



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN

MÔN HỌC: PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG DỰA TRÊN TRI THỨC

Đề tài: Xây dựng hệ thống đánh giá chỉ số hiệu quả đầu tư của một dự án kinh tế sử dụng Hệ mờ.

Nhóm lớp	D19-036
Nhóm bài tập lớn	05
Giảng viên	Nguyễn Đình Hóa
Sinh viên	Nguyễn Văn Khánh – B19DCCN357 Nguyễn Quốc Cường – B19DCCN085 Nguyễn Trung Anh – B19DCCN034

Hà Nội, Tháng 11 Năm 2023

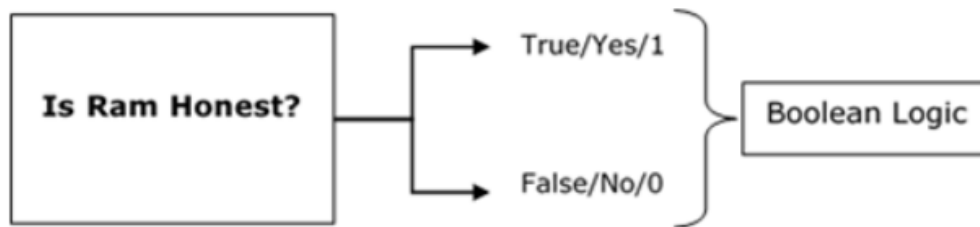
Mục lục

I.	Tổng quan kiến thức	1
1.	Hệ mờ là gì?	1
2.	Các phép toán cơ bản trên tập mờ	2
3.	Hàm thành viên	4
4.	Luật mờ	6
5.	Ưu nhược điểm của hệ mờ	6
6.	Ứng dụng của hệ mờ	8
II.	Hoạt động của hệ mờ	8
1.	Mô hình suy diễn mờ	8
2.	Mờ hóa	9
3.	Giải mờ	10
III.	Xây dựng hệ thống	11
1.	Sơ đồ khối	11
2.	Các thông số đo	11
3.	Các hàm thành viên	11
4.	Suy diễn mờ	19
5.	Giải mờ	24
IV.	Kết quả và đánh giá	27
1.	Kịch bản vận hành hệ thống	27
2.	Kết quả hệ thống	27
3.	Đánh giá	29

I. Tổng quan kiến thức

1. Hệ mờ là gì?

- Từ mờ ám chỉ những điều không rõ ràng hoặc mơ hồ. Bất kỳ sự kiện, quy trình hoặc chức năng nào thay đổi liên tục không phải lúc nào cũng được xác định là đúng hay sai, điều đó có nghĩa là chúng ta cần xác định các hoạt động đó theo cách mờ.
- Logic mờ giống với phương pháp ra quyết định của con người. Nó xử lý những thông tin mơ hồ và không chính xác. Đây là sự đơn giản hóa quá mức các vấn đề trong thế giới thực và dựa trên mức độ đúng chứ không phải đúng/sai hoặc 1/0 thông thường như logic Boolean.



- Nói cách khác là logic dùng để mô tả tính mờ. Có thể có rất nhiều ví dụ khác giống như thế này mà qua đó chúng ta có thể hiểu được khái niệm logic mờ.
- Ví dụ:
 - o Trong thực tế, khi định nghĩa một tập các số lớn hơn 10 và ký hiệu là A, ta có định nghĩa như sau:

$$A = \{x | x > 10\}$$

- o Khi đó, rất dễ xác định được các phần tử chắc chắn thuộc và không thuộc khái niệm A. Tuy nhiên, nếu đưa ra một khái niệm về tập nhà giàu (với

những người có thu nhập hơn hay bằng 10 triệu một tháng) và ký hiệu là B:

$$B = \{tn | tn \geq 10000000\}$$

- Khi đó ta bảo một người có thu nhập là 10 triệu/tháng là thuộc nhà giàu, tuy nhiên bằng trực giác bình thường nó sẽ không hợp lý nếu gọi người có thu nhập 9999999/tháng không phải là nhà giàu.
- Vì vậy, khái niệm tập mờ xuất hiện để giải quyết những ý niệm nhắm tới các tập không có ranh giới rõ ràng. Thường thì tập mờ biểu diễn cho một thể hiện ngôn ngữ, lấy ví dụ: “trời rất nóng”, “anh ta rất hiền”,...

2. Các phép toán cơ bản trên tập mờ

- Phép tuyển

Cho tập mờ A và B cùng trong không gian X. Tuyển của tập mờ A và tập mờ B là tập mờ mới C trong không gian X được định nghĩa như sau:

$$C = \{(x, S(\mu_A(x), \mu_B(x))) | x \in X\}$$

Trong đó S được biết như hàm T-conorm (S-norm). Hàm S này thường có 4 dạng:

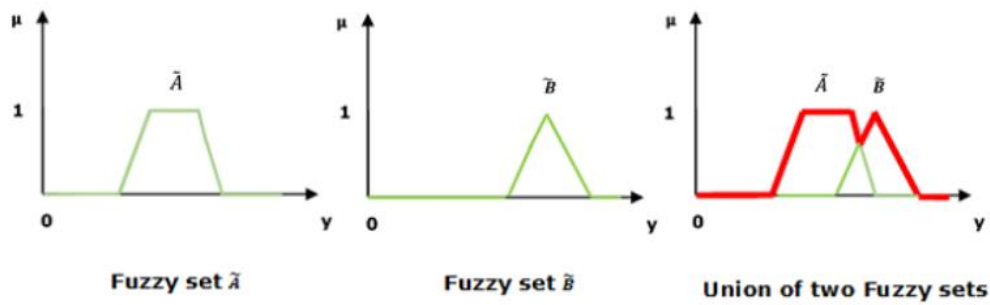
$$\text{Maximum: } S(a, b) = \max(a, b) = a \vee b$$

$$\text{Algebraic sum: } S(a, b) = a + b - ab$$

$$\text{Bounded sum: } S(a, b) = 1 \wedge (a + b)$$

$$\text{Drastic sum: } S(a, b) = \begin{cases} a, & \text{nếu } b = 0 \\ b, & \text{nếu } a = 0 \\ 1, & \text{nếu } a, b > 0 \end{cases}$$

Dạng hàm S phổ biến là Maximum



- Phép hội

Cho tập mờ A và B cùng trong không gian X. Hội của tập mờ A và tập mờ B là tập mờ mới C trong không gian X được định nghĩa như sau: Trong đó T được biết như hàm T-norm (triangular norm). Hàm T này thường có 4 dạng:

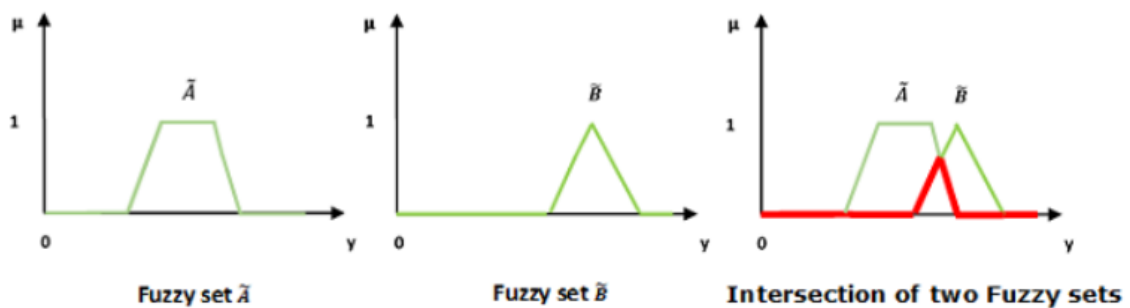
$$\text{Minimum: } T(a, b) = \min(a, b) = a \wedge b$$

$$\text{Algebraic product: } T(a, b) = ab$$

$$\text{Bounded product: } T(a, b) = 0 \vee (a + b - 1)$$

$$\text{Drastic product: } T(a, b) = \begin{cases} a, & \text{nếu } b = 1 \\ b, & \text{nếu } a = 1 \\ 0, & \text{nếu } a, b < 1 \end{cases}$$

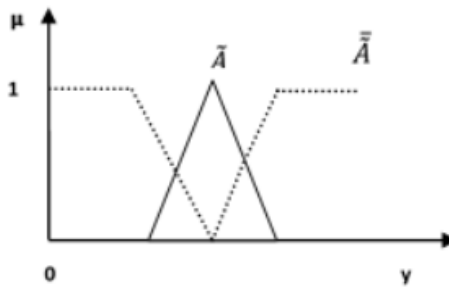
Dạng hàm S phổ biến là Minimum



- Phép phủ

Cho tập hợp A. Phủ của tập A là một tập mờ với hàm thuộc về được xác định bởi

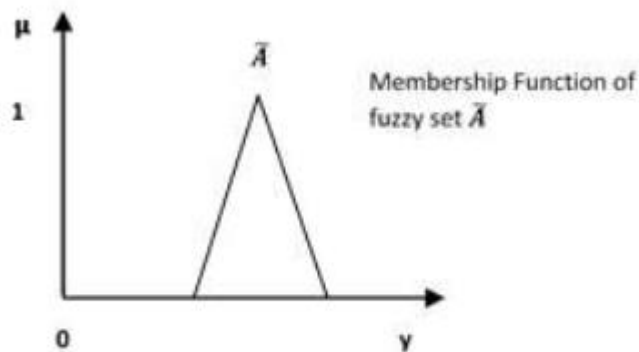
$$\mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A(y) \quad y \in U$$



Complement of a fuzzy set

3. Hàm thành viên

- Logic mờ là logic dùng để mô tả tính mờ. Tính mờ này được đặc trưng nhất bởi hàm thành viên của nó. Nói cách khác, chúng ta có thể nói rằng hàm thành viên thể hiện mức độ đúng đắn trong logic mờ. Hàm thành viên là hàm biểu diễn đồ thị của các tập mờ và cho phép người dùng định lượng thuật ngữ ngôn ngữ. Nó là một biểu đồ được sử dụng để ánh xạ từng phần tử của x tới giá trị từ 0 đến 1.



Membership Function

Mỗi phần tử của tập B được ánh xạ tới giá trị từ 0 đến 1. Đây được gọi là mức độ thành viên hoặc giá trị thành viên.

- Chức năng của hàm thành viên:
 - o Các hàm thành viên đặc trưng cho tính mờ (tức là tất cả thông tin trong tập mờ), cho dù các phần tử trong tập mờ là rời rạc hay liên tục.

- Hàm thành viên có thể được định nghĩa là một kỹ thuật để giải quyết các vấn đề thực tế bằng kinh nghiệm hơn là kiến thức.
- Các hàm thành viên được biểu diễn dưới dạng đồ họa.
- Các quy tắc để xác định độ mờ cũng rất mờ.
- Đặc điểm của chức năng thành viên
 - Cốt lõi: Là vùng được đặc trưng bởi tư cách thành viên đầy đủ trong tập hợp.

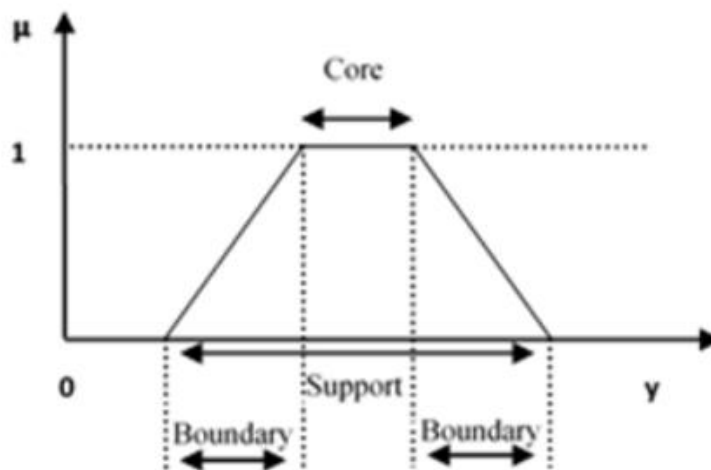
$$\mu_{\tilde{A}}(y) = 1$$

- Hỗ trợ: Là vùng được đặc trưng bởi mức thành viên khác 0 trong tập hợp.

$$\mu_{\tilde{A}}(y) > 0$$

- Ranh giới: Là vùng được đặc trưng bởi tư cách thành viên khác 0 nhưng không đầy đủ trong tập hợp.

$$1 > \mu_{\tilde{A}}(y) > 0$$



Features of Membership Function

- Các loại hàm đặc trưng phổ biến

- Hàm tam giác (Triangular Function): Hàm này thường được sử dụng để biểu diễn tập mờ với mức độ tăng dần hoặc giảm dần từ một giá trị tối thiểu đến giá trị cực đại. Hàm tam giác thường được định nghĩa bằng ba tham số: giá trị tối thiểu, giá trị tối đa, và giá trị đỉnh của tam giác
- Hàm hình thang (Trapezoidal Function): Hàm này tương tự như hàm tam giác, nhưng có bốn điểm cố định thay vì ba. Nó cho phép định nghĩa một khoảng tập mờ với các giới hạn tối thiểu và tối đa, cùng với hai điểm ở trung tâm của hình nón
- Hàm Gauss (Gaussian Function): Hàm Gauss thường được sử dụng để biểu diễn tập mờ với phân phối chuẩn hoặc hình dạng hình chóp xấp xỉ. Nó có một tham số xác định giá trị trung bình và độ biến đổi
- Hàm Sigmoid (S-shaped Function): Hàm sigmoid là một hàm có dạng hình chữ "S" và thường được sử dụng để biểu diễn tập mờ với mức độ đúng hoặc sai tăng dần hoặc giảm dần
- Hàm Z (Z-shaped Function): Hàm Z thường được sử dụng để biểu diễn tập mờ với mức độ đúng hoặc sai tăng dần hoặc giảm dần nhưng theo hình dạng chữ "Z"

4. Luật mờ

- Luật mờ được biết đến như dạng luật “nếu...thì...” nhưng có sử dụng các khái niệm tập mờ chỉ ngữ nghĩa. Cho 2 tập mờ A trong không gian X và B trong không gian Y. Ta phát biểu một luật như sau: Nếu x là A thì y là B Với luật như vậy, ta có thể định nghĩa luật mờ như một quan hệ mờ R của A và B.
- Luật mờ trong logic mờ là tập hợp các quy tắc hoặc luật cụ thể được sử dụng để xác định mức độ đúng hoặc sai của một tuyên đề trong ngữ cảnh không chắc chắn. Các quy tắc này được thể hiện dưới dạng biểu đồ mờ (fuzzy set) hoặc bảng luật (fuzzy rule). Các luật này dựa trên cơ sở kiến thức và kinh nghiệm của người thiết kế hệ thống logic mờ và thường được sử dụng trong các ứng dụng liên quan đến quyết định và kiểm soát.
- Ví dụ, một luật mờ đơn giản có thể là: "Nếu nhiệt độ thấp và độ ẩm cao, thì mức độ không thoải mái là cao." Dựa trên các quy tắc như vậy và thông tin về nhiệt độ và độ ẩm, logic mờ có thể tính toán mức độ không thoải mái một cách mờ hơn, thay vì trả về một giá trị tuyệt đối.

5. Ưu nhược điểm của hệ mờ

- Ưu điểm

Logic mờ có nhiều ưu điểm hoặc lợi ích khác nhau. Một số trong số đó là như sau:

- Phương pháp của khái niệm này hoạt động tương tự như lý luận của con người.
- Bất kỳ người dùng nào cũng có thể dễ dàng hiểu được cấu trúc của Logic Mờ.
- Nó không cần bộ nhớ lớn vì các thuật toán có thể được mô tả dễ dàng với ít dữ liệu hơn.
- Nó được sử dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực của đời sống và dễ dàng đưa ra những giải pháp hiệu quả cho những vấn đề có độ phức tạp cao.
- Khái niệm này dựa trên lý thuyết tập hợp của toán học, vì vậy nó đơn giản.
- Nó cho phép người dùng điều khiển các máy điều khiển và các sản phẩm tiêu dùng.
- Thời gian phát triển của logic mờ ngắn hơn so với các phương pháp thông thường.
- Do tính linh hoạt của nó, bất kỳ người dùng nào cũng có thể dễ dàng thêm và xóa các quy tắc trong hệ thống FLS.

- **Nhược điểm**

Logic mờ có nhiều nhược điểm hoặc hạn chế khác nhau. Một số trong số đó là như sau:

- Thời gian chạy của hệ thống logic mờ chậm và mất nhiều thời gian để tạo ra kết quả đầu ra.
- Người dùng có thể hiểu nó dễ dàng nếu chúng đơn giản.
- Các khả năng do hệ thống logic mờ tạo ra không phải lúc nào cũng chính xác.
- Nhiều nhà nghiên cứu đưa ra nhiều cách khác nhau để giải quyết một tuyên bố nhất định bằng kỹ thuật này dẫn đến sự mơ hồ.
- Logic mờ không phù hợp với những bài toán đòi hỏi độ chính xác cao.
- Các hệ thống logic mờ cần rất nhiều thử nghiệm để xác minh và xác nhận.

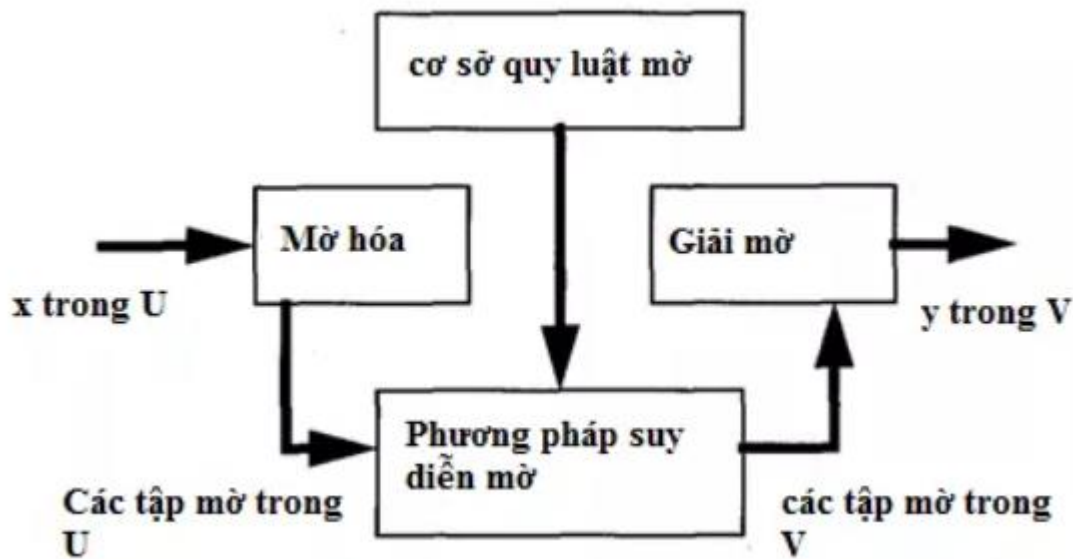
6. Ứng dụng của hệ mờ

Logic Mờ được sử dụng rộng rãi:

- Nó được sử dụng trong Doanh nghiệp cho hệ thống hỗ trợ ra quyết định.
- Nó được sử dụng trong các hệ thống tự động để kiểm soát giao thông và tốc độ cũng như để nâng cao hiệu quả của hộp số tự động. Hệ thống tự động cũng sử dụng phương pháp lập lịch chuyển số cho hộp số tự động.
- Khái niệm này cũng được sử dụng trong Quốc phòng ở nhiều lĩnh vực khác nhau. Phòng thủ chủ yếu sử dụng hệ thống logic mờ để nhận dạng mục tiêu dưới nước và nhận dạng mục tiêu tự động bằng hình ảnh hồng ngoại.
- Nó cũng được sử dụng rộng rãi trong Nhận dạng và Phân loại Mẫu dưới dạng nhận dạng dựa trên logic mờ và nhận dạng chữ viết tay. Nó cũng được sử dụng trong việc tìm kiếm hình ảnh mờ.
- Hệ thống logic mờ cũng được sử dụng trong Chứng khoán .
- Nó cũng được sử dụng trong lò vi sóng để thiết lập công suất và chiến lược nấu nướng.
- Kỹ thuật này cũng được sử dụng trong lĩnh vực hệ thống điều khiển hiện đại như hệ thống chuyên gia.
- Tài chính cũng là một ứng dụng khác trong đó khái niệm này được sử dụng để dự đoán thị trường chứng khoán và quản lý quỹ.
- Nó cũng được sử dụng để điều khiển phanh.
- Nó cũng được sử dụng trong các ngành công nghiệp hóa chất để kiểm soát độ pH và quá trình chưng cất hóa chất.
- Nó cũng được sử dụng trong các ngành công nghiệp sản xuất để tối ưu hóa sản xuất sữa và phô mai.
- Nó cũng được sử dụng trong máy hút bụi và đồng hồ đo thời gian của máy giặt.
- Nó cũng được sử dụng trong máy sưởi, máy điều hòa không khí và máy tạo độ ẩm.

II. Hoạt động của hệ mờ

1. Mô hình suy diễn mờ



- Hệ mờ hoạt động như sau:

- Mờ hóa các biến vào: vì nhiều luật cho dưới dạng các biến ngôn ngữ với các từ thông thường. Như vậy với những giá trị quan sát được, đo được cụ thể, để có thể tham gia vào quá trình suy diễn thì cần thiết phải mờ hóa. Có thể định nghĩa mờ hóa là ánh xạ từ không gian các giá trị quan sát được vào không gian các từ trên không gian nền của các biến ngôn ngữ. Áp dụng các toán tử mờ (AND, OR, NOT) cho các giả thiết của từng luật.
- Giải mờ kết quả để tìm được một số rõ, một số cụ thể: Đây là khâu thực hiện quá trình xác định một giá trị rõ có thể chấp nhận được làm đầu ra của hàm thuộc của giá trị mờ đầu ra.

2. Mờ hóa

- Được định nghĩa là sự ánh xạ từ các tập giá trị x thuộc U và là tập con của R thành tập các giá trị mờ A ở trong U . Nguyên tắc chung việc thực hiện mờ hóa:
 - Từ tập x giá trị đầu vào sẽ tạo ra tập giá trị mờ A với hàm thuộc có giá trị đủ rộng tại các điểm rõ x .
 - Nếu có nhiều ở đầu vào thì mờ hóa sẽ góp phần khử nhiễu.
 - Việc mờ hóa phải làm đơn giản cho việc tính toán sau này.
- Thông thường, có 3 phương pháp mờ hóa:

- Mờ hóa đơn vị: là từ các điểm giá trị thực x thuộc U lấy giá trị đơn của tập mờ A .
- Mờ hóa Gaus: từ các điểm giá trị thực x thuộc U lấy giá trị đơn của tập mờ A thuộc hàm Gaus.
- Mờ hóa hình tam giác: từ các điểm giá trị thực x thuộc U lấy giá trị đơn của tập mờ A thuộc hàm hình tam giác. Ta thấy rằng mờ hóa đơn vị tính toán về sau đơn giản hơn so với 2 cách còn lại nhưng nó lại không khử được nhiều đầu vào. Mờ hóa Gaus và hình tam giác cho tính toán phức tạp hơn nhưng khử được nhiều đầu vào.

3. Giải mờ

- Những lưu ý khi giải mờ
 - Tính hợp lý của kết quả: Điểm rõ y phải thuộc V là điểm đại diện cho kết quả của tập mờ B .
 - Việc tính toán đơn giản: Đây là điều quan trọng để tính toán nhanh vì các bộ điều khiển mờ thường làm việc trong thời gian thực.
 - Tính liên tục: mọi sự thay đổi nhỏ trong tập mờ B chỉ làm thay đổi nhỏ kết quả giải mờ.

- Các phương pháp giải mờ

- Phương pháp cực đại: Phương pháp này được giới hạn ở các hàm đầu ra đỉnh và còn được gọi là phương pháp chiều cao. Về mặt toán học, nó có thể được biểu diễn như sau:

$$\mu_{\tilde{A}}(x^*) > \mu_{\tilde{A}}(x) \text{ for all } x \in X$$

- Phương pháp trọng tâm: Phương pháp này còn được gọi là phương pháp tâm diện tích hoặc phương pháp trọng tâm. Về mặt toán học, đầu ra được giải mờ x^* sẽ được biểu diễn dưới dạng

$$x^* = \frac{\int \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot x dx}{\int \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot dx}$$

- Phương pháp trung bình tâm: Trong phương pháp này, mỗi hàm thành viên được tính trọng số bởi giá trị thành viên lớn nhất của nó. Về mặt toán học, đầu ra được giải mờ x^* sẽ được biểu diễn dưới dạng

$$x^* = \frac{\sum \mu_{\tilde{A}}(\bar{x}_i) \cdot \bar{x}_i}{\sum \mu_{\tilde{A}}(\bar{x}_i)}$$

III. Xây dựng hệ thống

1. Sơ đồ khối



2. Các thông số đo

- Tỷ suất lợi nhuận: Thông số lợi nhuận là một chỉ số quan trọng để đánh giá hiệu quả đầu tư của một dự án kinh tế. Cho biết sự chênh lệch giữa doanh thu và chi phí của dự án, cũng như khả năng sinh lời và cải thiện hiệu quả kinh doanh của dự án. Thông số lợi nhuận có thể được tính theo nhiều cách khác nhau, tùy thuộc vào mục đích và phạm vi của dự án.
- Chi phí đầu tư: Chi phí đầu tư bao gồm các khoản tiền mà chủ đầu tư phải bỏ ra để thực hiện dự án, bao gồm vốn đầu tư ban đầu, vốn lưu động, chi phí vận hành và bảo trì, chi phí thanh lý và thu hồi vốn. Chi phí đầu tư cũng liên quan đến nguồn tài trợ của dự án, bao gồm vốn chủ sở hữu và vốn vay.
- Thời gian hoàn vốn: Thời gian hoàn vốn cho biết khoảng thời gian cần thiết để dự án thu hồi được chi phí đầu tư ban đầu, hay nói cách khác là thời điểm dự án đạt được điểm hòa vốn. Thời gian hoàn vốn càng ngắn, dự án càng hấp dẫn và có tính khả thi cao. Ngược lại, thời gian hoàn vốn càng dài, dự án càng có rủi ro cao và ít được ưa chuộng.

3. Các hàm thành viên

- Hàm thành viên cho tỷ suất lợi nhuận
 - Xây dựng hàm thành viên cho tỷ suất lợi nhuận thấp

- Nếu tỉ suất lợi nhuận nhỏ hơn 20% thì chắc chắn là tỉ suất lợi nhuận thấp.
 - Nếu tỉ suất lợi nhuận nằm trong khoảng từ 20% đến 60% thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng đồng biến giữa tỉ suất lợi nhuận và mức độ thành viên có giá trị nằm trong $[0, 1]$.
 - Nếu tỉ suất lợi nhuận lớn hơn 60% thì chắc chắn nó không phải tỉ suất lợi nhuận thấp.
- Biểu thức cho hàm thành viên tỉ suất lợi nhuận thấp

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x < 20 \\ \frac{60 - x}{60 - 20}, & 20 \leq x \leq 60 \\ 0, & x > 60 \end{cases}$$

Với x là % lợi nhuận

- Xây dựng hàm thành viên cho tỉ suất lợi nhuận trung bình
- Nếu tỉ suất lợi nhuận nhỏ hơn 0% thì chắc chắn không phải tỉ suất lợi nhuận trung bình.
 - Nếu tỉ suất lợi nhuận nằm trong khoảng từ 0% đến dưới 30% thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng đồng biến giữa tỉ suất lợi nhuận và mức độ thành viên có giá trị trong $[0, 1]$.
 - Nếu tỉ suất lợi nhuận nằm trong khoảng từ 30% đến dưới 50% thì chắc chắn là tỉ suất lợi nhuận trung bình.
 - Nếu tỉ suất lợi nhuận nằm trong khoảng từ 50% đến 100% thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng nghịch biến giữa tỉ suất lợi nhuận và mức độ thành viên có giá trị trong $[1, 0]$.
 - Nếu tỉ suất lợi nhuận lớn hơn 100% thì chắc chắn không phải tỉ suất lợi nhuận trung bình.
- Biểu thức cho hàm thành viên tỉ suất lợi nhuận trung bình

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ \frac{x}{30}, & 0 \leq x < 30 \\ 1, & 30 \leq x < 50 \\ \frac{100-x}{100-50}, & 50 \leq x \leq 100 \\ 0, & x > 100 \end{cases}$$

Với x là % lợi nhuận

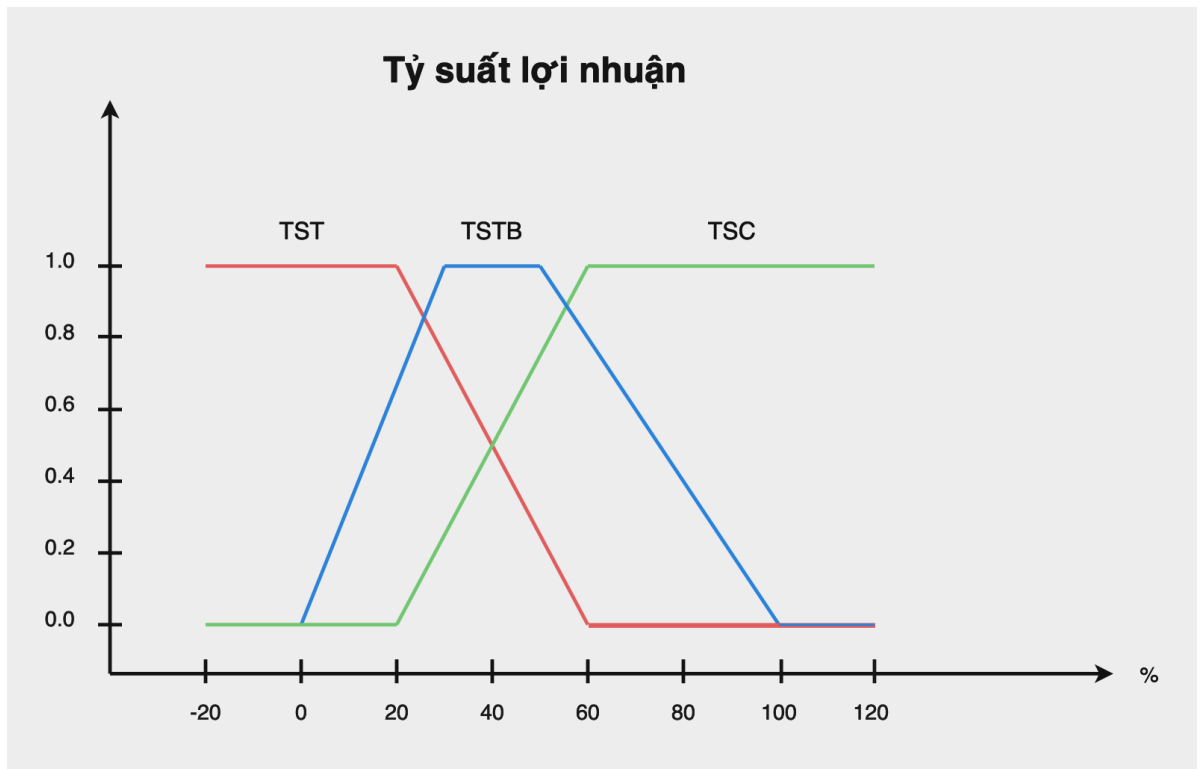
- Xây dựng hàm thành viên cho tỉ suất lợi nhuận cao
 - Nếu tỉ suất lợi nhuận nhỏ hơn 20% thì chắc chắn không là tỉ suất lợi nhuận cao.
 - Nếu tỉ suất lợi nhuận nằm trong khoảng từ 20% đến 60% thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng nghịch biến giữa tỉ suất lợi nhuận và mức độ thành viên có giá trị nằm trong $[1, 0]$.
 - Nếu tỉ suất lợi nhuận lớn hơn 60% thì chắc chắn là tỉ suất lợi nhuận cao.

- Biểu thức cho hàm thành viên tỉ suất lợi nhuận cao

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < 20 \\ \frac{x-20}{60-20}, & 20 \leq x \leq 60 \\ 1, & x > 60 \end{cases}$$

Với x là % lợi nhuận

- Đồ thị cho hàm thành viên tỉ suất lợi nhuận



- Hàm thành viên cho chi phí đầu tư
 - Xây dựng hàm thành viên cho chi phí đầu tư thấp
 - Nếu chi phí đầu tư nhỏ hơn 30 triệu thì chắc chắn là chi phí đầu tư thấp.
 - Nếu chi phí đầu tư nằm trong khoảng từ 30 triệu đến 500 triệu thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng đồng biến giữa chi phí đầu tư và mức độ thành viên có giá trị nằm trong $[0, 1]$.
 - Nếu tỉ suất lợi nhuận lớn hơn 500 triệu thì chắc chắn nó không phải tỉ suất lợi nhuận thấp.
 - Biểu thức cho hàm thành viên chi phí đầu tư thấp

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x < 30 \\ \frac{500 - x}{500 - 30}, & 30 \leq x \leq 500 \\ 0, & x > 500 \end{cases}$$

Với x đơn vị là triệu đồng

- Xây dựng hàm thành viên cho chi phí đầu tư trung bình

- Nếu chi phí đầu tư nhỏ hơn 30 triệu thì chắc chắn không phải chi phí đầu tư trung bình.
 - Nếu chi phí đầu tư nằm trong khoảng từ 30 triệu đến dưới 100 triệu thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng đồng biến giữa chi phí đầu tư và mức độ thành viên có giá trị trong $[0, 1)$.
 - Nếu chi phí đầu tư nằm trong khoảng từ 100 triệu đến dưới 150 triệu thì chắc chắn là chi phí đầu tư trung bình.
 - Nếu chi phí đầu tư nằm trong khoảng từ 150 triệu đến 500 triệu thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng nghịch biến giữa chi phí đầu tư và mức độ thành viên có giá trị trong $[1, 0]$.
 - Nếu chi phí đầu tư lớn hơn 500 triệu thì chắc chắn không phải chi phí đầu tư trung bình.
- Biểu thức cho hàm thành viên chi phí đầu tư trung bình

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < 30 \\ \frac{x - 30}{100 - 30}, & 30 \leq x < 100 \\ 1, & 100 \leq x < 150 \\ \frac{500 - x}{500 - 150}, & 150 \leq x \leq 500 \\ 0, & x > 500 \end{cases}$$

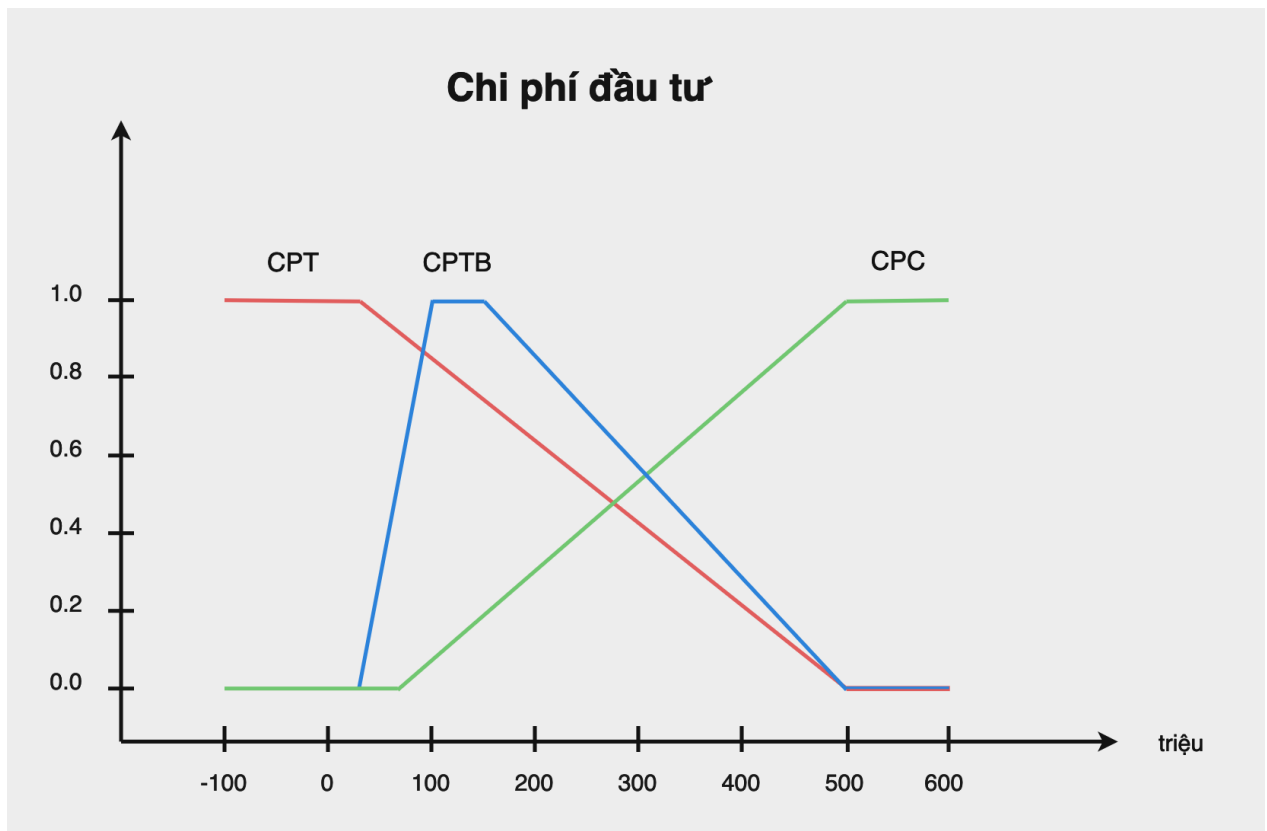
Với x đơn vị là triệu đồng

- Xây dựng hàm thành viên cho chi phí đầu tư cao
- Nếu chi phí đầu tư nhỏ hơn 65 triệu thì chắc chắn không là chi phí đầu tư cao.
 - Nếu chi phí đầu tư nằm trong khoảng từ 65 triệu đến 500 triệu thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng nghịch biến giữa chi phí đầu tư và mức độ thành viên có giá trị nằm trong $[1, 0]$.
 - Nếu chi phí đầu tư lớn hơn 500 triệu thì chắc chắn là chi phí đầu tư cao.
- Biểu thức cho hàm thành viên chi phí đầu tư cao

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < 65 \\ \frac{x - 65}{500 - 65}, & 65 \leq x \leq 500 \\ 1, & x > 500 \end{cases}$$

Với x đơn vị là triệu đồng

- Đồ thị cho hàm thành viên chi phí đầu tư



- Hàm thành viên cho thời gian hoàn vốn
 - Xây dựng hàm thành viên cho thời gian hoàn vốn thấp
 - Nếu thời gian hoàn vốn nhỏ hơn 3 tháng thì chắc chắn thời gian hoàn vốn thấp.
 - Nếu thời gian hoàn vốn nằm trong khoảng từ 3 tháng đến 18 tháng thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng đồng biến giữa thời gian hoàn vốn và mức độ thành viên có giá trị nằm trong $[0, 1]$.

- Nếu thời gian hoàn vốn lớn hơn 18 tháng thì chắc chắn nó không phải thời gian hoàn vốn thấp.
- Biểu thức cho hàm thành viên thời gian hoàn vốn ngắn

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x < 3 \\ \frac{18-x}{18-3}, & 3 \leq x \leq 18 \\ 0, & x > 18 \end{cases}$$

Với x đơn vị là tháng

- Xây dựng hàm thành viên cho thời gian hoàn vốn trung bình
 - Nếu thời gian hoàn vốn nhỏ hơn 3 tháng thì chắc chắn không phải thời gian hoàn vốn trung bình.
 - Nếu thời gian hoàn vốn nằm trong khoảng từ 3 tháng đến dưới 6 tháng thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng đồng biến giữa thời gian hoàn vốn và mức độ thành viên có giá trị trong $[0, 1)$.
 - Nếu thời gian hoàn vốn nằm trong khoảng từ 6 tháng đến dưới 9 tháng thì chắc chắn là thời gian hoàn vốn trung bình.
 - Nếu thời gian hoàn vốn nằm trong khoảng từ 9 tháng đến 18 tháng thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng nghịch biến giữa thời gian hoàn vốn và mức độ thành viên có giá trị trong $[1, 0]$.
 - Nếu thời gian hoàn vốn lớn hơn 18 tháng thì chắc chắn không phải thời gian hoàn vốn trung bình.

- Biểu thức cho hàm thành viên thời gian hoàn vốn trung bình

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < 3 \\ \frac{x-3}{6-3}, & 3 \leq x < 6 \\ 1, & 6 \leq x < 9 \\ \frac{18-x}{18-9}, & 9 \leq x \leq 18 \\ 0, & x > 18 \end{cases}$$

Với x đơn vị là tháng

- Xây dựng hàm thành viên cho thời gian hoàn vốn dài

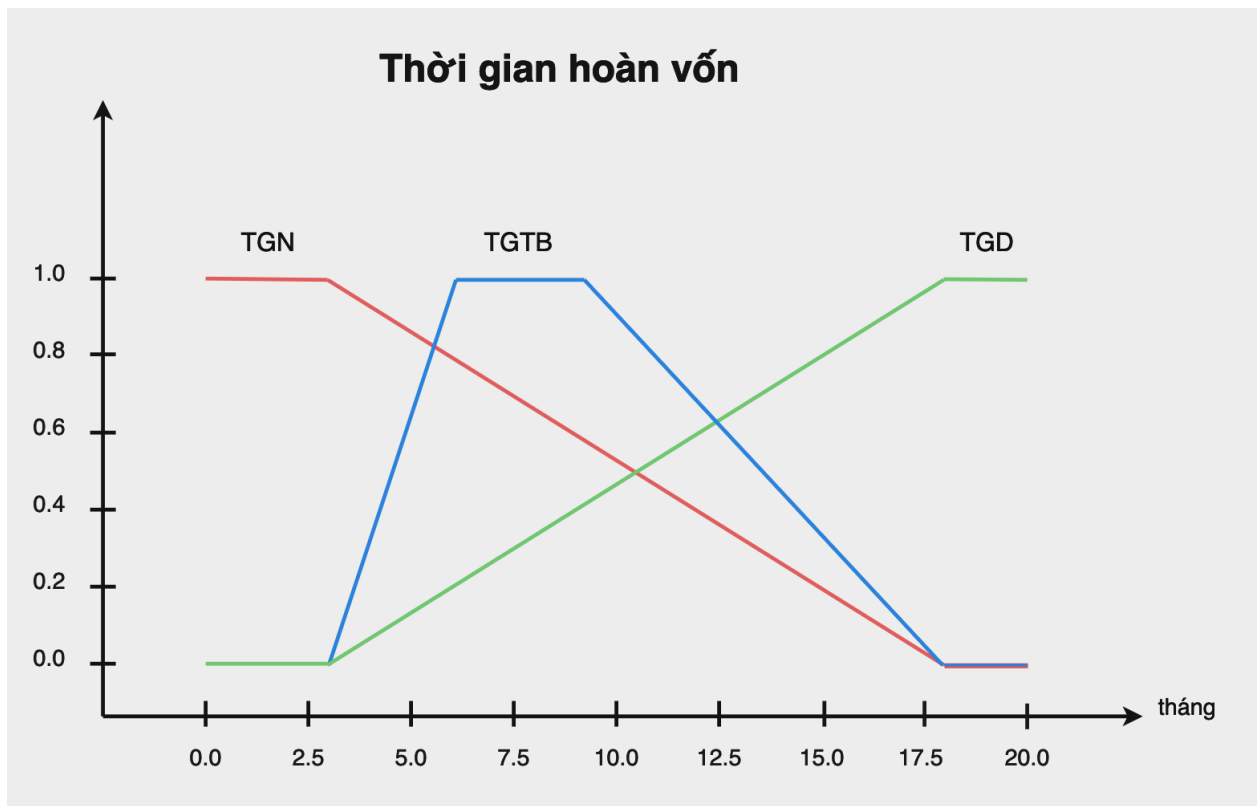
- Nếu thời gian hoàn vốn nhỏ hơn 3 tháng thì chắc chắn không là thời gian hoàn vốn dài.
- Nếu thời gian hoàn vốn nằm trong khoảng 3 tháng đến 18 tháng thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng nghịch biến giữa thời gian hoàn vốn và mức độ thành viên có giá trị nằm trong $[1, 0]$.
- Nếu chi phí đầu tư lớn hơn 18 tháng thì chắc chắn là thời gian hoàn vốn dài.

○ Biểu thức cho hàm thành viên thời gian hoàn vốn dài

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < 3 \\ \frac{x-3}{18-3}, & 3 \leq x \leq 18 \\ 1, & x > 18 \end{cases}$$

Với x đơn vị là tháng

○ Đồ thị cho hàm thành viên thời gian hoàn vốn



4. Suy diễn mờ

- Xây dựng tập luật dựa trên các thang đo đầu vào:
 - Tỷ suất lợi nhuận: Thấp(TST), Trung bình(TSTB), Cao(TSC).
 - Chi phí đầu tư: Thấp(CPT), Trung bình(CPTB), Cao(CPC).
 - Thời gian hoàn vốn: Ngắn(TGN), Trung bình(TGTB), Dài(TGD).
- Kết quả của suy diễn:
 - Hiệu quả đầu tư: Không hiệu quả(0HQ), Kém hiệu quả(KHQ), Hiệu quả(HQ).
 - Hàm quy tắc: $f = \{0HQ, KHQ, HQ\}$.
- Bảng luật

Tỷ suất lợi nhuận	Chi phí đầu tư	Thời gian hoàn vốn	Hiệu quả đầu tư
Tỷ suất lợi nhuận thấp	Chi phí đầu tư thấp	Thời gian hoàn vốn ngắn	Đầu tư kém hiệu quả
Tỷ suất lợi nhuận thấp	Chi phí đầu tư thấp	Thời gian hoàn vốn trung bình	Đầu tư kém hiệu quả
Tỷ suất lợi nhuận thấp	Chi phí đầu tư thấp	Thời gian hoàn vốn dài	Đầu tư không hiệu quả
Tỷ suất lợi nhuận thấp	Chi phí đầu tư trung bình	Thời gian hoàn vốn ngắn	Đầu tư kém hiệu quả
Tỷ suất lợi nhuận thấp	Chi phí đầu tư trung bình	Thời gian hoàn vốn trung bình	Đầu tư không hiệu quả
Tỷ suất lợi nhuận thấp	Chi phí đầu tư trung bình	Thời gian hoàn vốn dài	Đầu tư không hiệu quả
Tỷ suất lợi nhuận thấp	Chi phí đầu tư cao	Thời gian hoàn vốn ngắn	Đầu tư không hiệu quả
Tỷ suất lợi nhuận thấp	Chi phí đầu tư cao	Thời gian hoàn vốn trung bình	Đầu tư không hiệu quả
Tỷ suất lợi nhuận thấp	Chi phí đầu tư cao	Thời gian hoàn vốn dài	Đầu tư không hiệu quả

Tỉ suất lợi nhuận trung bình	Chi phí đầu tư thấp	Thời gian hoàn vốn ngắn	Đầu tư hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận trung bình	Chi phí đầu tư thấp	Thời gian hoàn vốn trung bình	Đầu tư hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận trung bình	Chi phí đầu tư thấp	Thời gian hoàn vốn dài	Đầu tư kém hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận trung bình	Chi phí đầu tư trung bình	Thời gian hoàn vốn ngắn	Đầu tư hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận trung bình	Chi phí đầu tư trung bình	Thời gian hoàn vốn trung bình	Đầu tư kém hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận trung bình	Chi phí đầu tư trung bình	Thời gian hoàn vốn dài	Đầu tư không hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận trung bình	Chi phí đầu tư cao	Thời gian hoàn vốn ngắn	Đầu tư kém hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận trung bình	Chi phí đầu tư cao	Thời gian hoàn vốn trung bình	Đầu tư không hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận trung bình	Chi phí đầu tư cao	Thời gian hoàn vốn dài	Đầu tư không hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận cao	Chi phí đầu tư thấp	Thời gian hoàn vốn ngắn	Đầu tư hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận cao	Chi phí đầu tư thấp	Thời gian hoàn vốn trung bình	Đầu tư hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận cao	Chi phí đầu tư thấp	Thời gian hoàn vốn dài	Đầu tư hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận cao	Chi phí đầu tư trung bình	Thời gian hoàn vốn ngắn	Đầu tư hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận cao	Chi phí đầu tư trung bình	Thời gian hoàn vốn trung bình	Đầu tư hiệu quả

Tỉ suất lợi nhuận cao	Chi phí đầu tư trung bình	Thời gian hoàn vốn dài	Đầu tư kém hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận cao	Chi phí đầu tư cao	Thời gian hoàn vốn ngắn	Đầu tư hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận cao	Chi phí đầu tư cao	Thời gian hoàn vốn trung bình	Đầu tư kém hiệu quả
Tỉ suất lợi nhuận cao	Chi phí đầu tư cao	Thời gian hoàn vốn dài	Đầu tư kém hiệu quả

- Bảng mờ hóa

Tỉ suất lợi nhuận	Chi phí đầu tư	Thời gian hoàn vốn	Hiệu quả đầu tư
TST	CPT	TGN	KHQ
TST	CPT	TGTB	KHQ
TST	CPT	TGD	0HQ
TST	CPTB	TGN	KHQ
TST	CPTB	TGTB	0HQ
TST	CPTB	TGD	0HQ
TST	CPC	TGN	0HQ
TST	CPC	TGTB	0HQ
TST	CPC	TGD	0HQ
TSTB	CPT	TGN	HQ
TSTB	CPT	TGTB	HQ
TSTB	CPT	TGD	KHQ
TSTB	CPTB	TGN	HQ
TSTB	CPTB	TGTB	KHQ
TSTB	CPTB	TGD	0HQ
TSTB	CPC	TGN	KHQ
TSTB	CPC	TGTB	0HQ
TSTB	CPC	TGD	0HQ
TSC	CPT	TGN	HQ

TSC	CPT	TGTB	HQ
TSC	CPT	TGD	HQ
TSC	CPTB	TGN	HQ
TSC	CPTB	TGTB	HQ
TSC	CPTB	TGD	KHQ
TSC	CPC	TGN	HQ
TSC	CPC	TGTB	KHQ
TSC	CPC	TGD	KHQ

- Ví dụ: Tìm hàm quy tắc $f = \{0HQ, KHQ, HQ\}$ để đánh giá mức độ hiệu quả của một dự án kinh tế có các thông số đo là: Tỷ suất lợi nhuận 65%, chi phí đầu tư 100 triệu, thời gian hoàn vốn 3 tháng.

- o Tính toán giá trị hàm thành viên dựa trên giá trị cụ thể của từng đối tượng

$$\mu_{\text{Tỷ suất lợi nhuận}} = \{ \mu_{TST} \mu_{TSTB} \mu_{TSC} \}$$

$$= \{ 0, \frac{100 - 65}{100 - 50}, 1 \}$$

$$= \{ 0, 0.7, 1 \}$$

$$\mu_{\text{Chi phí đầu tư}} = \{ \mu_{CPT} \mu_{CPTB} \mu_{CPC} \}$$

$$= \{ \frac{500 - 100}{500 - 30}, \frac{100 - 30}{100 - 30}, \frac{100 - 65}{500 - 65} \}$$

$$= \{ \frac{40}{47}, 1, \frac{7}{87} \}$$

$$\mu_{\text{Thời gian hoàn vốn}} = \{ \mu_{TGN} \mu_{TGTB} \mu_{TGD} \}$$

$$= \{ \frac{18 - 3}{18 - 3}, \frac{3 - 3}{6 - 3}, \frac{3 - 3}{18 - 3} \}$$

$$= \{ 1, 0, 0 \}$$

- o Vận dụng luật mờ, xây dựng hệ kiến thức chuyên gia

Tỷ suất lợi nhuận	Chi phí đầu tư	Thời gian hoàn vốn	Hiệu quả đầu tư
TST	CPT($\frac{40}{47}$)	TGN(1)	KHQ
TST	CPT($\frac{40}{47}$)	TGTB	KHQ
TST	CPT($\frac{40}{47}$)	TGD	0HQ

TST	CPTB(1)	TGN(1)	KHQ
TST	CPTB(1)	TGTB	0HQ
TST	CPTB(1)	TGD	0HQ
TST	$CPC(\frac{7}{87})$	TGN(1)	0HQ
TST	$CPC(\frac{7}{87})$	TGTB	0HQ
TST	$CPC(\frac{7}{87})$	TGD	0HQ
TSTB(0.7)	$CPT(\frac{40}{47})$	TGN(1)	HQ
TSTB(0.7)	$CPT(\frac{40}{47})$	TGTB	HQ
TSTB(0.7)	$CPT(\frac{40}{47})$	TGD	KHQ
TSTB(0.7)	CPTB(1)	TGN(1)	HQ
TSTB(0.7)	CPTB(1)	TGTB	KHQ
TSTB(0.7)	CPTB(1)	TGD	0HQ
TSTB(0.7)	$CPC(\frac{7}{87})$	TGN(1)	KHQ
TSTB(0.7)	$CPC(\frac{7}{87})$	TGTB	0HQ
TSTB(0.7)	$CPC(\frac{7}{87})$	TGD	0HQ
TSC(1)	$CPT(\frac{40}{47})$	TGN(1)	HQ
TSC(1)	$CPT(\frac{40}{47})$	TGTB	HQ
TSC(1)	$CPT(\frac{40}{47})$	TGD	HQ
TSC(1)	CPTB(1)	TGN(1)	HQ
TSC(1)	CPTB(1)	TGTB	HQ
TSC(1)	CPTB(1)	TGD	KHQ
TSC(1)	$CPC(\frac{7}{87})$	TGN(1)	HQ
TSC(1)	$CPC(\frac{7}{87})$	TGTB	KHQ
TSC(1)	$CPC(\frac{7}{87})$	TGD	KHQ

- Kết hợp thông tin giữa các thuộc tính bằng toán tử AND -> dùng hàm MIN

Tỉ suất lợi nhuận	Chi phí đầu tư	Thời gian hoàn vốn	Hiệu quả đầu tư
TSTB(0.7)	$CPT(\frac{40}{47})$	TGN(1)	HQ(0.7)
TSTB(0.7)	CPTB(1)	TGN(1)	HQ(0.7)
TSTB(0.7)	$CPC(\frac{7}{87})$	TGN(1)	$KHQ(\frac{7}{87})$
TSC(1)	$CPT(\frac{40}{47})$	TGN(1)	$HQ(\frac{40}{47})$
TSC(1)	CPTB(1)	TGN(1)	HQ(1)
TSC(1)	$CPC(\frac{7}{87})$	TGN(1)	$HQ(\frac{7}{87})$

- Kết hợp thông tin giữa các nhãn bằng toán tử OR -> dùng hàm MAX ta thu được hàm quy tắc $f = \{ 0HQ, KHQ, HQ \} = \{ 0, \frac{7}{87}, 1 \}$.

5. Giải mờ

- Xây dựng hàm thành viên cho chỉ số hiệu quả đầu tư
 - Sử dụng thang điểm 10 để đánh giá hiệu quả của dự án kinh tế
 - Xây dựng hàm thành viên cho đầu tư không hiệu quả
 - Nếu số điểm nhỏ hơn 1 thì chắc chắn đầu tư không hiệu quả
 - Nếu số điểm nằm trong khoảng từ 1 đến 4 thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng nghịch biến giữa chỉ số hiệu quả và mức độ thành viên có giá trị nằm trong $[1, 0]$.
 - Nếu số điểm lớn hơn 4 thì nó chắc chắn không phải là đầu tư không hiệu quả.
 - Biểu thức cho hàm thành viên cho đầu tư không hiệu quả

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x < 1 \\ \frac{4-x}{4-1}, & 1 \leq x \leq 4 \\ 0, & x > 4 \end{cases}$$
 - Xây dựng hàm thành viên cho đầu tư kém hiệu quả
 - Nếu số điểm nhỏ hơn 2 thì chắc chắn nó không phải là đầu tư kém hiệu quả.

- Nếu số điểm nằm trong khoảng từ 2 đến 4 thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng đồng biến giữa chỉ số hiệu quả và mức độ thành viên có giá trị nằm trong $[0, 1]$.
 - Nếu số điểm nằm trong khoảng từ 4 đến 6 thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng nghịch biến giữa chỉ số hiệu quả và mức độ thành viên có giá trị nằm trong $[1, 0]$.
 - Nếu số điểm lớn hơn 6 thì chắc chắn nó không phải là đầu tư kém hiệu quả.
- Biểu thức cho hàm thành viên cho đầu tư kém hiệu quả

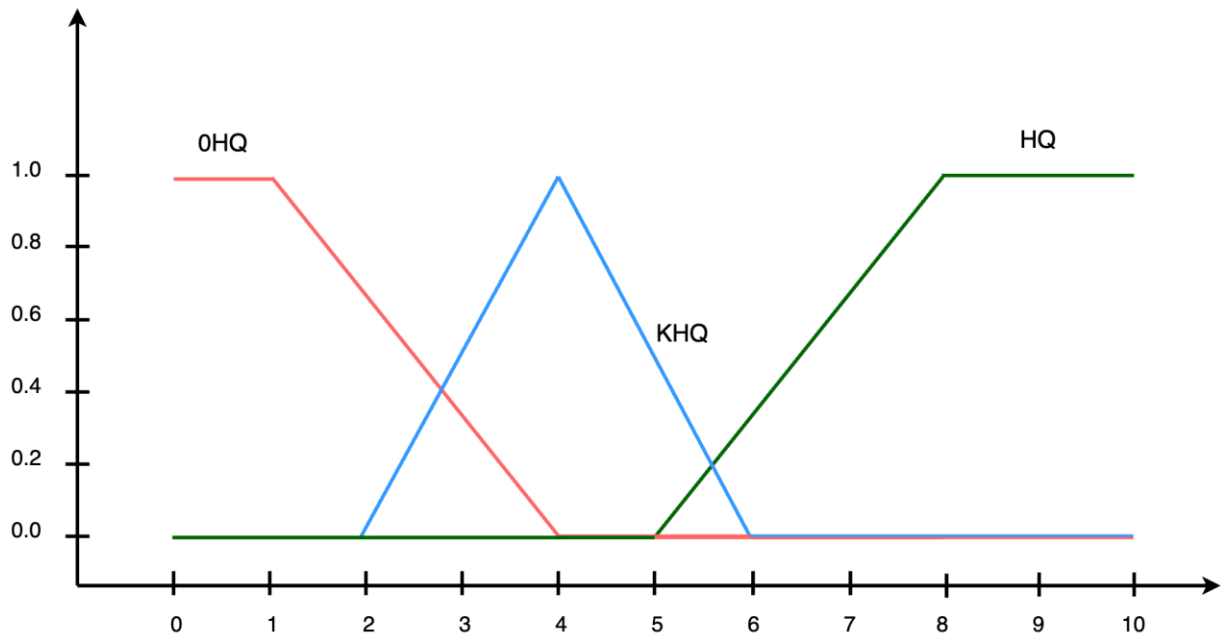
$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < 2 \\ \frac{x-2}{4-2}, & 2 \leq x < 4 \\ \frac{6-x}{6-4}, & 4 \leq x \leq 6 \\ 0, & x > 6 \end{cases}$$

- Xây dựng hàm thành viên cho đầu tư hiệu quả
- Nếu số điểm nhỏ hơn 5 thì chắc chắn không phải đầu tư hiệu quả
 - Nếu số điểm nằm trong khoảng từ 5 đến 8 thì mức độ thành viên của nó là một đường thẳng đồng biến giữa chỉ số hiệu quả và mức độ thành viên có giá trị nằm trong $[0, 1]$.
 - Nếu số điểm lớn hơn 8 thì nó chắc chắn là đầu tư hiệu quả.
- Biểu thức cho hàm thành viên cho đầu tư hiệu quả

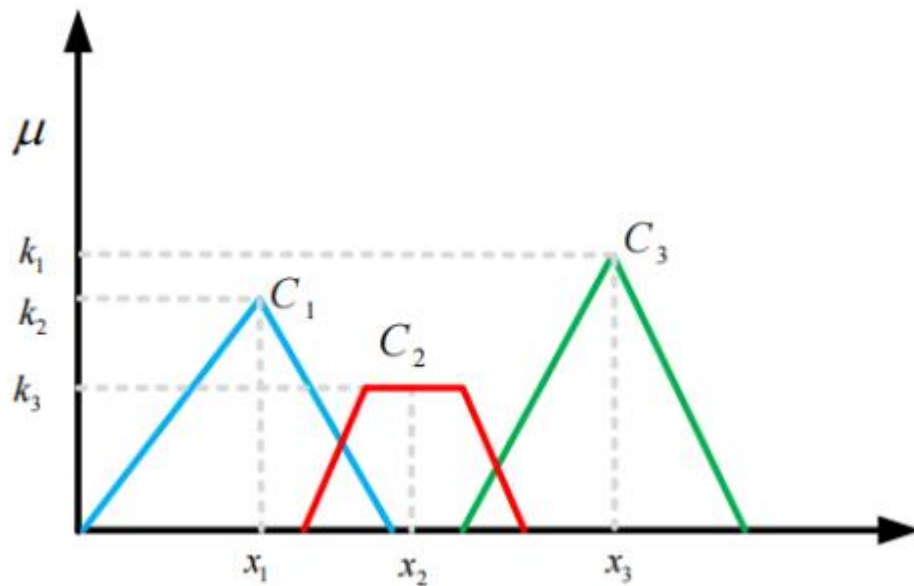
$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < 5 \\ \frac{x-5}{8-5}, & 5 \leq x \leq 8 \\ 1, & x > 8 \end{cases}$$

- Đồ thị cho chỉ số đầu tư

Đánh giá đầu tư



- Hàm quyết định dựa trên mờ hóa
 - o Sử dụng phương pháp trung bình trọng số



$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_{C_i}(x_i) * x_i}{\sum_{i=1}^n \mu_{C_i}(x_i)}$$

- Biểu thức cho hàm quyết định dựa trên mờ hóa

$$x^* = \frac{f_{0HQ} * \frac{4+0}{2} + f_{KHQ} * \frac{6+2}{4} + f_{HQ} * \frac{10+5}{2}}{f_{0HQ} + f_{KHQ} + f_{HQ}}$$

$$= \frac{f_{0HQ} * 2 + f_{KHQ} * 4 + f_{HQ} * 7.5}{f_{0HQ} + f_{KHQ} + f_{HQ}}$$

- Ví dụ: Tính chỉ số hiệu quả đầu tư với hàm quy tắc $f = \{ 0HQ, KHQ, HQ \} = \{ 0, \frac{7}{87}, 1 \}$.

$$x^* = \frac{f_{0HQ} * 2 + f_{KHQ} * 4 + f_{HQ} * 7.5}{f_{0HQ} + f_{KHQ} + f_{HQ}} = \frac{0 * 2 + \frac{7}{87} * 4 + 1 * 7.5}{0 + \frac{7}{87} + 1} = 7.25$$

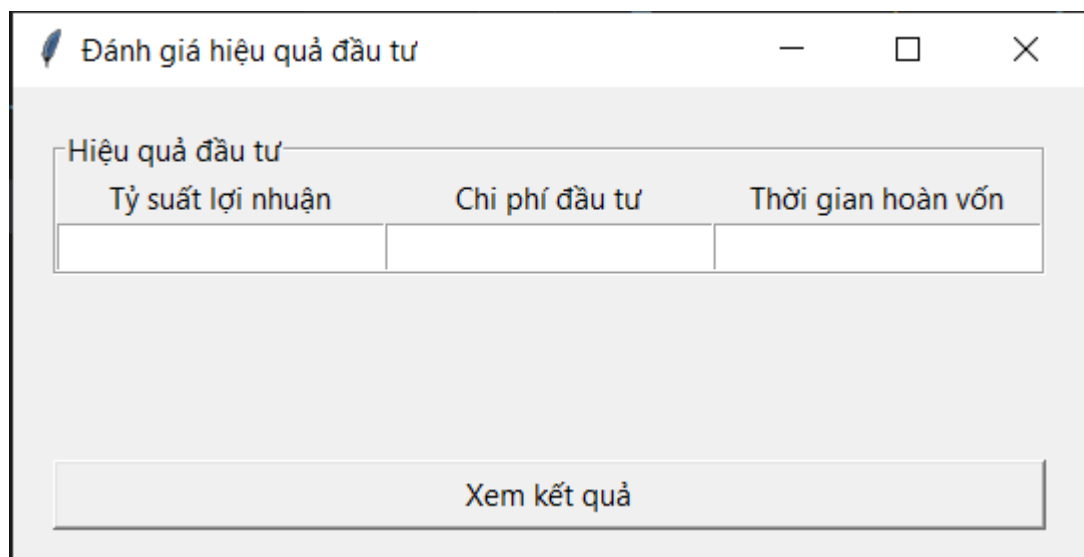
IV. Kết quả và đánh giá

1. Kích bản vận hành hệ thống

- Khi khởi chạy hệ thống, hệ thống sẽ hiển thị giao diện gồm 3 ô để cho người dùng có thể nhập: Tỷ suất lợi nhuận, chi phí đầu tư, thời gian hoàn vốn. Người dùng sẽ nhập dữ liệu vào cả 3 ô này sau đó bấm nút “Xem kết quả”. Hệ thống sau đó sẽ hiển thị ra kết quả cho người dùng theo thang điểm 10.
- Ngoại lệ:
 - Nếu dữ liệu nhập vào không phải là số thực thì hệ thống sẽ thông báo “Dữ liệu nhập vào phải là số thực”.
 - Nếu người dùng không nhập dữ liệu thì hệ thống sẽ thông báo “Bạn cần phải nhập thông tin trước khi xem kết quả”.

2. Kết quả hệ thống

- Giao diện khi khởi động hệ thống



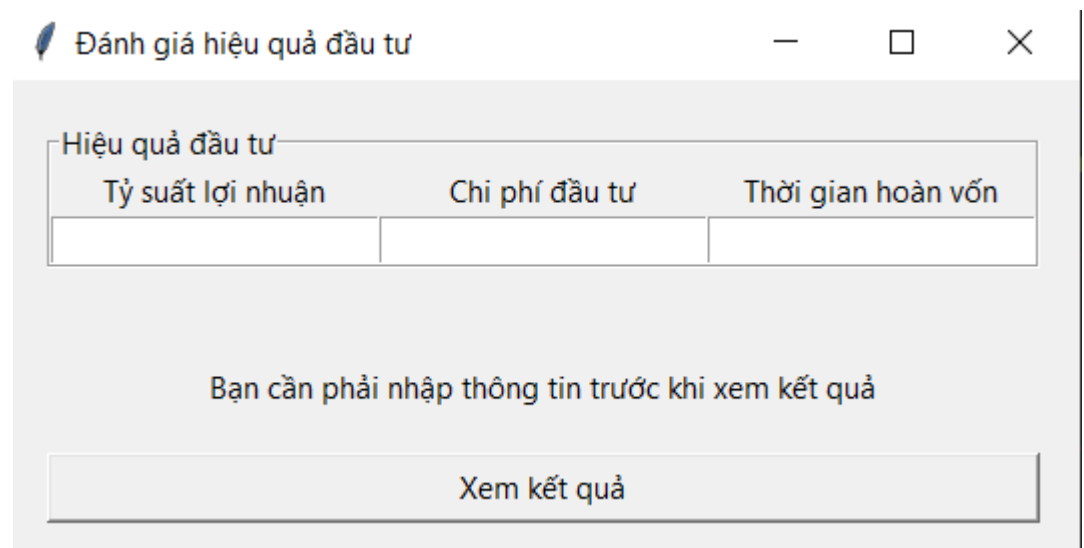
Đánh giá hiệu quả đầu tư

Hiệu quả đầu tư

Tỷ suất lợi nhuận	Chi phí đầu tư	Thời gian hoàn vốn

Xem kết quả

- Trường hợp người dùng không nhập thông tin



Đánh giá hiệu quả đầu tư

Hiệu quả đầu tư

Tỷ suất lợi nhuận	Chi phí đầu tư	Thời gian hoàn vốn

Bạn cần phải nhập thông tin trước khi xem kết quả

Xem kết quả

- Trường hợp người dùng nhập đầu vào không phải số

Đánh giá hiệu quả đầu tư

Hiệu quả đầu tư		
Tỷ suất lợi nhuận	Chi phí đầu tư	Thời gian hoàn vốn
20	100	10n

Một trong ba giá trị không phải là số

Xem kết quả

- Trường hợp người dùng nhập đúng dữ liệu

Đánh giá hiệu quả đầu tư

Hiệu quả đầu tư		
Tỷ suất lợi nhuận	Chi phí đầu tư	Thời gian hoàn vốn
50	200	5

Hiệu quả đầu tư: 5.30/10

Xem kết quả

3. Đánh giá

- Hệ thống có thể đưa ra được số điểm đánh giá cho mức độ hiệu quả của một dự án đầu tư dựa vào 3 thang đo đầu vào. Tuy nhiên đánh giá của hệ thống còn ở mức chủ quan và không hoàn toàn chính xác.
- Để có thể cải thiện được hệ thống cần phải xây dựng được các hàm thành viên cho các thang đo tối ưu hơn. Thêm vào đó cũng cần phải xây dựng lên bộ luật chi tiết hơn để có thể có được đánh giá tốt hơn, có thể áp dụng cho thực tế.