma trận quyết định chuẩn hóa có trọng số

Để tránh sự phức tạp, ở đây sử dụng cách chuẩn hóa tương tự như trong phương pháp TOPSIS rõ. Công thức chuẩn hóa R cho như sau:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \text{ với } i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n \quad (2.3)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right) \quad c_j^+ = \max\{c_{ij}\}, \text{ với } i=1, 2, \dots, m \quad (2.4)$$

Trên cơ sở, mức độ quan trọng của các tiêu chí, ma trận chuẩn hóa quyết định mờ theo các trọng số được tính như sau:

$$V = [v_{ij}]_{m \times n} \otimes Wj = \begin{bmatrix} r_{11}w_{11} & r_{12}w_{12} & \dots & r_{1n}w_{1n} \\ r_{21}w_{21} & r_{22}w_{22} & \dots & r_{2n}w_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1}w_{m1} & r_{m2}w_{m2} & \dots & r_{mn}w_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Khi đó $V = [v_{ij}]_{m \times n}$ là ma trận trọng số chuẩn hóa của m đối tượng lựa chọn với n tiêu chuẩn đánh giá. Trong đó v_{ij} là trọng số đã chuẩn hóa của đối tượng i và tiêu chuẩn j .

Bước 4. Xác định phương án lý tưởng tốt (FPIS) và phương án lý tưởng xấu (FNIS)

Dựa vào ma trận chuẩn hóa quyết định mờ có trọng số chúng ta thấy các giá trị v_{ij} trong bảng này đều có giá trị không âm và nằm trong đoạn $[0, 1]$. Khi đó, chúng ta tính được phương án lý tưởng tốt (FPIS) và phương án lý tưởng xấu (FNIS) như sau:

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} = \left\{ v_j^+ = \max_i v_{ij}, i = 1, 2, \dots, m \right\}, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.6)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ v_j^- = \min_i v_{ij}, i = 1, 2, \dots, m \right\}, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.7)$$

Để đơn giản ta có thể lấy $v_j^+ = (1,1,1)$ và $v_j^- = (0, 0, 0)$.

Bước 5: Tính khoảng cách từ mỗi phương án đến FPIS và FNIS

Sau khi xác định được FPIS và FNIS, ta ký hiệu d_i^+ và d_i^- tương ứng là khoảng cách của phương án lựa chọn A_i tới FPIS và FNIS. Công thức tính các khoảng cách này được cho như sau:

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(v_{ij} - v_j^+) \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2.8)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(v_{ij} - v_j^-) \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2.9)$$

Bước 6: Tính khoảng cách tương đối gần nhất tới phương án lý tưởng

Khoảng cách tương đối của lựa chọn A_i so với phương án lý tưởng được định nghĩa như sau:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.10)$$

Sắp xếp các khoảng cách tính được ở bước 6 theo thứ tự giảm dần. Phương án tốt nhất là phương án có CC_i^* lớn nhất.

Công thức 2.10 cho thấy nếu $CC_i = 1$ thì phương án được chọn chính là A^+ .

2.2.2. Kỹ thuật ELECTRE mờ

ELECTRE mờ (Elimination Et Choice Translating REality) là một trong những phương pháp ra quyết định đa tiêu chí với thông tin mờ để giải quyết sự mơ hồ của các khái niệm có liên quan đến các phán đoán của người đưa ra quyết định. Sau đây giới thiệu các bước thực hiện trong kỹ thuật ELECTRE mờ được đề xuất bởi Sebkli [12]:

Bước 1: Xác định trọng số của các tiêu chuẩn dựa trên mức độ quan trọng của chúng

Đầu tiên, những người ra quyết định phải xác định trọng số của tiêu chuẩn dựa trên mức độ quan trọng của các tiêu chuẩn, sau đó các trọng số này được thay đổi dưới dạng trọng số mờ kết hợp (w_j) và được xác định bởi số mờ tam giác $w_j = (l_j, m_j, u_j)$. Trong đó, các tham số của mỗi trọng số mờ kết hợp được xác định theo công thức:

$$l_j = \min_k \{y_{jk}\} \quad m_j = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^k y_{jk} \quad u_j = \max_k \{y_{jk}\} \quad (2.11)$$

Các trọng số mờ kết hợp của mỗi tiêu chí được chuẩn hóa như sau:

$$\tilde{w} = (w_j^1, w_j^2, w_j^3) \quad (2.12)$$

Trong đó w_j được xác định theo công thức sau:

$$w_j^1 = \frac{1/l_j}{\sum_{j=1}^n 1/l_j} \quad w_j^2 = \frac{1/m_j}{\sum_{j=1}^n 1/m_j} \quad w_j^3 = \frac{1/u_j}{\sum_{j=1}^n 1/u_j} \quad (2.13)$$

Ta có ma trận chuẩn hóa của trọng số mờ kết hợp:

$$\tilde{W} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \tilde{w}_3) \quad (2.14)$$

Bước 2: Xác định ma trận quyết định

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

Trong đó $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ và x_{ij} là giá trị của phương án lựa chọn i với tiêu chuẩn j .

Bước 3: Chuẩn hóa ma trận quyết định R

Sau khi xác định ma trận quyết định X , thực hiện chuẩn hóa ma trận X theo công thức tại phương trình sau, ta thu được ma trận quyết định chuẩn hóa R :

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n) \quad (2.16)$$

Ma trận quyết định chuẩn hóa R có dạng:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

Trong đó:

r_{ij} là giá trị chuẩn hóa của phương án lựa chọn i với tiêu chuẩn j ,

x_{ij} là giá trị của phương án lựa chọn i với tiêu chuẩn j ,

m là tổng số phương án lựa chọn,

n là tổng số tiêu chuẩn.

Bước 4: Ma trận chuẩn hóa quyết định với trọng số

Sau khi thực hiện chuẩn hóa ma trận quyết định ta được ma trận chuẩn hóa R (xem công thức 2.17). Lấy mỗi cột trong ma trận R nhân với các trọng số w_{ij} được xác định bởi các người ra quyết định ta được ma trận V là ma trận chuẩn hóa với trọng số cho mỗi tiêu chuẩn được xác định như sau:

$$\tilde{V} = [\widetilde{v}_{ij}]_{m \times n}, \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ và } j = 1, 2, \dots, n \quad (2.18)$$

Với $\tilde{v}_{ij} = r_{ij} \times \tilde{w}_{ij}$

Ta có:

$$V^1 = \begin{bmatrix} v_{11}^1 & v_{12}^1 & \dots & v_{1n}^1 \\ v_{21}^1 & v_{22}^1 & \dots & v_{2n}^1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1}^1 & v_{m2}^1 & \dots & v_{mn}^1 \end{bmatrix}$$

$$V^2 = \begin{bmatrix} v_{11}^2 & v_{12}^2 & \dots & v_{1n}^2 \\ v_{21}^2 & v_{22}^2 & \dots & v_{2n}^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1}^2 & v_{m2}^2 & \dots & v_{mn}^2 \end{bmatrix} \quad (2.19)$$

$$V^3 = \begin{bmatrix} v_{11}^3 & v_{12}^3 & \dots & v_{1n}^3 \\ v_{21}^3 & v_{22}^3 & \dots & v_{2n}^3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1}^3 & v_{m2}^3 & \dots & v_{mn}^3 \end{bmatrix}$$

Trong đó:

v_{ij} là các giá trị của ma trận quyết định chuẩn hóa với trọng số,

w_j là trọng số của tiêu chuẩn thứ j ,

r_{ij} là các giá trị của ma trận quyết định chuẩn hóa,

V^1 là ma trận chuẩn hóa với trọng số W_1 ,

V^2 là ma trận chuẩn hóa với trọng số W_2 ,

V^3 là ma trận chuẩn hóa với trọng số W_3 .

Bước 5: Xác định chỉ số của các tập phù hợp và không phù hợp

Với mỗi cặp phương án lựa chọn A_k và A_l ($k, l = 1, 2, 3, \dots, m$) ma trận quyết định theo tiêu chuẩn j được chia làm 2 tập con. Tập đầu tiên gọi là tập phù hợp $\{C_{kl}\}$ là tổng trọng số tiêu chuẩn với phương án A_k tốt hơn phương án A_l :

$$C_{kl} = \{j \mid v_{kj} \geq v_{lj}\} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2.20)$$

Tập thứ hai là tập không phù hợp $\{D_{kl}\}$ được xác định bởi:

$$D_{kl} = \{j \mid v_{kj} < v_{lj}\} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2.21)$$

Bước 6: Tính chỉ số của tập phù hợp và chỉ số của tập không phù hợp

C_{pq}

Công thức tính chỉ số tập phù hợp là:

$$C_{pq}^1 = \sum_{j^*} w_{j1} \quad C_{pq}^2 = \sum_{j^*} w_{j2} \quad C_{pq}^3 = \sum_{j^*} w_{j3} \quad (2.22)$$

Trong đó j^* là tiêu chuẩn trong tập phù hợp.

Công thức tính chỉ số tập không phù hợp là:

$$\begin{aligned}
 D_{pq}^1 &= \frac{\sum_{j+} |v_{pj+}^1 - v_{qj+}^1|}{\sum_j |v_{pj}^1 - v_{qj}^1|} \\
 D_{pq}^2 &= \frac{\sum_{j+} |v_{pj+}^2 - v_{qj+}^2|}{\sum_j |v_{pj}^2 - v_{qj}^2|} \\
 D_{pq}^3 &= \frac{\sum_{j+} |v_{pj+}^3 - v_{qj+}^3|}{\sum_j |v_{pj}^3 - v_{qj}^3|}
 \end{aligned} \tag{2.23}$$

Bước 7: Tính tập phù hợp và tập không phù hợp

Tập phù hợp (C_{pq}^*) và tập không phù hợp (D_{pq}^*) được xác định theo công thức sau:

$$C_{pq}^* = \sqrt[z]{\prod_{z=1}^z C_{pq}^z} \quad D_{pq}^* = \sqrt[z]{\prod_{z=1}^z D_{pq}^z} \quad z = 3 \tag{2.24}$$

Công thức 2.24 là quá trình giải mờ, một phương án lựa chọn tốt hơn nếu giá trị tập phù hợp cuối cùng lớn hơn và giá trị tập không phù hợp cuối cùng bé hơn so với các phương án lựa chọn khác.

Bước 8: Xếp hạng các phương án

Thực hiện xếp hạng các phương án theo công thức 2.25 để được phương án lựa chọn tốt nhất:

$$C(p, q) \geq C \text{ và } D(p, q) \leq D \tag{2.25}$$

Trong đó C và D là trung bình của $C(p, q)$ và $D(p, q)$.

Ví dụ 2.1. Sau đây là một ví dụ mô tả ứng dụng kỹ thuật ELECTRE mờ để quyết định lựa chọn nhà cung cấp vật liệu xi măng dựa trên nhiều tiêu chuẩn khác nhau [12].

Giả sử kết quả khảo sát về mức độ quan trọng của các tiêu chí để đánh giá chất lượng mua sắm vật liệu xi măng như Bảng 2.1 dưới đây:

Mã	Tiêu chí	Mức độ quan trọng
C1	Giá cả	Rất quan trọng (VI)
C2	Chất lượng	Quan trọng (I)
C3	Thời gian giao hàng	Quan trọng (I)
C4	Tài chính	Quan trọng (I)
C5	K3L	Ít quan trọng (QI)

Bảng 2.1. Bảng mức độ quan trọng của các tiêu chí đánh giá

Dữ liệu dùng để đánh giá nhà cung cấp được khảo sát từ 2 dự án đối 4 nhà cung cấp theo mức độ tỷ lệ trong các Bảng 2.2 và bảng 2.3 dưới đây.

Tiêu chí	A1	A2	A3	A4
Giá cả	100	60	80	90
Chất lượng	100	90	100	90
Thời gian giao hàng	100	80	100	80
Tài chính	80	80	80	80
K3L	80	80	100	80

Bảng 2.2. Dữ liệu đánh giá tiêu chí của các nhà cung cấp trong dự án 1

Tiêu chí	A1	A2	A3	A4
Giá cả	80	100	100	90
Chất lượng	90	80	80	80
Thời gian giao hàng	80	80	90	80
Tài chính	80	80	80	80
K3L	80	80	80	80

Bảng 2.3. Dữ liệu đánh giá tiêu chí của các nhà cung cấp trong dự án 2

Sử dụng kỹ thuật ELETRE để đánh giá đưa ra lựa chọn nhà cung cấp tốt nhất.

(1) *Chuyển đổi trọng số* của các tiêu chí thành thang đo TFN và tính toán trọng số mờ kết hợp. Các Bảng 2.4 và 2.5 dưới đây là thang đo TFN cho các trọng số của các tiêu chí:

Trọng số	Biến ngôn ngữ	L	M	U
1	Rất không quan trọng	0.00	0.1	0.25
2	Không quan trọng	0.15	0.3	0.46
3	Ít quan trọng	0.35	0.5	0.65
4	Quan trọng	0.55	0.7	0.85
5	Rất quan trọng	0.75	0.9	1.00

Bảng 2.4. Bảng trọng số các tiêu chí theo thang đo TFN

Tiêu chí	Trọng số	TFN		
		L	M	U
C1	5	0.75	0.9	1
C2	4	0.55	0.7	0.85
C3	4	0.55	0.7	0.85
C4	4	0.55	0.7	0.85
C5	3	0.35	0.5	0.65

Bảng 2.5. Bảng kết quả chuyển đổi trọng số sang thang đo TFN của các tiêu chí

Tính trọng số mờ kết hợp tại Bảng 2.6:

Tiêu chí	W1	W2	W3
C1	0.138	0.15	0.165
C2	0.189	0.193	0.194
C3	0.189	0.193	0.194
C4	0.189	0.193	0.194
C5	0.296	0.27	0.254

Bảng 2.6. Bảng chuẩn hóa trọng số mờ kết hợp

(2) Xác định ma trận quyết định

Giá trị của ma trận quyết định thu được từ các khảo sát đối với một dự án trên từng tiêu chí được minh họa trong Bảng 2.7.

Tiêu chí	A1	A2	A3	A4
C1	100	60	80	90
C2	100	90	100	90
C3	100	80	100	80
C4	80	80	80	80
C5	80	80	100	80

Bảng 2.7. Ma trận quyết định dự án

(3) Tính toán ma trận quyết định được chuẩn hóa

Bảng 2.8 là kết quả tính toán ma trận quyết định được chuẩn hóa đối với dự án đã nêu.

Tiêu chí	A1	A2	A3	A4
C1	0.597	0.358	0.477	0.537
C2	0.526	0.473	0.526	0.473
C3	0.552	0.442	0.552	0.442
C4	0.5	0.5	0.5	0.5
C5	0.468	0.468	0.585	0.468

Bảng 2.8. Ma trận quyết định được chuẩn hóa của dự án

(4) Tính toán ma trận quyết định được chuẩn hóa có trọng số

Đối với số liệu dự án đã nêu ta được 3 ma trận quyết định được chuẩn hóa có trọng số V1, V2 và V3 tương ứng tại các Bảng 2.9, 2.10 và 2.11.

Tiêu chí	A1	A2	A3	A4
C1	0.082	0.049	0.066	0.074
C2	0.099	0.089	0.099	0.089
C3	0.104	0.084	0.104	0.084
C4	0.095	0.095	0.095	0.095
C5	0.139	0.139	0.173	0.139

Tiêu chí	A1	A2	A3	A4
C1	0.082	0.049	0.066	0.074
C2	0.099	0.089	0.099	0.089
C3	0.104	0.084	0.104	0.084
C4	0.095	0.095	0.095	0.095
C5	0.139	0.139	0.173	0.139

Bảng 2.9. Ma trận quyết định được chuẩn hóa có trọng số V1 của dự án

Bảng 2.10. Ma trận quyết định được chuẩn hóa có trọng số V2 của dự án

Tiêu chí	A1	A2	A3	A4
C1	0.082	0.049	0.066	0.074
C2	0.099	0.089	0.099	0.089
C3	0.104	0.084	0.104	0.084
C4	0.095	0.095	0.095	0.095
C5	0.139	0.139	0.173	0.139

Bảng 2.11. Ma trận quyết định được chuẩn hóa có trọng số V3 của dự án

(5) Tính toán tập phù hợp và tập không phù hợp

Mã	C1	C2	C3	C4	C5
A12	1	1	1	1	1
A13	1	1	1	1	0
A14	1	1	1	1	1
A21	0	0	0	1	1
A23	0	0	0	1	0
A24	0	1	1	1	1
A31	0	1	1	1	1
A32	1	1	1	1	1
A34	0	1	1	1	1
A41	0	0	0	1	1
A42	1	1	1	1	1
A43	1	0	0	1	0

Bảng 2.12. Tập phù hợp

Mã	C1	C2	C3	C4	C5
A12	0	0	0	0	0
A13	0	0	0	0	1
A14	0	0	0	0	0
A21	1	1	1	0	0
A23	1	1	1	0	1
A24	1	0	0	0	0
A31	1	0	0	0	0
A32	0	0	0	0	0
A34	1	0	0	0	0
A41	1	1	1	0	0
A42	0	0	0	0	0
A43	0	1	1	0	1

Bảng 2.13. Tập không phù hợp

(6) Tính chỉ số tập phù hợp và tập không phù hợp

Mã	Chỉ số phù hợp 1	Chỉ số phù hợp 2	Chỉ số phù hợp 3
A12	1	1	1
A13	0.71	0.73	0.75
A14	1	1	1
A21	0.49	0.46	0.45
A23	0.19	0.19	0.19
A24	0.86	0.85	0.84
A31	0.86	0.85	0.84
A32	1	1	1
A34	0.86	0.85	0.84
A41	0.49	0.46	0.45
A42	1	1	1
A43	0.33	0.34	0.36

Bảng 2.14. Chỉ số tập phù hợp

Mã	Chỉ số không phù hợp 1	Chỉ số không phù hợp 2	Chỉ số không phù hợp 3
A12	0	0	0
A13	0.68	0.64	0.6
A14	0	0	0
A21	1	1	1
A23	1	1	1
A24	1	1	1
A31	0.32	0.36	0.4
A32	0	0	0
A34	0.11	0.12	0.14
A41	1	1	1
A42	0	0	0
A43	0.89	0.88	0.86

Bảng 2.15. Chỉ số tập không phù hợp

(7) Tính toán chỉ số cuối của tập phù hợp và tập không phù hợp

Mã	Chỉ số cuối của tập phù hợp	Chỉ số cuối của tập không phù hợp
A12	1	0

Mã	Chỉ số cuối của tập phù hợp	Chỉ số cuối của tập không phù hợp
A13	0.73	0.64
A14	1	0
A21	0.47	1
A23	0.19	1
A24	0.85	1
A31	0.85	0.36
A32	1	0
A34	0.85	0.12
A41	0.47	1
A42	1	0
A43	0.34	0.88

Bảng 2.16. Chỉ số cuối của tập phù hợp và tập không phù hợp

(8) Xếp hạng các phương án

Nhà cung cấp	Giá trị	Xếp hạng
A1	2.09	2
A2	-1.49	4
A3	2.22	1
A4	0.07	3

Bảng 2.17. Xếp hạng nhà cung cấp đối với dự án

Căn cứ bảng xếp hạng 2.17 ta thấy nhà cung cấp A3 là nhà cung cấp tốt nhất đối với dự án.

2.3. Các ứng dụng tiêu biểu của kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn mờ

Kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn mờ đã được sử dụng trong rất nhiều các ứng dụng khác nhau trên rất nhiều lĩnh vực như kỹ thuật, quản trị kinh doanh, khoa học và công nghệ [12]

Các ứng dụng tiêu biểu trong lĩnh vực kỹ thuật bao gồm lĩnh vực công trình dân dụng (lựa chọn tuabin gió tốt nhất dựa trên tiện ích đa nhân tích hợp đa tiêu chí; hệ thống đánh giá xếp hạng dụng cụ hỗ trợ tập luyện thể dục thể thao dựa trên các giá trị đo lường đối tượng); lĩnh vực kỹ thuật công nghiệp (xử lý vấn đề cân bằng trọng tải trong môi trường mờ); lĩnh vực khoa học máy tính (ứng dụng gợi ý thiết lập giá phòng khách sạn khi có các sự kiện lớn); lĩnh vực kỹ thuật điện (thuật toán

lựa chọn địa điểm nhà máy điện hạt nhân); lĩnh vực cơ khí (lựa chọn robot cho các khâu tự động trong xưởng đúc).

Các ứng dụng tiêu biểu trong lĩnh vực quản trị kinh doanh bao gồm lĩnh vực quản lý chất lượng sản phẩm; các vấn đề quản lý hoạch định chiến lược; quản trị nguồn nhân lực; phương pháp tiếp thị; lĩnh vực quản trị rủi ro; thông tin thị trường; quản lý kinh tế vĩ mô, vi mô, ...

Các ứng dụng tiêu biểu trong lĩnh vực khoa học và công nghệ bao gồm các lĩnh vực trong toán học ứng dụng; khoa học môi trường; kỹ thuật vận chuyển; lĩnh vực quản lý tài nguyên thiên nhiên, môi trường,

2.4. Kết luận chương 2

Các kỹ thuật trên, với các nguyên lý khác nhau đã được áp dụng trong các bài toán ra quyết định. Ta sẽ thực hiện so sánh các phương pháp này dựa trên các khía cạnh sau: về mô hình, nguyên lý tính toán, tính nhất quán, cấu trúc bài toán và kết quả cuối cùng [1].

Về mô hình

TOPSIS mờ và ELECTRE mờ cho phép cân bằng các yếu tố giữa các thuộc tính để đạt được sự kết hợp tốt nhất. Tuy nhiên, mỗi kỹ thuật đều sử dụng một khái niệm riêng cho sự cân bằng này. ELECTRE mờ thì theo mô hình tương thích, trong đó dựa vào độ yêu thích hơn để đo độ tương thích. TOPSIS mờ lại theo mô hình thỏa hiệp với ý tưởng là không có giải pháp lý tưởng, nhưng giải pháp với các giá trị tối ưu trên tất cả các thuộc tính sẽ được lựa chọn.

Nguyên lý tính toán

ELECTRE mờ tập trung vào nguyên lý so sánh từng cặp bằng cách sử dụng các chỉ số phù hợp và chỉ số không phù hợp. TOPSIS mờ tính toán khoảng cách ngắn nhất của một phương án với phương án tốt nhất và khoảng cách dài nhất với phương án tồi nhất.

Tính nhất quán

ELECTRE mờ có tính nhất quán thông qua các giá trị ngưỡng được tạo qua các chỉ số. Tuy nhiên TOPSIS mờ không có tính nhất quán bởi vì chúng không có chỉ số so sánh.

ELECTRE mờ dựa trên logic mờ một chiều, không phụ thuộc tới số lượng thuộc tính và phương án. TOPSIS mờ có thể giải quyết bài toán lựa chọn. Tuy nhiên, do tính toán đơn giản nên hỗ trợ tốt đối với những bài toán có số lượng thuộc tính và phương án lựa chọn lớn.

Kết quả cuối cùng

Kết quả cuối cùng chỉ ra xếp hạng cuối cùng của các phương án dưới các phương pháp khác nhau. Phương pháp TOPSIS mờ cho kết quả lựa chọn cuối cùng trong bài toán ra quyết định. Còn phương pháp ELECTRE mờ chỉ cho ra kết quả một phần do sử dụng chỉ số ngưỡng phù hợp và ngưỡng không phù hợp. Kết quả so sánh 2 kỹ thuật này có thể tổng hợp lại như bảng 2.18.

Bảng 2.18. So sánh các phương pháp ra quyết định đa tiêu chuẩn

	TOPSIS mờ	ELECTRE mờ
Mô hình	Mô hình thỏa hiệp	Mô hình tương thích
Nguyên lý tính toán	Nguyên lý khoảng cách	Nguyên lý so sánh từng cặp
Tính nhất quán	Không	Có
Cấu trúc bài toán	Nhiều tiêu chuẩn và nhiều phương án	Nhiều tiêu chuẩn
Kết quả cuối cùng	Có	Không

Dựa vào so sánh trên ta thấy, kỹ thuật TOPSIS mờ có thể áp dụng với bài toán nhiều thuộc tính và nhiều tiêu chuẩn, thực hiện tính toán đơn giản và nhanh hơn so với các kỹ thuật còn lại. Kỹ thuật ELECTRE mờ không cho ra kết quả cuối cùng nhưng có tính năng loại bỏ đi các phương án không có khả năng được lựa

chọn nên rất phù hợp để sử dụng trước một kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn khác.

Trong khuôn khổ đề tài, với bài toán ứng tuyển dụng nhân sự, chúng tôi sẽ tập trung nghiên cứu và thực nghiệm kỹ thuật TOPSIS mờ trong bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn.

CHƯƠNG 3. THỬ NGHIỆM PHƯƠNG PHÁP TOPSIS MỜ CHO BÀI TOÁN TUYỂN DỤNG NHÂN SỰ Ở VNPT NGHỆ AN

Chương này trình bày mô hình hóa bài toán tuyển dụng nhân sự, bao gồm xây dựng các tiêu chí của bài toán tuyển dụng ở VNPT Nghệ An, xác định trọng số của tiêu chí đánh giá, xây dựng bảng kết quả đánh giá của ứng viên, xây dựng ma trận trọng số chuẩn hóa, tính liên kết mờ và khoảng cách tương đối. Cuối cùng là cài đặt thử nghiệm đánh giá kết quả.

3.1. Mô hình hóa bài toán

3.1.1. Xây dựng tiêu chí của bài toán tuyển dụng ở VNPT Nghệ An

Thông thường các nhà tuyển dụng đều sử dụng mô hình ASK nổi tiếng, phổ biến trong quản trị nhân sự để đánh giá, tuyển dụng, đào tạo và phát triển năng lực cá nhân. Mô hình này đưa ra các tiêu chuẩn nghề nghiệp cho các chức danh công việc trong tổ chức dựa trên ba nhóm tiêu chuẩn chính: Phẩm chất hay thái độ (Attitude), Kỹ năng (Skills) và Kiến thức (Knowledges). Benjamin Bloom (1956), người có nhiều đóng góp cho mô hình ASK cho rằng: Phẩm chất/ Thái độ (Attitude): thuộc về phạm vi cảm xúc, tình cảm (Affective). Kỹ năng (Skills): kỹ năng thao tác (Manual or physical). Kiến thức (Knowledge): thuộc về năng lực tư duy (Cognitive) [9].

Quy trình tuyển dụng tại VNPT Nghệ An bao gồm 3 bước. Bước một thực hiện thu nhận và xét duyệt sơ hồ sơ để đảm bảo tính xác thực các tiêu chí đầu vào như trình độ, bằng cấp, chuyên môn cần tuyển dụng. Bước hai tổ chức thi kiểm tra trình độ chuyên môn nghiệp vụ bằng hình thức trắc nghiệm được chấm điểm theo đáp án có sẵn. Các nhân sự được tuyển chọn sơ bộ qua hai bước đầu tiên sẽ phải tham gia bước thứ ba. Đây là bước cuối cùng để quyết định có tuyển dụng nhân sự vào làm việc được hay không. Tại đây, một hội đồng phỏng vấn gồm 6 người cùng phỏng vấn và đưa ra đánh giá riêng đối với từng nhân sự.

Vòng phỏng vấn của VNPT Nghệ An về cơ bản dựa trên mô hình ASK chuẩn để xây dựng các tiêu chí đánh giá. Cụ thể được xây dựng theo 05 tiêu chí như Bảng 3.1 dưới đây.

Bảng 3.1. Nhóm tiêu chí đánh giá tuyển dụng nhân sự vòng phỏng vấn

STT	Tiêu chí	Mô tả tiêu chí
1	C1-Kỹ năng giao tiếp	Chào và phục vụ khách hàng; kỹ năng nói diễn đạt ý; sự tự tin; khả năng xử lý tình huống đối với khách hàng, ...
2	C2-Kỹ năng về chuyên môn nghiệp vụ	Hiểu biết về lĩnh vực Kỹ thuật Viễn thông, CNTT, về VNPT, về VNPT Nghệ An
3	C3-Kinh nghiệm làm việc	Những trải nghiệm thực tế trong thời sinh viên hoặc trong quá trình đi làm có liên quan
4	C4- Khả năng chịu áp lực công việc	Khả năng chịu áp lực công việc cường độ cao, khả năng làm việc độc lập, khả năng làm việc nhóm
5	C5-Thái độ làm việc	Tinh thần trách nhiệm, đạo đức nghề nghiệp, tính phù hợp với văn hóa VNPT nói chung và VNPT Nghệ An nói riêng

3.1.2. Xác định trọng số của tiêu chí đánh giá

Các đánh giá của từng tiêu chí được định tính bởi các biến ngôn ngữ như Bảng 3.2 dưới đây, mỗi biến ngôn ngữ được định lượng tương ứng với tập trọng số xác định bởi số mờ tam giác.

Từng ứng viên tham gia phỏng vấn được đánh giá định tính bằng tập biến ngôn ngữ bởi các thành viên hội đồng mô tả tại Bảng 3.3 và được xếp theo thứ tự từ cao xuống thấp gồm: Rất tốt, tốt, khá, trung bình khá, trung bình, kém, rất kém. Tập biến ngôn ngữ này được định lượng tương ứng với tập trọng số xác định bởi số mờ tam giác.

Bảng 3.2. Tập biến ngôn ngữ sử dụng để đánh giá các tiêu chí

STT	Biến ngôn ngữ	Số mờ tam giác tương ứng
1	Rất cao (VH)	(0.8, 1, 1)
2	Cao (H)	(0.7, 0.8, 0.9)
3	Cao vừa (MH)	(0.5, 0.6, 0.8)
4	Trung bình (M)	(0.4, 0.5, 0.6)
5	Trung bình thấp (ML)	(0.2, 0.35, 0.5)
6	Thấp (L)	(0.1, 0.2, 0.3)
7	Rất thấp (VL)	(0, 0, 0.2)

Bảng 3.3. Tập biến ngôn ngữ để đánh giá ứng viên tham gia phỏng vấn

STT	Biến ngôn ngữ	Số mờ tam giác tương ứng
1	Rất tốt (VG)	(8, 10, 10)
2	Tốt (G)	(7, 8, 9)
3	Khá (MG)	(5, 6, 8)
4	Trung bình khá (F)	(4, 5, 6)
5	Trung bình (MP)	(2, 3.5, 5)
6	Kém (P)	(1, 2, 3)
7	Rất kém (VP)	(0, 0, 2)

Kết quả đánh giá của hội đồng phỏng vấn đối với từng nhân sự là một tập quyết định với thông tin định tính là các biến ngôn ngữ hay còn gọi là thông tin mờ. Hội đồng có 6 người nên sẽ có 6 tập quyết định với thông tin mờ được đưa ra cho các ứng viên.

3.2. Cài đặt thử nghiệm

3.2.1. Dữ liệu từ các hồ sơ ứng viên dự tuyển ở VNPT Nghệ An

Năm 2019 có 12 ứng viên tham gia thi tuyển vào làm việc tại VNPT Nghệ An. Sau các bước 1 và bước 2 đã loại bỏ 7 ứng viên, chỉ còn 5 ứng viên đủ điều kiện vào bước 3 là vòng phỏng vấn để lựa chọn ra ứng viên tốt nhất.

Hội đồng phỏng vấn có 6 thành viên ký hiệu D1 đến D6. Mỗi thành viên hội đồng đều có đánh giá định tính đối với tập 5 tiêu chí C1 đến C5 tại Bảng 3.4.

Bảng 3.4. Bảng đánh giá của các thành viên hội đồng đối với 5 tiêu chí

Tiêu chí	Thành viên hội đồng đánh giá					
	D1	D2	D3	D4	D5	D6
C1	VH	VH	H	VH	H	VH
C2	VH	VH	VH	VH	H	VH
C3	H	MH	M	VH	H	VH
C4	VH	H	H	H	H	VH
C5	H	H	L	H	H	MH

Thực hiện đánh số 5 ứng viên tham gia phỏng vấn từ A1 đến A5. Tất cả các câu hỏi liên quan đến 5 tiêu chí C1 đến C5 mô tả tại Bảng 3.1 đều được 6 thành viên hội đồng phỏng vấn hỏi tất cả ứng viên và đều có kết quả đánh giá định tính bằng biến ngôn ngữ tại Bảng 3.5.

Bảng 3.5. Bảng tổng hợp kết quả đánh giá định tính bằng biến ngôn ngữ từng ứng viên theo 5 tiêu chí của 6 thành viên hội đồng

Tiêu chí	Ứng viên	Thành viên hội đồng đánh giá					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
C1	A1	G	G	G	MG	G	MG
	A2	G	G	VG	VG	G	MG
	A3	MG	G	F	F	G	F
	A4	G	G	G	G	G	G
	A5	VG	VG	G	VG	G	G

Tiêu chí	Ứng viên	Thành viên hội đồng đánh giá					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
C2	A1	G	G	G	MG	VG	G
	A2	VG	VG	VG	VG	VG	G
	A3	VG	VG	VG	G	VG	VG
	A4	G	G	MG	G	G	MG
	A5	G	G	G	VG	G	VG
C3	A1	G	G	MG	G	MG	MG
	A2	F	MP	MP	F	F	F
	A3	VG	VG	VG	VG	VG	VG
	A4	G	MG	G	F	MG	F
	A5	VG	VG	VG	VG	VG	VG
C4	A1	VG	G	G	G	G	G
	A2	G	MG	MG	MG	MG	MG
	A3	MG	F	MG	F	MG	MG
	A4	VG	G	G	G	G	VG
	A5	P	MP	F	F	MP	P
C5	A1	F	F	F	F	F	F
	A2	G	MG	MG	G	G	G
	A3	VG	VG	VG	VG	VG	VG
	A4	G	VG	VG	VG	VG	VG
	A5	VG	VG	VG	VG	VG	VG

3.2.2. Xây dựng ma trận trọng số chuẩn hóa

Dựa trên tập trọng số mờ tam giác tương ứng với các biến ngôn ngữ được mô tả tại Bảng 3.2 và Bảng 3.3, các biến ngôn ngữ được hiển thị trong Bảng 3.4 và Bảng 3.5 được chuyển đổi thành số mờ tam giác để tạo thành ma trận quyết định mờ như trong Bảng 3.6.

Bảng 3.6. Ma trận quyết định mờ và các trọng số mờ của các ứng viên

	A1	A2	A3	A4	A5	Trọng số
C1	(6.3,7.3,8.7)	(6.8,8,9)	(6.3,7.3,8.7)	(7.2,8.3,9.2)	(4,5,6)	(0.77,0.93,0.97)
C2	(7,8.3,9.2)	(7.8,9.7,9.8)	(3.3,4.5,5.7)	(5.3,6.3,8.2)	(6.3,6.3,8.7)	(0.78,0.97,0.98)
C3	(5.4,6.2,7.3)	(7.8,9.7,9.8)	(8,10,10)	(4.7,5.7,7.3)	(8,10,10)	(0.57,0.78,0.87)
C4	(7,8,9)	(6.3,7.3,8.7)	(5.3,6.3,7.7)	(7.3,8.7,9.3)	(7.7,9.3,7.7)	(0.73,0.87,0.93)
C5	(7.5,9,9.5)	(7.3,8.7,9.3)	(8,10,10)	(2,3.5,4.7)	(8,10,10)	(0.52,0.62,0.73)

Ma trận quyết định mờ được chuẩn hóa tại Bảng 3.7 và ma trận quyết định mờ được chuẩn hóa bởi trọng số tại Bảng 3.8.

Bảng 3.7. Ma trận quyết định mờ được chuẩn hóa

	A1	A2	A3	A4	A5
C1	(0.67,0.77,0.91)	(0.69,0.81,0.92)	(0.63,0.73,0.87)	(0.77,0.89,0.98)	(0.4,0.5,0.6)
C2	(0.74,0.88,0.96)	(0.80,0.98,1)	(0.33,0.45,0.57)	(0.57,0.68,0.88)	(0.63,0.73,0.87)
C3	(0.57,0.65,0.77)	(0.80,0.98,1)	(0.8,1,1)	(0.5,0.61,0.79)	(0.8,1,1)
C4	(0.74,0.84,0.95)	(0.64,0.75,0.88)	(0.53,0.63,0.77)	(0.79,0.93,1)	(0.77,0.93,0.97)
C5	(0.79,0.95,1)	(0.75,0.88,0.95)	(0.8,1,1)	(0.25,0.38,0.5)	(0.8,1,1)

Bảng 3.8. Ma trận quyết định mờ được chuẩn hóa bởi trọng số

	A1	A2	A3	A4	A5
C1	(0.51,0.72,0.88)	(0.54,0.79,0.9)	(0.36,0.57,0.75)	(0.56,0.77,0.92)	(0.21,0.31,0.44)
C2	(0.56,0.82,0.93)	(0.62,0.95,0.98)	(0.19,0.35,0.49)	(0.42,0.59,0.82)	(0.33,0.45,0.64)
C3	(0.44,0.61,0.75)	(0.62,0.95,0.98)	(0.45,0.78,0.87)	(0.37,0.53,0.73)	(0.41,0.62,0.73)
C4	(0.56,0.79,0.92)	(0.5,0.72,0.87)	(0.3,0.5,0.66)	(0.58,0.8,0.93)	(0.4,0.58,0.71)
C5	(0.61,0.88,0.97)	(0.8,0.85,0.93)	(0.45,0.78,0.87)	(0.18,0.33,0.47)	(0.47,0.62,0.73)

3.2.3. Tính các giá trị liên kết mờ và khoảng cách tương đối

Sau khi xây dựng ma trận quyết định mờ đã chuẩn hóa bởi trọng số, FPIS và FNIS được xác định như sau:

$$A^+ = [(1,1,1), (1,1,1), (1,1,1), (1,1,1), (1,1,1)]$$

$$A^- = [(0,0,0), (0,0,0), (0,0,0), (0,0,0), (0,0,0)]$$

Lúc này khoảng cách của từng ứng viên đến FPIS và FNIS được xác định. Kết quả tính toán tất cả khoảng cách tương đối tới FPIS và FNIS được thể hiện trong Bảng 3.9.

	d_i^+	d_i^-	CC_i
A1	2.07	3.16	0.604
A2	2.13	3.14	0.596
A3	1.91	3.22	0.628
A4	1.88	3.35	0.640
A5	1.96	3.31	0.628

Bảng 3.9. Bảng tính khoảng cách tương đối

3.2.4. Kết quả thử nghiệm với TOPSIS mờ

Theo kết quả tính toán khoảng cách tương đối, phương án tốt nhất là phương án 4 vì khoảng cách tương đối CC_i^* của nó có giá trị cao nhất. Căn cứ vào số lượng tuyển dụng được xác định và khoảng cách tương đối CC_i ta có thể chọn các ứng viên tiếp theo.

Vấn đề ra quyết định là quá trình tìm ra lựa chọn tốt nhất từ tất cả các phương án và bài toán tuyển dụng lựa chọn nhân sự là một ví dụ rất phù hợp cho loại vấn đề này. Trong trường hợp không chắc chắn, lý thuyết mờ có thể được sử dụng để giải quyết nó. Trong khuôn khổ luận văn này, kỹ thuật TOPSIS mờ đã được sử dụng để giải bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn với thông tin mờ. Kết quả thực nghiệm cho thấy phương án thứ tư được xác định là phương án tốt nhất vì có hệ số cao nhất.

3.3. Kết luận chương 3

Kỹ thuật TOPSIS mờ là một trong những kỹ thuật hữu ích giúp nhà quản lý đưa ra quyết định có căn cứ khoa học, khách quan và hạn chế những yếu tố mang tính chủ quan. Kỹ thuật này đã được ứng dụng khá rộng rãi trong nhiều lĩnh vực

khác như quyết định chọn lựa dự án đầu tư, đánh giá độ tin cậy của thông tin, đánh giá chất lượng của sản phẩm, đánh giá mức độ an toàn của sản phẩm... Luận văn này với mục tiêu thử nghiệm kỹ thuật TOPSIS với thông tin mờ được xây dựng để đánh giá lựa chọn trong tuyển dụng nhân sự với tập 5 tiêu chí tuyển dụng được thiết kế dựa trên mô hình chuẩn. Một tình huống được áp dụng trên 12 ứng viên dự tuyển vào làm việc tại VNPT Nghệ An giai đoạn 2018-2019, kết quả chọn được người một ứng viên tốt nhất. Chúng tôi đảm bảo mục tiêu nghiên cứu và phương pháp thực nghiệm số liệu trong luận văn này là tài liệu tham khảo tin cậy cho những người đang công tác trong lĩnh vực quản trị nhân sự, những nhà nghiên cứu liên quan đến vấn đề tuyển dụng lao động, đặc biệt là tuyển dụng những người có năng lực thực sự.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

1. Kết luận

Sau thời gian thực hiện luận văn, với những nỗ lực của bản thân và được sự giúp đỡ nhiệt tình của giảng viên hướng dẫn, luận văn đã thực hiện theo đúng đề cương đã được phê duyệt. Bản thân tự đánh giá đã thu được một số kết quả sau:

a) Về mặt lý thuyết

- Hiểu được tập mờ, bài toán ra quyết định đa tiêu chuẩn và các kỹ thuật TOPSIS mờ, ELECTRE mờ;
- Hiểu được các quy định về tuyển dụng và tiêu chí đánh giá nhân sự;
- Hiểu và biểu diễn bài toán tuyển dụng nhân sự theo thông tin đầu vào mờ;
- Hiểu và biểu diễn bài toán phương pháp ra quyết định đa tiêu chuẩn với thông tin mờ trong tuyển dụng nhân sự vào làm việc tại VNPT Nghệ An;

b) Về thực nghiệm

- Nghiên cứu thực nghiệm phương pháp TOSIS mờ trong bài toán ra quyết định mờ và thử nghiệm cho bài toán tuyển dụng nhân sự với nhiều tiêu chuẩn;
- Thực nghiệm áp dụng để đánh giá kết quả với các ứng viên đã nộp hồ sơ xin tuyển dụng vào làm việc tại VNPT Nghệ An.
- Kết quả xếp hạng được các ứng viên và lựa chọn được một ứng viên tốt nhất.

2. Hướng phát triển

Từ quá trình nghiên cứu đề tài, chúng tôi đã thu nhận được những kiến thức bổ ích về lý thuyết tập mờ, các kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn trên thông tin mờ nói chung và bài toán tuyển dụng nhân sự sử dụng kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn mờ nói riêng. Tuy nhiên chúng tôi nhận thấy rằng còn nhiều vấn đề

cần phải được nghiên cứu như các kỹ thuật ra quyết định đa tiêu chuẩn còn một số tồn tại, việc kết hợp các kỹ thuật với nhau ... ứng dụng trong các lĩnh vực khác như bài toán phân tích kinh doanh, ...

Trong thời gian thực hiện luận văn, với những nỗ lực của bản thân và được sự giúp đỡ rất tận tình của thầy giáo hướng dẫn, luận văn đã thực hiện theo đúng nhiệm vụ được giao và đúng thời hạn theo yêu cầu. Tuy nhiên với bản thân, đây là một đề tài mới và khó, do đó, không thể tránh khỏi những khiếm khuyết và tôi rất mong được Quý Thầy, Cô giáo và các đồng nghiệp góp ý để tôi hoàn thiện hướng nghiên cứu trong tương lai.

Một lần nữa tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới các Thầy, Cô giáo ngành Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Vinh đã truyền thụ kiến thức, kinh nghiệm và giúp đỡ tôi trong quá trình học tập. Đặc biệt tôi xin chân thành cảm ơn TS. Phan Anh Phong đã hướng dẫn tận tình cũng như các Thầy, Cô giáo phản biện đã đóng góp những ý kiến quý báu để luận văn này được hoàn thành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt:

[1] Lưu Quốc Đạt, Bùi Hồng Phương, Nguyễn Thị Phan Thu, Trần Thị Lan Anh (2017), "*Xây dựng mô hình ra quyết định đa tiêu chuẩn tích hợp để lựa chọn và phân nhóm nhà cung cấp xanh*", Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Kinh tế và Kinh doanh, Tập 33, Số 1 (2017) 43-54.

[2] PGS.TS Võ Khắc Cường, Nguyễn Quyết (2014), "*Ứng dụng phương pháp liên kết mờ Topsis trong tuyển dụng nhân sự*", Tạp chí Phát triển và Hội nhập, Số 19 (29) – Tháng 11-12/2014.

Tiếng Anh:

[3] Hwang C.L, Yoon K., *Multiple Attribute Decision Making-Methods and Applications: A State of the Art Survey*, Springer-Verlag, 1981.

[4] Oya Korkmaz, *Personnel Selection Method Based on TOPSIS Multi-Criteria Decision-Making Method*, International Journal of Economic and Administrative Studies, 2019 (23):1-16 ISSN 1307-9832.

[5] Alecos M. Kelemenis, D. Th. Askounis, *An Extension of Fuzzy TOPSIS for Personnel Selection*, Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics San Antonio, TX, USA - October 2009.

[6] S. Saghafian, S. Reza Hejazi, *Multi-criteria group decision making using a modified fuzzy TOPSIS procedure*, in: Proceedings of the International Conference on Computational Intelligence for Modeling, Control and Automation, and International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce, IEEE, 2005.

[7] S.H. Zanakis, A. Solomon, N. Wishart, S. Dubliss, "*Multi-Attribute Decision Making: A Simulation Comparison of Selection Methods*", European Journal of Operational Research 107 (1998) 507–529.

- [8] Shofwatul 'Uyun, Imam Riadi, *A Fuzzy Topsis Multiple-Attribute Decision Making for Scholarship Selection*, TELKOMNIKA, Vol.9, No.1, April 2011, pp. 37~46 ISSN: 1693-6930.
- [9] Anthony J. Mayo & Nitin Nohria (2005), *In Their Times, The Greatest Business Leaders of the Twentieth Century*, Harvard Business School Press.
- [10] Renny Pradina Kusumawardani, Mayangsekar Agintiara, *Application of Fuzzy AHP-TOPSIS Method for Decision Making in Human Resource Manager Selection Process*, Procedia Computer Science 72, pp. 638 – 646, 2015.
- [11] Mehtap Dursun, E. Ertugrul Karsak, *A fuzzy MCDM approach for personnel selection*, Expert Systems with Applications 37 (2010) 4324–4330.
- [12] Abbas Mardani, Ahmad Jusoh, Edmundas Kazimieras Zavadskas, *Fuzzy multiple criteria decision-making techniques and applications – Two decades review from 1994 to 2014*, Expert Systems with Applications 42 (2015) 4126-4148.