MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Trong thực tế đời sống và khoa học công nghệ hiện nay, các quá trình khai thác và sử dụng các thiết bị, hệ thống luôn cùng một lúc phải đáp ứng nhiều yêu cầu. Việc thực hiện điều hòa hợp lý giữa các yêu cầu của một sản phẩm (Ví dụ: năng suất, chất lượng, giá thành …) hoặc một hệ thống (Ví dụ: chất lượng, độ tin cậy, tính tiện dụng, giá thành …) hầu như là một yêu cầu bắt buộc để đảm bảo tính cạnh tranh của quá trình sản xuất. Xuất phát từ lý do đó chúng tôi đi vào nghiên cứu đề tài "Ứng dụng các phương trình SANCHEZ và tích hợp các quan hệ mờ để giải quyết các bài toán công nghệ đa mục tiêu".

2. Mục đích nghiên cứu, tình hình nghiên cứu, tính cần thiết

Để giải quyết nhiệm vụ này, các nhà khoa học, nhà thiết kế, nhà công nghệ có nhiều phương pháp khác nhau điển hình như:

- Lý thuyết xác suất thống kê, với mục tiêu nhằm tìm ra một quy trình công nghệ sản xuất sản phẩm với tỷ lệ sai hỏng nhỏ nhất và có chất lượng tốt nhất đồng thời vẫn đảm bảo yếu tố chi phí sản xuất hợp lý. Lý thuyết xác suất đã, đang và sẽ còn được sử dụng rất rộng rãi trong kỹ thuật bởi tính chính xác và khoa học của nó. Từ lý thuyết này đã hình thành ra rất nhiều các môn khoa học chuyên ngành, chuyên sâu được sử dụng phổ biến như: lý thuyết độ tin cậy, lý thuyết chẩn đoán, quản lý chất lượng, lý thuyết đo lường … Mà hầu như tất cả những người làm khoa học công nghệ đều phải nắm và vận dụng được.

- Lý thuyết tối ưu hóa được xây dựng trên cơ sở lý thuyết hàm nhiều biến. Bằng việc mô tả các yêu cầu của sản phẩm bởi các hàm toán học (được gọi là các hàm mục tiêu). Sau khi thực hiện khảo sát các hàm mục tiêu đó ta sẽ tìm ra được các thông số cần thiết có giá trị tối ưu. Lý thuyết tối ưu hóa cũng được áp dụng rất rộng rãi cả trong thiết kế chế tạo, điều khiển và khai thác sản phẩm. Thậm chí còn phát triển đến tầm chiến lược khi hoạch định chính sách với tối ưu toàn cục và trở thành khoa học quyết định tối ưu.

Ngoài ra còn có nhiều lý thuyết khác nữa để sử dụng (như phương pháp ma trận, phương pháp tích hợp kinh nghiệm chuyên gia …) đều với mục đích cùng một lúc giải quyết hợp lý và hài hòa các yêu cầu (có tính đối ngược nhau về một mặt nào đó) cho nền sản xuất.

Mặt khác trong khoa học – công nghệ chúng ta còn một lĩnh vực rất quan trọng là điều khiển các quá trình làm việc, từ quá trình hoạt động của một thiết bị đơn lẻ, đến hoạt động của cả một hệ thống, một dây chuyền, một nhà máy, thậm chí còn tiến đến những hệ thống đa quốc gia, mà ở đó quá trình điều khiển thực hiện trên các khoảng cách địa lý rất xa. Với sự phát triển của công nghệ thông tin, trên cơ sở đại số Bool lưỡng trị của kỹ thuật số, đã cho phép tạo ra các hệ thống điều khiển có khả năng xử lý rất cao, tối ưu hóa được quá trình hoạt động mà lại có kích thước rất nhỏ gọn và giá thành phù hợp. Điều này thực sự đã tạo ra cuộc cách mạng về điều khiển học trong thực tế. Ngày nay tự động hóa đã có mặt trong hầu như mọi lĩnh vực từ sản xuất đến đời sống, mà những lợi ích đem lại khó có thể đo đếm được.

Tất cả những lý thuyết trên đều trên nền cơ bản của toán học là lý thuyết tập hợp kinh điển, trong đó sử dụng nguyên lý tuyệt đối là “Bài trung” nghĩa là không chấp nhận phần giữa và trong mô tả toán học nghĩa là chỉ có hai trạng thái “0” và “1” do đó các kết quả là hết sức rõ ràng, rành mạch.

Tuy nhiên trong thực tế các vấn đề của đời sống, của khoa học lại rất khó tạo được tính rõ như vậy ta có thể ví dụ như:

- Khi gia công một sản phẩm cơ khí trên máy công cụ điều khiển số CNC, ta đạt dung sai chế tạo đến cỡ 1/1000 mm và ta gọi là đạt độ chính xác gia công “CAO”. Vậy theo lý thuyết tập kinh điển “CAO” ứng với dung sai cỡ 1/1000 mm là giá trị “1” thì những giá trị dung sai khác (> ‰) sẽ là độ chính xác gia công “THẤP” ứng với giá trị “0” và như vậy không có phần nào chung giữa cái “CAO” và “THẤP” trong ví dụ này. Tuy nhiên khi dung sai đạt đến một giá trị thuộc vùng “THẤP” ta vẫn thấy nó biểu hiện một mức độ nào đó của giá trị “CAO” vậy điều đó nếu loại bỏ hoàn toàn các giá trị “THẤP” sẽ có thể là cứng nhắc khi quyết định. Có thể ta phải tìm ra mức độ "CAO" trong giải giá trị "THẤP" để có quyết định mềm dẻo hơn.

- Với các biến ngôn ngữ trong các hệ điều khiển lại càng thể hiện rõ. Ví dụ: Nhiệt độ nung của lò là "THẤP", "VỪA", "CAO", "QUÁ CAO" đều kèm theo các ngưỡng của nó. Tuy nhiên ở mức nhiệt độ "VỪA" đã có yếu tố "CAO", "QUÁ CAO" …

Vậy giải quyết vấn đề này như thế nào ? Câu hỏi đó được giải quyết trên cơ sở một lý thuyết toán học mới (Bắt đầu được phát triển từ hững năm 60 của thế kỷ 20 bởi nhà toán học L.A Zadeh) là LÝ THUYẾT TẬP MỜ.

3. Phạm vi và phương pháp nghiên cứu

Vậy lý thuyết tập mờ là gì và phân biệt với lý thuyết tập kinh điển thế nào ? Ở đây ta chỉ nói yếu tố khác biệt quan trọng nhất đó là: Trong lý thuyết tập mờ chấp nhận nguyên lý "PHI BÀI TRUNG", tức là chấp nhận phần giữa. Có nghĩa là khi mô tả các sự vật, hiện tượng, tùy theo bản thân nó sẽ chấp nhận các giá trị từ "0" đến "1" thay vì chỉ có hai giá trị là "0" và "1". Khi nhận giá trị "0" và "1" nó trở về tập rõ kinh điển, còn khi nhận các giá trị thuộc [0;1] nó là tập mờ.

Từ khi lý thuyết tập mờ ra đời, nó có ứng dụng mạnh mẽ và rộng rãi tại nhiều nơi và trong nhiều lĩnh vực sản xuất. Các hệ chẩn đoán mà điều khiển mờ, tối ưu hóa mờ xuất hiện ngày càng nhiều từ thiết bị gia dụng đến các sản phẩm công nghiệp có tính hệ thống, dây chuyền. Lý thuyết này cho chúng ta thêm một công cụ mới trong giải quyết các nhiệm vụ khoa học công nghệ đặc biệt là bài toán lựa chọn đa tiêu chuẩn và bài toán điều khiển, có tính mềm dẻo hơn.

Tuy nhiên không thể khẳng định rằng ứng dụng tập mờ sẽ có hiệu quả cao hơn các phương pháp kinh điển (dù tính khái quát lớn hơn). Việc ứng dụng lý thuyết nào còn phụ thuộc vào tư duy triết học của từng nước khác nhau. Điều này giải thích tại sao mặc dù được phát minh ở Mỹ, nhưng lý thuyết tập mờ lại được ứng dụng ở Châu Á nhiều hơn, đặc biệt là Nhật Bản, Hàn quốc, Trung Quốc là những nước theo quan điểm Nho gia với Kinh dịch là then chốt. Chúng ta đã gặp hàng ngày các sản phẩm sử dụng điều khiển mờ như điều hòa không khí, tủ lạnh, máy giặt … đến các hệ quản lý, tối ưu chất lượng … của Nhật Bản, Hàn Quốc rất nhiều trong đời sống và kỹ thuật.

Vì vậy trong đề tài nghiên cứu của mình, chúng tôi chỉ có mục đích là giới thiệu cơ bản về phương pháp ứng dụng lý thuyết mờ và điều khiển mờ trong thực tế, nhằm mục đích nhỏ bé là góp phần giới thiệu thêm một công cụ để chúng ta có thể sử dụng và sẽ hoạn thiện dần để có được những ứng dụng thực tế tốt hơn.

4. Kết cấu nội dung của đề tài

Mở đầu

Chương 1. Cơ sở lý thuyết tập mờ

Chương 2. Cơ sở ứng dụng lý thuyết tập mờ trong các bài toán thực tiễn

Chương 3. Một số ví dụ ứng dụng cụ thể

Kết luân

Chương 1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TẬP MỜ

1.1. Khái quát lý thuyết tập kinh điển

1.1.1. Khái niệm tập hợp

Định nghĩa: Tập hợp (thường gọi là tập) là một bộ các đối tượng thỏa mãn một ràng buộc nào đó. Các phần tử đó được gọi là phần tử của tập hợp đang khảo sát.

- Để định danh tập hợp có thể dùng bằng một tên gọi tùy ý (trong lý thuyết tập hợp thường hay sử dụng ký hiệu là các chữ cái in hoa, ví dụ A, B …).

- Các phần tử của tập hợp cũng được định danh bằng tên hoặc một chủ thể nào đó (các phần tử thường được ký hiệu bằng các chữ cái in thường như a, b, c, x, y …).

- Các phần tử được coi là thuộc cùng một tập hợp khi và chỉ khi chúng có cùng chung một thuộc tính nhất định hoặc cùng thỏa mãn một ràng buộc, mà ràng buộc đó được sử dụng là tiêu chuẩn xác định tập hợp.

- Tập con của một tập A cho trước là một bộ phận của tập A thỏa mãn điều kiện tất cả các phần tử của nó đều là phần tử của A. Nó cũng là một tập hợp.

- Số phần tử của một tập hợp được gọi là lực lượng của tập hợp đó.

- Lực lượng của tập hợp có thể là hữu hạn hoặc vô hạn.

- Một tập hợp có thể xác định bằng cách chỉ ra mọi phần tử của nó hoặc chỉ ra các ràng buộc thuộc tính mà mọi phần tử của tập hợp phải tuân theo hoặc cùng có (cách xác định này áp dụng khi lực lượng của tập hợp là vô hạn).

- Một tập hợp không chứa một phần tử nào gọi là một tập hợp rỗng và được ký hiệu là Ø.

Ví dụ:

- Tập hợp các số tự nhiên N = {1, 2, …, n} là tập hợp có lực lượng vô hạn, đếm được.

- Tập hợp các số thực R là tập hợp có lực lượng vô hạn không đếm được.

- Tập hợp các thông số công nghệ của quá trình hàn là tập hợp lực lượng hữu hạn, đếm được.

1.1.2. Các phép toán trên tập hợp

1.1.2.a. Phép hợp

Với hai tập hợp A và B cho trước, ta có tập hợp là hợp của A và B khi mọi phần tử của A và B đều thuộc T.

Ký hiệu: $T = A \cup B \{h|(h \in A) V (h \in B)|\}$

1.1.2.b. Phép giao

Với hai tập hợp A và B, ta có tập hợp G là giao của A và B khi mọi phần tử của G đều là phần tử của A và B (nên còn gọi là phép lấy phần chung).

Ký hiệu: $A \cap B = G$, $G = \{g|(g \in A) \& (g \in B)|\}$

1.1.2.c. Phép bao hàm

Với hai tập hợp A và B, tập hợp A được gọi là bao hàm tập hợp B hoặc A bao B ($\supset$) khi và chỉ khi mọi phần tử của B đều là phần tử của A và khi đó B gọi là được bao hàm trong A ($B \subset A$).

Ví dụ:

Tập C - là tập các thông số công nghệ khi hàn.

Tập I - là tập các giá trị cường độ dòng điện hàn.

Ta có $C \supset I$ hoặc $I \subset C$.

Tập I còn được gọi là tập con của C.

1.1.2.d. Phép trừ hay lấy phần bù

- Khái niệm: Cho trước một tập A là một tập con của một tập hợp U, phần bù của A trong U là tập hợp B (là tập con của U) sẽ bao gồm mọi phần tử của tập U không thuộc tập hợp A.

- Một tập B như vậy là kết quả của phép U trừ A hoặc còn gọi là phép lấy phần bù của A trong U.

- Ký hiệu: $B = U \setminus A$

Hoặc B = Ã (trong U)

- Hệ quả: Một tập hợp A và phần bù của nó luôn không giao nhau, tức là:

$A \cap B = Ø$ hoặc $A \cap Ã = Ø$ (*)

Biểu thức (*) được gọi là nguyên lý bài trung (không chấp nhận phần giữa).

Ta có:

$A \cup Ã = U$

Và: $A \cap Ã = Ø$

Đây là sự khắc nhau cơ bản giữa lý thuyết tập kinh điển và lý thuyết tập mờ mà sẽ nói ở phần sau của đề tài.

1.1.2.e. Phép tích trực tiếp

- Khái niệm: Với một tập N cho trước, tích trực tiếp của N x N cũng là một tập hợp của mọi phần tử có dạng thứ tự (a, b) với $(a, b) \in N$. Tích trực tiếp của cùng một tập hợp còn gọi là tích chập của tập hợp đó.

Với hai tập A và B cho trước thì tích trực tiếp của A x B là một tập hợp của mọi cặp phần tử có thứ tự theo dạng (a, b) với $a \in A$, $b \in B$.

- Chú ý: cặp (a, b) là khác cặp (b, a).

Ví dụ: có tập số thực R thì ta có tích chập của R là R x R chính là mọi tọa độ của một điểm bất kỳ trên mặt phẳng (x, y).

1.1.3. Khái niệm về quan hệ (Relation)

1.1.3.a. Quan hệ hai ngôi

- Khái niệm: Chúng ta có trước một tập hợp A, khi đó một tập con R của tập tích trực tiếp A x A được gọi là một quan hệ hai ngôi xác lập trên A khi và chỉ khi R là tập nào đó mà các cặp phần tử có thứ tự (a, b) với $a, b \in A$.

- Ký hiệu toán học:

$R = \{(a, b) \mid a, b \in A\}$

Hoặc ta có thể viết $R \subset A \times A$

Hay $R \subset A * A$

Nếu viết: a R b có nghĩa là a có quan hệ với b trên R.

- Với hai tập A và B cho trước khi đó một tập con R được gọi là quan hệ 2 ngôi xác định giữa A và B là một tập hợp mà các cặp phần tử có dạng thứ tự (a,b) với $a \in A$, $b \in B$. Tức là $R \subset A \times B$ cũng chú ý là $(a, b) \neq (b, a)$.

Ví dụ:

- Với tập số thực R, một hàm số bất kỳ $y = f(x)$ với $(x, y) \in R$ là một quan hệ hai ngôi xác định trên r.

- Cho trước tập hợp A là các dạng mối hàn

Tập hợp B là các dạng khuyết tật

Tập hợp CÁC là các loại nguyên nhân

Ta có:

Tập $I \subset A \times B$ là mối quan hệ hai ngôi giữa các dạng mối hàn và dạng khuyết tật.

Tập $J \subset A \times C$ là quan hệ hai ngôi giữa mối hàn và các nguyên nhân khuyết tật.

Tập $K \subset B \times C$ là quan hệ hai ngôi giữa khuyết tật và nguyên nhân.

1.1.3.b. Các phép toán trên quan hệ

Theo phân tích ở trên ta thấy các quan hệ cùng là các tập hợp, do vậy các phép toán trên tập hợp (Hợp, giao, bao hàm, tích …) cũng áp dụng hoàn toàn trên quan hệ và chúng cũng là các quan hệ, quan hệ bao hàm, quan hệ giao …

* Quan hệ ngược:

- Khái niệm: Cho trước một tập hợp M, với mối quan hệ hai ngôi R xác định trên tập tích M x M, tồn tại một quan hệ ngược R^{-1} được xác định bằng cách: cặp (a, b) thuộc R^{-1} khi và chỉ khi cặp (b, a) thuộc R. Khi đó ta viết:

$a R^{-1} b \leftrightarrow b R a$

Từ đó ta có hệ quả: Nghịch đảo của quan hệ ngược chính là quan hệ gốc.

Tức là: $[(R^{-1})^{-1}] = R$

* Quan hệ rỗng:

Với một tập M cho trước, thì tập con rỗng (không có phần tử nào) của tích M x M là một quan hệ rỗng (Ø).

Từ đó ta có các hệ quả:

- Mọi quan hệ R đều bao hàm quan hệ rỗng Ø.

- Tích (giao hoán) của một quan hệ bất kỳ với một quan hệ rỗng luôn thành một quan hệ rỗng.

$\varnothing.R = R.\varnothing = \varnothing$

1.1.3.c. Quan hệ đơn vị

- Khái niệm: Một quan hệ hai ngôi E được xác lập trên M được gọi là quan hệ đơn vị khi và chỉ khi với mọi cặp phần tử (a, b) thuộc E ta luôn có a = b.

Tức là: $a\ E\ b \leftrightarrow a = b$

- Với mọi a của tập M, tập con E của tích M x M gồm mọi cặp (a, a) là một quan hệ đơn vị.

$E = \{(a, a) \mid \forall\ a \in M\}$

- Ta có hệ quả sau:

Tích (giao hoán) của mọi quan hệ với quan hệ đơn vị luôn bảo toàn quan hệ đó.

Ta luôn có:

$E.R = R.E = R$

1.1.3.d.Tích các quan hệ

- Khái niệm: Gọi T và K là các quan hệ hai ngôi xác lập trên M cho trước, một quan hệ hai ngôi được gọi là tích T.K được xác định theo quy luật sau: cặp (a, b) thuộc T.K khi và chỉ khi trong M tồn tại phần tử c sao cho cặp (a, c) thuộc T và cặp (c, b) thuộc K. Khi đó ta có ký hiệu:

$aT\ .\ Sb \leftrightarrow \exists\ c \in M : \{a\ T\ c\ \&\ c\ T\ b\}$

- Hệ quả: Phép tích các quan hệ có tính kết hợp.

Tức là: (R . S) . T = R . (S . T)

Trong quân hệ luôn tồn tại các tính chất:

+ Tính phản xạ (tự ứng).

+ Tính bắc cầu (truyền ứng).

+ Tính đối xứng.

+ Tính phản xứng.

1.1.3.e. Quan hệ nhiều ngôi

Về thực chất là sự tổng quát hóa của quan hệ hai ngôi khi tích chập lớn hơn 2 hoặc tích trực tiếp lớn hơn 2.

1.2. Các vấn đề cơ bản của lý thuyết tập mờ

Lý thuyết tập mờ được phát triển đầu tiên bởi nhà toán học người Mỹ L. A Zadeh. Trong mở đầu công trình của mình ông viết:

"Trong các nghiên cứu từ trước đến nay của chúng ta, chúng ta đã phản ánh thế giới thực tại bằng những mô hình toán học không chấp nhận cái mờ. Chúng ta cũng đã cố hết sức mô tả các quy luật chi phối hành vi con người bằng những từ toán học, y hệt như những từ trong việc phân tích các hệ vô sinh. Điều này theo ý chúng tôi đã và sẽ luôn là một cố gắng định hướng sai lầm.

Cái mà chúng tôi nghiên cứu là một quan điểm mới, một dạng khái niệm và kỹ năng mới, trong đó cái mờ được chấp nhận như một thực tại phổ biến của sự tồn tại nhân loại"

Vậy sự mờ được mô tả toán học như thế nào ? Sau đây chúng ta sẽ làm sáng tỏ qua các khái niệm cơ bản của nó.

1.2.1. Khái niệm hàm thuộc của tập hợp

Giả sử chúng ta có Y là một tập kinh điển có thể gọi là tập vũ trụ (hay một hệ quy chiếu).

Ví dụ:

Y = {a, b, c, d, e, f} = {y}

Ta xác định một số tập con của Y chẳng hạn:

$A = \{a, c, e, f\}$

$B = \{a, c, d\}$

$C = \{c, e, f\}$

Để xác định các tập con đó ta sử dụng khái niệm hàm thuộc hay hàm thành phần ký hiệu là μ. Hàm thuộc μ được định nghĩa:

$\mu_{A(y)} \equiv A(y)$ = 0 khi và chỉ khi y không thuộc A

= 1 khi và chỉ khi y thuộc A

Tập hợp hai phần tử đánh giá (0, 1) - gọi là tập đánh giá.

Xét ví dụ trên ta có:

A(a) = 1; A(b) = 0; …

B(a) = 1; B(c) = 0; …

C(a) = 0; C(e) = 1; …

Và chúng ta chú ý rằng:

Y(y) = 1; Ø(y) = 0 với mọi y.

Đó là xét với tập kinh điển. Bây giờ chúng ta xét với tập mờ theo quan điểm của L.A Zadeh.

Hàm thuộc $\mu_{A(y)}$ của tập mờ khi đó không chỉ nhận hai giá trị (0, 1) mà có thể nhận giá trị bất kỳ thuộc (0, 1).

Ví dụ trong các giá trị của tập kinh điển trên nếu xét tính mờ ta có thể có:

A(a) = 0,3;

A(c) = 0,2;

A(e) = 0,3;

A(f) = 0,4;

và A(b) = 0

Theo định nghĩa về phép bổ xung (hay lấy phần bù) ta có:

Ã(a) = 1/A(a) = 0,7

Ã(c) = 0,8

Ã(e) = 0,7

Ã(f) = 0,6

Ã(b) = 1

Từ đó ta có:

$(A \cap \tilde{A})(a) = 0,3$

$(A \cap \tilde{A})(b) = 0$

$(A \cap \tilde{A})(c) = 0,2$

$(A \cap \tilde{A})(e) = 0,3$

$(A \cap \tilde{A})(f) = 0,4$

Với phép giao ($\cap$) lấy min (A, Ã).

Tương tự ta có:

$(A \cup \tilde{A})(a) = 0,7$

$(A \cup \tilde{A})(b) = 1$

$(A \cup \tilde{A})(c) = 0,8$

$(A \cup \tilde{A})(e) = 0,7$

$(A \cup \tilde{A})(f) = 0,6$

Với phép hợp ($\cup$) lấy max (A, Ã).

Và ta có ngay:

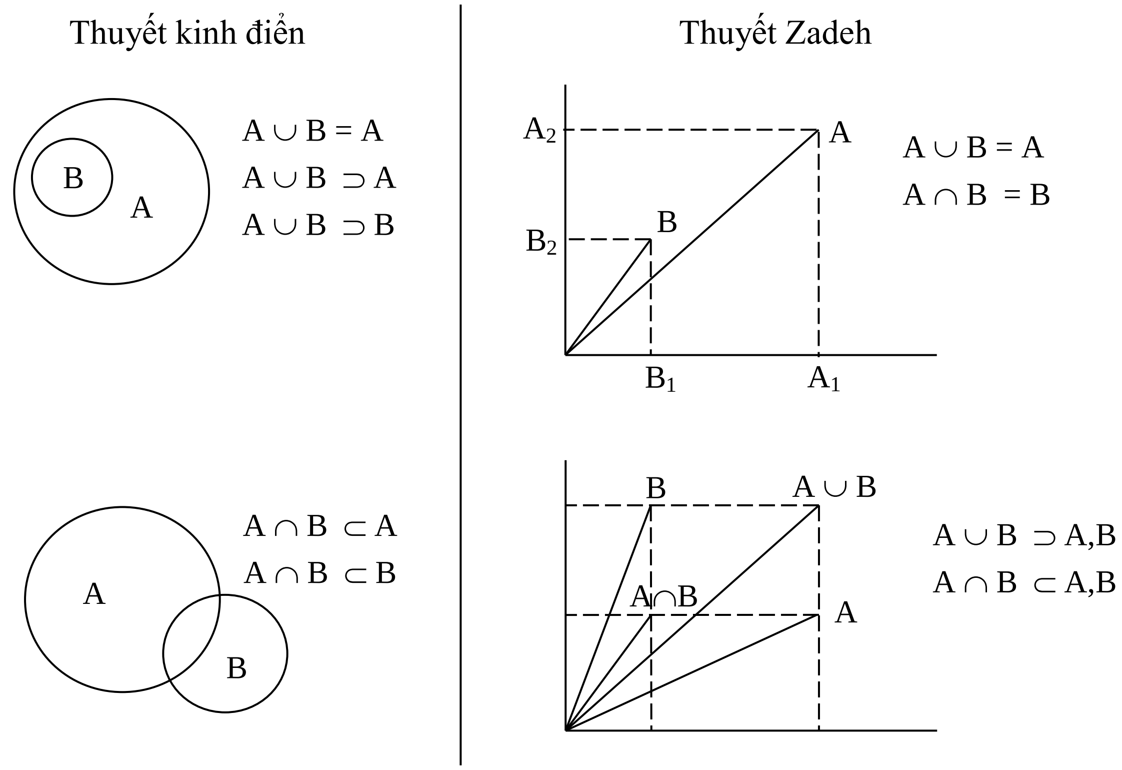
$A \cap \tilde{A} \neq \emptyset$

Và $A \cup \tilde{A} \neq Y$

Do Y(y) = 1 và Ø(y) = 0 với mọi (y).

Đây được gọi là nguyên lý PHI BÀI TRUNG (chấp nhận phần giữa) và là khác biệt cơ bản của lý thuyết tập mờ và tập kinh điển (rõ).

Các phép toán trên tập mờ cũng được bảo toàn như với tập kinh điển (cùng bao gồm các phép hợp, giao, lấy phần bù, bao hàm …). Sự khác biệt như đã nói là ở miền tồn tại của hàm thuộc. Ta có thể mô tả trên hình vẽ như sau:



Hình 1.1. Miền tồn tại của hàm thuộc

1.2.2. Phép nhân max, min và phép nhân min, max khi xử lý số liệu mờ

Các phép nhân (max, min) và (min, max) được sử dụng khi xử lý các số liệu mờ ở dạng ma trận (là dạng số liệu phổ biến nhất).

1.2.2.a. Phép nhân MAX MIN

Phép nhân này tương tự như nhân ma trận thông thường, tuy nhiên có hai điểm khác biệt cơ bản:

- Thay phép nhân bằng phép lấy min.
- Thay phép cộng bằng phép lấy max.

Ví dụ: Ta nhân hai ma trận

$$A \,x\, B = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} . \begin{pmatrix} e & f \\ g & h \end{pmatrix}$$

Với phép nhân thông thường ta có kết quả:

$$A \,x\, B = \begin{pmatrix} ae + bg & af + bh \\ ce + dg & cf + dh \end{pmatrix}$$

Với phép nhân Max Min có ký hiệu là 0 ta có:

$$A0B = \begin{cases} \max(\min(a,c),\min(b,g))\max(\min(a,f),\min(b,h)) \\ \max(\min(c,e),\min(d,g))\max(\min(c,f),\min(d,h)) \end{cases} \qquad (*)$$

Ví dụ bằng số chẳng hạn:

$$\begin{pmatrix} 3 & 8 \\ 2 & 7 \end{pmatrix} 0 \begin{pmatrix} 0 & 6 \\ 3 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 3 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$$

1.2.2.b. Phép nhân MIN MAX

Phép nhân MinMax có ký hiệu Ō được suy ra từ phép nhân MaxMin với sự thay thế Max bằng Min và Min bằng Max trong công thức (*).

Vẫn với ví dụ trên ta có:

$$\begin{pmatrix} 3 & 8 \\ 2 & 7 \end{pmatrix} \bar{0} \begin{pmatrix} 0 & 6 \\ 3 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 6 \\ 2 & 6 \end{pmatrix}$$

Các phép nhân MaxMin và MinMax có những ứng dụng rất sâu sắc trong lý thuyết tập mờ mà chúng ta sẽ làm rõ ở các phần sau.

1.3. Các khái niệm và định lý cơ bản sử dụng trong lý thuyết tập mờ

1.3.1. Khoảng cách

Khoảng cách là một khái niệm quan trọng của lý thuyết tập hợp nói chung và tập mờ nói riêng. Nó được sử dụng để đánh giá mức độ tản mát hay chụm của các phần tử trong tập hợp.

Ví dụ: ta có một tập hợp

U = {a, b, c, d, e …}

Khi đó khái niệm khoảng cách xác định trên U được ký hiệu là D sẽ phải đáp ứng các điều kiện sau:

$D(a, b) \geq 0$, $D(a, b) = 0 \leftrightarrow a = b$

$D(a, b) = D(b, a)$

D(a, c) ≤ D(a, b) ※ D(b, c)

Dấu (※) là phép cộng với định nghĩa cụ thể của từng loại khoảng cách.

Thông thường trong lý thuyết tập mờ sử dụng hai khái niệm khoảng cách là:

- Khoảng cách HAMMINH

- Khoảng cách EUCLIDE

Ứng dụng khái niệm khoảng cách chúng ta sẽ là rõ qua các ứng dụng của đề tài.

1.3.2. Tập mờ thông thường có định mức, các định lý phân tích và tổng hợp

Ở đây nêu lên một số mối quan hệ giữa tập mờ và các tập thông thường và làm rõ quá trình phân tích và tổng hợp trong lý thuyết tập mờ.

1.3.2.a. Tập con thông thường định mức của một tập mờ

Giả sử ta có một tập mờ được cho ở dạng bảng như sau:

M	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
	0,6	0,2	0,5	0,1	1

Trên tập số a $\in$ [0; 1] ta có tập con thông thường định mức của tập M là:

$$M_i(x)\,\text{hay}\,M\{a\} = \begin{cases} = 1\,\text{khi}\,M(x) \le a \\ = 0\,\text{khi}\,M(x) > a \end{cases}$$

Với tập M (là tập mờ) nêu trên ta có các tập con định mức (là tập rõ) như sau:

M	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
M	0,6	0,2	0,5	0,1	1
M(0,1)	1	1	1	1	1
M(0,5)	1	0	1	0	1
M(0,7)	0	0	0	0	1

1.3.2.b. Định lý phân tích

Đây là một định lý tuy đơn giản nhưng lại rất có ích khi vận dụng lý thuyết tập mờ.

- Cho M là tập mờ và các giá trị hàm thành phần xác định của nó là $M(x_i) = a_i$

Ta có định lý:

$M = Max\{a_1.A_1, a_2.A_2, \ldots a_n.A_n\}$

Với $A_i = A\{a_i\}$

Xét với ví dụ trên ta có:

M	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
M(0,1)	1	1	1	1	1
M(0,5)	1	0	1	0	1
M(0,7)	0	0	0	0	1

Ta có $M = Max\{a_1.A_1, a_2.A_2, \ldots a_n.A_n\}$

$$= Max \begin{array}{l} 0,1 \text{ x } \boxed{1 \mid 1 \mid 1 \mid 1 \mid 1} \\ 0,5 \text{ x } \boxed{1 \mid 0 \mid 1 \mid 0 \mid 1} \\ 0,7 \text{ x } \boxed{0 \mid 0 \mid 0 \mid 0 \mid 1} \end{array}$$

$$= Max \begin{array}{l} \boxed{0,1 \mid 0,1 \mid 0,1 \mid 0,1 \mid 0,1} \\ \boxed{0,5 \mid 0 \mid 0,5 \mid 0 \mid 0,5} \\ \boxed{0 \mid 0 \mid 0 \mid 0 \mid 0,7} \end{array}$$

$$= \boxed{0,5 \mid 0,1 \mid 0,5 \mid 0,1 \mid 0,7}$$

= M với các định mức ngoài phần tử của M.

Xét với các phần tử thuộc tập mờ cho trước ta có:

M	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
M(0,1)	1	1	1	1	1
M(0,2)	1	1	1	0	1
M(0,5)	1	0	1	0	1
M(0,6)	1	0	0	0	1
M(1)	0	0	0	0	1

Ta có:

$$M = Max \begin{array}{l} 0,1 \text{ x } \boxed{1 \mid 1 \mid 1 \mid 1 \mid 1} \\ \phantom{0,1 \text{ x }} \boxed{1 \mid 1 \mid 1 \mid 0 \mid 1} \end{array}$$

0,2 x

0,5 x

1	0	1	0	1

0,6 x

1	0	0	0	1

1 x

0	0	0	0	1

=

0,6	0,2	0,5	0,1	1

= M

Chính là tập M ban đầu (là tập mờ).

1.4. Đồ thị mờ và quan hệ mờ

1.4.1. Khái niệm

Xét một ví dụ cụ thể như sau:

$A = \{x_1, x_2\}$

Và $B = \{y_1, y_2, y_3, y_4\}$

Ta có: Một tập hợp các cặp có dạng thứ tự (x_i, y_k) được gọi là tích trực tiếp (hay tích Déscartes) của A và B. Tức là:

$(x_i, y_k) \in A \times B, x_i \in A, y_k \in B$

Ta có thể mô tả mối quan hệ từ $(A \rightarrow B)$ theo bảng ví dụ như sau:

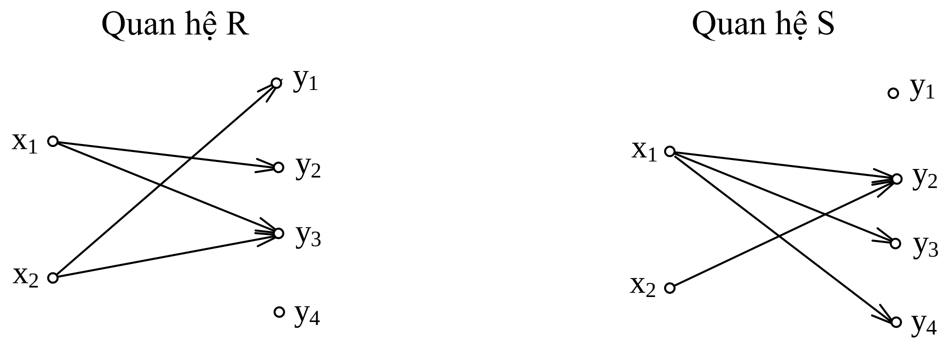
R $(A \rightarrow B)$	x_1	x_2	S $(A \rightarrow B)$	x_1	x_2
y_1	0	1	1	0	0
y_2	1	0	1	1	1
y_3	1	1	1	1	0
y_4	0	0	0	1	0

Với R, S là hai quan hệ xác lập trên A x B hoặc ta có thể viết $(R, S) \subset AxB$

Ký hiệu $A \rightarrow B$ chỉ mối quan hệ từ A đến B. Từ đó ta có mô tả hai quan hệ R, S trong A x B trên bảng như sau.

A x B	(x_1, y_1)	(x_1, y_2)	(x_1, y_3)	(x_1, y_4)	(x_2, y_1)	(x_2, y_2)	(x_2, y_3)	(x_2, y_4)
R	0	1	1	0	1	0	1	0
S	0	1	1	1	0	1	0	0

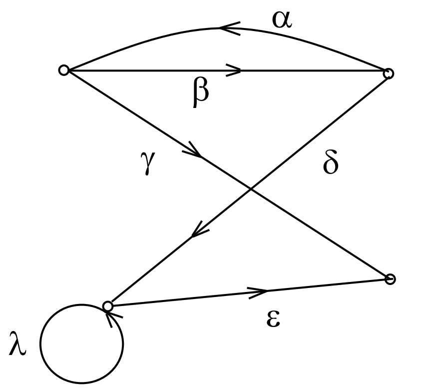
Và các quan hệ trên có thể mô tả trên đồ thị như sau:



Hình 1.2. Đồ thị quan hệ mờ

Các quan hệ đó khi có giá trị thuộc (0, 1) sẽ trở thành quan hệ mờ và vẫn mô tả đồ thị như vậy với chỉ số mờ xác định.

Ví dụ ta có đồ thị sau:



Với: α, β, γ, δ, ε, λ) ∈ [0, 1]

Hình 1.3. Một đồ thị mờ

1.4.2. Các phép toán hợp, giao, bổ xung với các quan hệ mờ theo L.A Zadeh

Cũng hoàn toàn tương tự với các phép toán trong tập mờ. Ta có:

$x(R \cup S)y = \max\{x\ R\ y, x\ S\ y\}$

$x(R \cap S)y = \min\{x\ R\ y, x\ S\ y\}$

$x(\overline{R})y\ 1 - xRy$

Ta xét qua một ví dụ bằng số như sau:

R (A→B)	y_1	y_2	y_3	S (A→B)	y_1	y_2	y_3
x_1	0,1	0,3	0,7	x_1	0,5	0,3	0,6

x_2	0,2	0,5	0	x_2	0,8	1	0,1

Ta có ngay phép giao $R \cap S$ trên $A \rightarrow B$:

$(R \cap S)$ $A \rightarrow B$	y_1	y_2	y_3
x_1	0,1	0,3	0,6
x_2	0,2	0,5	0

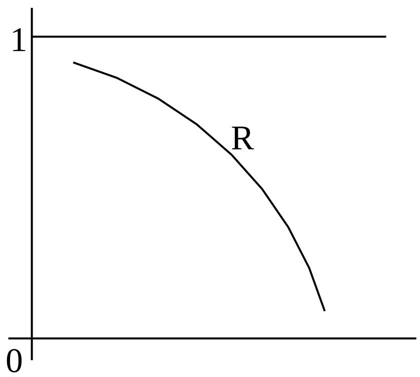
Và phép hợp:

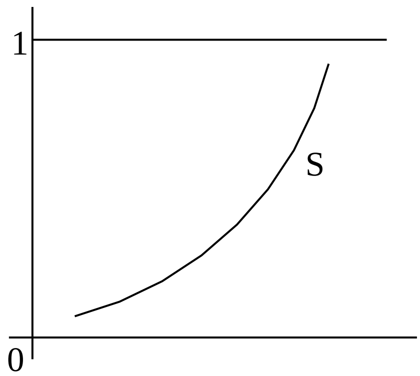
$(R \cup S)$ $A \rightarrow B$	y_1	y_2	y_3
x_1	0,5	0,3	0,7
x_2	0,8	1	0,1

Tương tự ta có phép bổ xung:

$\overline{R}$ $(A \rightarrow B)$	y_1	y_2	y_3
x_1	0,9	0,7	0,3
x_2	0,8	0,5	1

Ta cũng có thể mô tả trên đồ thị như sau:





Hình 1.4. Mô tả phép toán của quan hệ mờ

Các tính chất giao hoán, kết hợp … và đặc biệt nguyên lý phi bài trung của tập mờ cũng hoàn toàn đúng với các quan hệ mờ.

1.4.3. Các phương án hợp thành giữa các quan hệ mờ

Với tập mờ ngoài các phép tính logic, các quan hệ mờ khác nhau có thể hợp thành lại với nhau bằng nhiều cách. Các phương pháp hợp thành này là cơ sở của tính chất bắc cầu là một tính chất rất quan trọng trong lý thuyết tập mờ.

1.4.3.a. Phương án hợp thành MaxMin

Ta có hai quan hệ:

$R \subset E \times F$

Và $S \subset F \times G$

Với $E = \{x\}$; $F = \{y\}$; $G = \{z\}$;

Ta thấy: $E \times F = \{x, y\}$; $F \times G = \{y, z\}$; $E \times G = \{x, z\}$;

Phương án hợp thành MaxMin là:

$$(R \circ S)(x, z) = \underset{y}{\text{Max}}\ \text{Min}\ \{R(x, y).S(y, z)\}$$

1.4.3.b. Phương án hợp thành MinMax

$$(R\ \bar{o}\ S)(x, z) = \text{Min Max}\ \{R(x, y).S(y, z)\}$$

y

Chỉ khác với phương án MaxMin ở chỗ đổi vị trí của Min, Max.

1.4.3.c. Phương án hợp thành Max tích

Ta có biểu thức:

$$(R \,.\, S)\,(x, z) = \underset{y}{\mathrm{Max}}\,\{R(x, y).S(y, z)\}$$

Các phương án MaxMin và Max tích gộp ại với nhau thành phương án "Max Sao" với ký hiệu toán học như sau:

R * S = {Max Min hay Max tích}

Ta xét qua một ví dụ cụ thể sau:

Cho trước hai quan hệ mờ sau

R ↑	y_1	y_2	y_3	y_4
x_1	0,2	0,3	0	0,7
x_2	0,5	0,4	0,2	0,6
x_3	0,3	0,6	1	0,5

S ↑	z_1	z_2	z_3	z_4
y_1	0,8	0,6	0,7	0
y_2	0,2	0,1	0,9	1
y_3	0,4	0,5	0,3	0
y_4	0,1	0,7	0,8	0,2

Với $(x, z) = (x_1z_1)$

Ta có:

Hợp thành MaxMin

$(R \text{ o } S)\,(x_1z_1) = \mathrm{Max}\{\min(0{,}2;\, 0{,}8)\min(0{,}3;\, 0{,}2)\min(0;\, 0{,}4)\min(0{,}7;\, 0{,}1\} =$

$= \mathrm{Max}\{0{,}2;\, 0{,}2;\, 0;\, 0{,}1\}$

Và $(R \text{ o } S)\,(x_1z_1) = 0{,}2$

Tiếp tục ta có:

(R o S) (x_1z_2); (x_1z_3); (x_1z_4) …

Và lập được quan hệ tích hợp MaxMin.

Với hợp thành MinMax ta làm ngược lại.

Từ những khái niệm cơ bản trên, mặc dù rất sơ đẳng trong lý thuyết tập mờ. Tuy nhiên có thể tạo ra các ứng dụng thực tiễn rất đa dạng. Tiếp theo ở chương 2 chúng ta sẽ đi vào xây dựng một số ứng dụng cụ thể.

Chương 2. CƠ SỞ ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT TẬP MỜ TRONG CÁC BÀI TOÁN THỰC TIỄN

2.1. Các bài toán lựa chọn đa tiêu chuẩn

Trong các nhiệm vụ thực tế nói chung và đặc biệt là các bài toán kỹ thuật nói riêng, các yêu cầu thường có sự mâu thuẫn lẫn nhau. Ví dụ trong các bài toán kỹ thuật thông thường có hai yêu cầu là năng suất và chất lượng hay rộng hơn là yếu tố kinh tế - Kỹ thuật thường là mâu thuẫn. Chính vì vậy việc dung hòa các mâu thuẫn đó là một nhiệm vụ rất quan trọng của những người làm khoa học – công nghệ. Từ trước tới nay có nhiều lý thuyết được ứng dụng để giải quyết vấn đề này như lý thuyết xác suất, lý thuyết tối ưu … Các lý thuyết này đều có các ưu điểm của mình và đã chứng minh được tác dụng trong việc phát triển khoa học – công nghệ. Mặc dù vậy các lý thuyết này đều dựa trên cơ sở lý thuyết tập kinh điển mà ở đó không chấp nhận cái mờ, nhưng trong thực tế như đã nêu ở phần mở đầu chúng ta thấy, các quá trình thực tiễn ít nhiều đều có tính mờ, đặc biệt là khi sử dụng các biến ngôn ngữ (rất phổ biến trong kỹ thuật). Do đó trong đề tài này chúng tôi đưa ra phương pháp xử lý trên cơ sở chấp nhận tính mờ của các quá trình công nghệ, để giải các bài toán lựa chọn đa tiêu chuẩn trong công nghệ.

2.2. Hệ phương trình hình thức Sanchez trong lý thuyết tập mờ

2.2.1. Khái niệm

Ta bắt đầu với ví dụ cụ thể sau:

Cho hai tập hợp, ví dụ:

Tập E = $\{x_1, x_2, x_3\}$

Tập G = $\{y_1, y_2\}$

Khi đó chúng ta có tập tích: E x G = $\{x_i, y_k\}$

Với $x_i \in E$, $y_k \in G$; I = 1, 2, 3 và k = 1, 2

Trong đó: Tập E ví dụ là các dạng mối hàn

Với x_1: Hàn 1G, x_2: Hàn 2G, x_3: Hàn 3G

Tập G ví dụ là các dạng khuyết tật mối hàn với:

y_1: Mối hàn không ngấu

y_2: Mối hàn bị dòn.

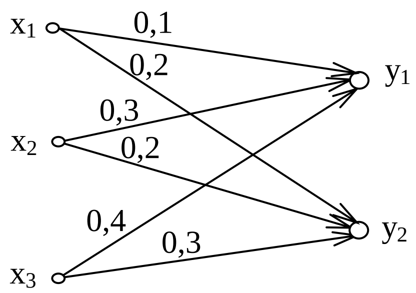
Các loại mối hàn trên có thể xảy ra các loại khuyết tật nêu ra với mức độ khác nhau và có thể được đánh giá từ 0 đến 1. Số 0 là hoàn toàn không có khuyết tật, còn số 1 là chắc chắn có khuyết tật. Ví dụ mức độ xuất hiện các khuyết tật trên các dạng mối hàn (có thể xác định bằng thống kê thực nghiệm, kinh nghiệm hoặc cân nhắc chủ quan của chuyên gia …) được lập thành bảng như sau:

T	y_1: Mối hàn không ngấu	y_2: Mối hàn bị dòn
x_1: Hàn 1G	0,1	0,2
x_2: Hàn 2G	0,3	0,2
x_3: Hàn 3G	0,4	0,3

Với $T \subset E \times G$ là quan hệ giữa dạng mối hàn và dạng khuyết tật.

Các mức độ này được ký hiệu là $T(x_i, y_k)$.

Các giá trị của $T(x_i, y_k)$ sẽ phụ thuộc khoảng từ $0 \rightarrow 1$. Nếu như $T(x_i, y_k)$ chỉ nhận hai giá trị là 0 và 1 thì quan hệ đó là rõ, nếu thuộc vào giữa [0; 1] thì quan hệ là mờ và như vậy quan hệ rõ (như của đại số Boole) chỉ là một trường hợp riêng của quan hệ mờ và rõ ràng tính khái quát của quan hệ mờ là cao hơn. Các quan hệ mờ này ngoài cách biểu diễn bằng bảng còn có thể mô tả trực quan bằng đồ thị mờ như đã mô tả ở chương 1. Với ví dụ trên ta có đồ thị sau:



Hình 2.1. Đồ thị mờ quan hệ giữa dạng mối hàn và dạng khuyết tật

Bây giờ giả sử ta có một tập F = {z_1, z_2, z_3} với z_i là các nguyên nhân gây ra khuyết tật mối hàn, chẳng hạn:

z_1: Cường độ dòng điện hàn (I_h [A]);

z_2: Tốc độ hàn quá nhanh (v_h [cm/s]);

z_3: Mối hàn nguội quá nhanh (v_{ng} [^{0}C/h]).

Khi đó ta có thể lập tiếp các quan hệ:

$R \subset F \times G$

Và $S \subset E \times F$

Với R: Mối quan hệ giữa các dạng khuyết tật và các nguyên nhân gây khuyết tật;

S: Mối quan hệ giữa các dạng mối hàn và các nguyên nhân gây khuyết tật.

Như vậy từ ba tập E, G, F ta có ba quan hệ T, R, S có liên quan đến nhau.

Trên thực tế nảy sinh vấn đề là, bằng các phương pháp khác nhau ta có thể xác định được 2 quan hệ, và cần tìm giá trị cực đại của quan hệ còn lại làm căn cứ để lựa chọn công nghệ phù hợp. Với ví dụ trên bằng thống kê ta có thể xác định được quan hệ T, bằng kinh nghiệm hoặc chuyên gia ta xác định được quan hệ R (với độ mờ nào đó) vấn đề là xác định quan hệ S_{max}. Hoặc biết S và R ta có thể tìm T_{max} … Điều này được giải quyết nhờ hệ phương trình hình thức Sanchez.

2.2.2. Hệ phương trình hình thức Sanchez

Hệ hình thức Sanchez bao gồm:

- Toán tử Sanchez
- Phép nhân Sanchez
- Phương trình (Định lý) Sanchez 1 và 2

2.2.2.a. Toán tử Sanchez

Toán tử Sanchez ký hiệu là α được định nghĩa như sau:

$$a \, \alpha \, b = \begin{cases} 1 \text{ khi } a \le b \\ b \text{ khi } a > b \end{cases}$$

Ví dụ: $2\ \alpha\ 6 = 1$

$8\ \alpha\ 10 = 1$

$9\ \alpha\ 2 = 2$

2.2.2.b. Phép nhân Sanchez

Ta hãy lấy một ví dụ cụ thể:

Cho hai ma trận:

$$A=\begin{Bmatrix} 7 & 6 \\ 8 & 2 \end{Bmatrix} \text{ và } B=\begin{Bmatrix} 9 & 4 \\ 1 & 6 \end{Bmatrix}$$

Theo phép toán nhân ma trận thông thường ta có:

$$A \times B=\begin{Bmatrix} (7.9)+(6.1) & (7.4)+(6.6) \\ (8.9)+(2.1) & (8.4)+(2.6) \end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix} 69 & 64 \\ 74 & 44 \end{Bmatrix}$$

Với phép nhân Sanchez ta thay phép nhân bằng phép nhân α và phép cộng bằng phép lấy Min và được gọi là phép nhân (α) của Sanchez.

$$A \times B=\begin{pmatrix} 7 & 6 \\ 8 & 2 \end{pmatrix}(\alpha)\begin{pmatrix} 9 & 4 \\ 1 & 6 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} \min[(7\alpha 9);(6\alpha 1)] & \min[(7\alpha 4);(6\alpha 6)] \\ \min[(8\alpha 9);(2\alpha 1)] & \min[(8\alpha 4);(2\alpha 6)] \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

2.2.2.c. Phương trình (Định lý) Sanchez 1

Giả thiết chúng ta xây dựng được quan hệ mờ từ các tập mờ như ở trên. Các quan hệ mờ đó được liên quan nhau bởi một phương trình (gọi là PHƯƠNG TRÌNH QUAN HỆ MỜ)

Có dạng: S o R = T (**)

Khi đó ta cần giải hai nhiệm vụ:

I - Tìm nghiệm cực đại R khi biết T và S

II - Tìm nghiệm cực đại S khi biết T và R

Tìm nghiệm của bài toán (I) là định lý Sanchez 1

Tìm nghiệm của bài toán (II) là định lý Sanchez 2

Định lý 1: Nghiệm cực đại của phương trình quan hệ mờ (**) khi giải bài toán (I) có dạng:

$R_{max} = S^T(\alpha)T$ (2.1)

Chữ T ở ma trận S biểu thị phép chuyển vị ma trận S (Hoán vị hàng thành cột và ngược lại).

Với ví dụ ở đầu chương ta có:

T	y_1	y_2
x_1	0,1	0,2
x_2	0,3	0,2
x_3	0,4	0,3

S	z_1	z_2	z_3
x_1	0,3	0,5	0,6
x_2	0,4	0,3	0,5
x_3	0,5	0,3	0,3

Khi đó nghiệm R_{max} được tính theo công thức của định lý Sanchez 1 (công thức 2.1).

Khi đó:

$$S^T = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,4 & 0,5 \\ 0,5 & 0,3 & 0,3 \\ 0,6 & 0,5 & 0,3 \end{pmatrix}$$

Thực hiện phép nhân (α) ta có:

$$R_{max} = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,4 & 0,5 \\ 0,5 & 0,3 & 0,3 \\ 0,6 & 0,5 & 0,3 \end{pmatrix} (\alpha) \begin{pmatrix} 0,1 & 0,2 \\ 0,3 & 0,2 \\ 0,4 & 0,3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,2 \\ 0,1 & 0,2 \\ 0,1 & 0,2 \end{pmatrix}$$

Và ta có quan hệ R theo dạng bảng (là quan hệ giữa nguyên nhân và khuyết tật).

R	y_1	y_2
z_1	0,3	0,2
z_2	0,1	0,2
z_3	0,1	0,2

2.2.2.d. Phương trình (Định lý) Sanchez 2

Nghiệm cực đại của phương trình quan hệ mờ (**) có dạng:

$S_{max} = \{R(\alpha)(T)^T\}^T$ (2.2)

Với chữ T cũng là chỉ phép chuyển vị của ma trận T.

Áp dụng với ví dụ của chúng ta, giả sử ta tìm được quan hệ R (là mối quan hệ giữa các loại khuyết tật và các nguyên nhân khi hàn).

Giả sử ta có: $R = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,3 \\ 0,2 & 0,3 \\ 0,2 & 0,4 \end{pmatrix}$

Ta có

$$T^T = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,3 & 0,4 \\ 0,2 & 0,2 & 0,3 \end{pmatrix}$$

Ta có:

$S_{max} = \{R(\alpha)(T)^T\}^T$

$$S_{max} = \left[\begin{pmatrix} 0,4 & 0,3 \\ 0,2 & 0,3 \\ 0,2 & 0,4 \end{pmatrix}(\alpha)\begin{pmatrix} 0,1 & 0,3 & 0,4 \\ 0,2 & 0,2 & 0,3 \end{pmatrix}\right]^T = \left[\begin{pmatrix} 0,1 & 0,2 & 1 \\ 0,1 & 0,2 & 1 \\ 0,1 & 0,2 & 0,3 \end{pmatrix}\right]^{-1} = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,1 & 0,1 \\ 0,2 & 0,2 & 0,2 \\ 1 & 1 & 0,3 \end{pmatrix}$$

Tức là ta có bảng sau:

S	z_1	z_2	z_3
x_1	0,1	0,1	0,1
x_2	0,2	0,2	0,2
x_3	1	1	0,3

Là mối quan hệ giữa các dạng mối hàn và các nguyên nhân gây khuyết tật.

Dựa vào các kết quả ta có thể có các quyết định hợp lý cho bài toán công nghệ của mình.

Một điều cần chú ý nữa là: phép nhân (α) không phụ thuộc điều kiện tương quan hàng – cột như nhân ma trận thông thường.

2.3. Điều khiển mờ

Như đã nói ở phần mở đầu hiện nay điều khiển mờ đã và đang phát triển mạnh, đặc biệt là ở Nhật Bản và Hàn Quốc cũng như các nước Tây âu. Điều khiển mờ áp dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, từ thiết bị gia dụng (điều hòa, tủ lạnh, máy giặt …) cho đến các hệ thống công nghiệp (cấp phôi, cấp nhiên liệu, sơn, sấy …). Điểm khác biệt lớn nhất của điều khiển mờ so với điều khiển bằng mạch logic trên cơ sở đại số Boole là dải giá trị nhận tín hiệu điều khiển của điều khiển mờ là từ $0 \rightarrow 1$ chứ không chỉ bao hàm hai giá trị là 0 và 1 như đại số Boole.

Các bài toán công nghệ điều khiển trong thực tế thường xuất hiện một số biến ngôn ngữ (ví dụ: nhỏ, lớn, cao, trung bình, thấp, ngắn, dài …). Khi sử dụng đại số Boole sẽ phải xác định các ngưỡng của các biến ngôn ngữ ứng với hai trạng thái là 0 và 1. Còn điều khiển mờ sẽ là một dải trong đó biến ngôn ngữ đó nhận các giá trị từ $0 \rightarrow 1$. Do đó cần phải có phương pháp mô tả dạng mờ của các biến ngôn ngữ đó. Sau đây chúng ta lần lượt khảo sát một số vấn đề cơ bản để mô tả mờ các quá trình điều khiển (mà chúng ta gọi là mờ hóa).

2.3.1. Số mờ

Số mờ là một dạng số nhận giá trí từ $0 \rightarrow 1$ để mô tả một biến ngôn ngữ của quá trình cần điều khiển.

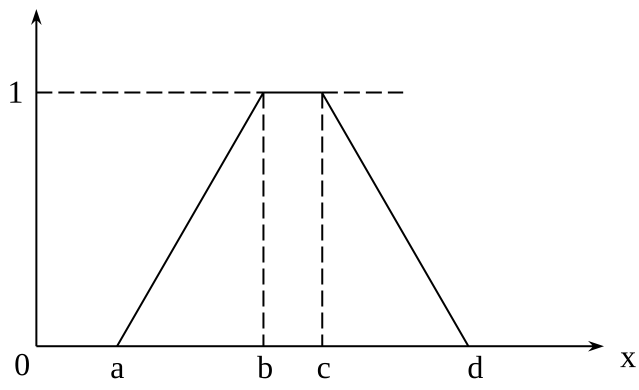
Ví dụ:

- Thông số nhiệt độ trong lò nung phôi khi gia công kim loại bằng áp lực có thể mô tả bằng các biến ngôn ngữ là: Rất thấp $\rightarrow$ Thấp $\rightarrow$ Trung bình $\rightarrow$ Cao $\rightarrow$ Quá cao, tương ứng với rất thấp là 0 và trung bình là 1.

- Thông số lưu lượng cấp nhiên liệu cho lò là Không cấp → Cấp rất ít → Cấp ít → Cấp vừa → Cấp nhiều → Cấp rất nhiều.

Để mô tả các biến ngôn ngữ đó người ta sử dụng khái niệm số mờ. Thông thường ta hay sử dụng hai loại số ờ phổ biến nhất là số mờ hình thang và số mờ tam giác.

2.3.1.a. Số mờ hình thang

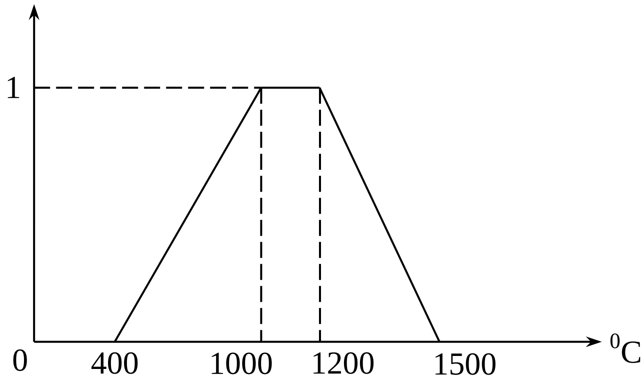


Hình 2.2. Số mờ hình thang

x: Biến ngôn ngữ

$$x = \begin{cases} < a \rightarrow x = 0 \\ [a, b] \rightarrow x = \dfrac{x-a}{x-b} \\ [b, c] \rightarrow x = 1 \\ [c, d] \rightarrow x = \dfrac{d-x}{d-c} \\ > d \rightarrow x = 0 \end{cases}$$

Ví dụ với thông số nhiệt độ lò ta có nhiệt độ làm việc trung bình của lò là 1000^0C – 1200^0C. Mức rất thấp là 400^0C và mức quá cao là 1500^0C. Ta có dạng số mờ nhiệt độ lò như sau:

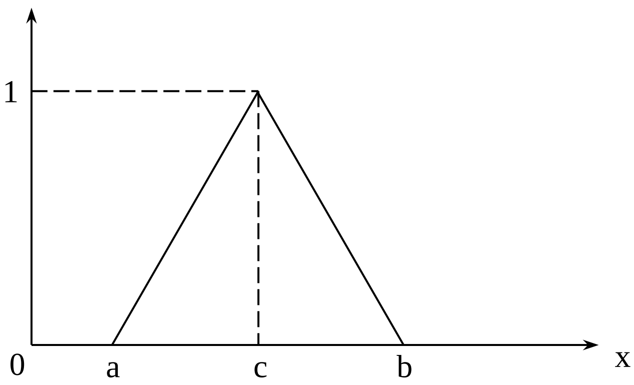


Hình 2.3. Mô tả số mờ thông số nhiệt độ lò nung

Và ta đã thực hiện mờ hóa biến ngôn ngữ nhiệt độ lò bằng số mờ hình thang.

2.3.1.b. Số mờ dạng tam giác

Là dạng số mờ được mô tả như sau:



Hình 2.4. Số mờ tam giác

x: Biến ngôn ngữ

$$x = \begin{cases} < a \rightarrow x = 0 \\ [a, c] \rightarrow x = \dfrac{x - a}{c - a} \\ c \rightarrow x = 1 \\ [c, b] \rightarrow x = \dfrac{b - x}{b - c} \\ > b \rightarrow x = 0 \end{cases}$$

Với các bài toán điều khiển, dạng số mờ tam giác không hiệu quả bằng số mờ hình thang. Ngoài ra trong lý thuyết tập mờ còn có nhiều dạng số mờ khác nữa (dạng đơn điệu tăng, đơn điệu giảm, hình chuông …). Tuy nhiên trong nội dung của đề tài này chúng tôi chỉ sử dụng loại số mờ hình thang.

2.3.2. Suy diễn mờ (Phép logic mờ)

Việc tiếp theo ta phải thực hiện sau khi mờ hóa các biến ngôn ngữ (xây dựng xong số mờ đại diện) chúng ta phải xác định các luật mờ (hay phép suy diễn mờ) cho quá trình điều khiển.

Có nhiều phép suy diễn mờ khác nhau, tuy nhiên luật điều khiển phổ biến sử dụng là dạng "Nếu", "Thì" ("IF", "THEN")

Ví dụ: "Nếu" nhiệt độ lò trung bình "Thì" cấp nhiên liệu trung bình.

"Nếu" nhiệt độ lò cao "Thì" cấp nhiên liệu ít.

Phép suy diễn "IF", "THEN" còn có thể có dạng kéo theo:

IF … THEN 1, THEN 2, …

Ví dụ:

IF[Nhiệt độ lò rất thấp] THEN [Bật lò]; THEN [Cấp rất nhiều]

Trong đề tài này với các ví dụ đơn giản, chúng tôi chủ yếu sử dụng luật này.

2.3.3. Giải mờ

Là khâu cuối cùng để đưa ra tín hiệu điều khiển là rõ.

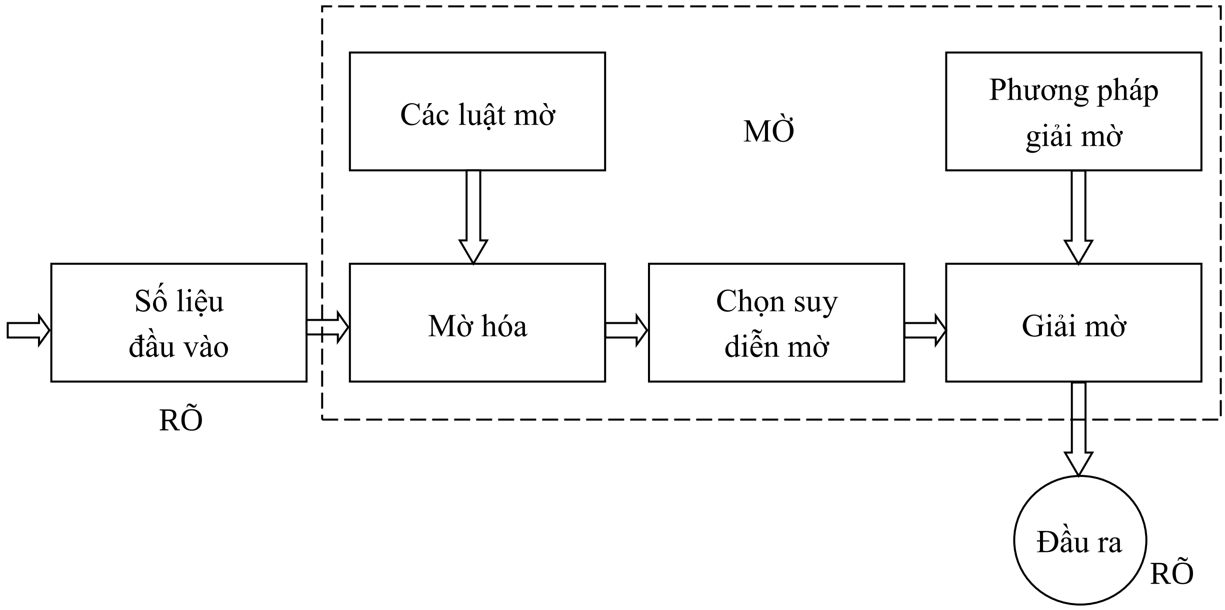
Nguyên tắc cơ bản của giải mờ là dựa vào các ngưỡng của số mờ để chúng ta theo luật suy diễn mờ và cấu trúc số mờ để tìm kết quả điều khiển.

Thông thường chúng ta sử dụng các phép giải mờ cơ bản sau:

- Phương pháp cực đại
- Phương pháp cực tiểu
- Phương pháp trọng tâm.

Việc ứng dụng phương pháp nào dựa rất nhiều vào sự thông thạo lĩnh vực điều khiển của người xây dựng hệ điều khiển. Ở trong phần ví dụ tại chương 3 chúng tôi sẽ có sự phân tích rõ ràng hơn.

Sơ đồ khối của quá trình điều khiển mờ như sau:



Hình 2.5. Sơ đồ khối hệ điều khiển mờ

Chương 3. MỘT SỐ VÍ DỤ ỨNG DỤNG CỤ THỂ

3.1. Giải bài toán lựa chọn đa tiêu chuẩn

Theo sự nghiên cứu từ chương trước, để cho thuận lợi và có tinh liên tục, trong chương này chúng tôi nêu ví dụ để giải một bài toán lựa chọn chế độ hàn phù hợp theo các vật liệu khác nhau với mục tiêu cho khả năng đạt chỉ tiêu cơ tính là tốt nhất.

Việc thực hiện với nhiều chỉ tiêu cơ tính không phải là vấn đề khó, tuy nhiên khối lượng tính toán rất nhiều, chính vì vậy chúng tôi sẽ thực hiện trong một đề tài khác với sự tham gia của các chuyên gia công nghệ thông tin để xây dựng các phần mềm trên cơ sở thuật toán mờ. Vì vậy trong các ví dụ ở đây chúng tôi chỉ xét hai thông số là độ bền và độ dai va đập của mối hàn.

3.1.1. Quá trình thực hiện

Trước tiên chọn ba quy trình hàn sử dụng (việc xây dựng 3 quy trình này dựa trên cơ sở thống kê). Cụ thể:

- Quy trình 1: Hàn hồ quang tự động với khí bảo vệ là CO_2 + Ar theo tỷ lệ (70+30)%.

- Quy trình 2: Hàn hồ quang tự động với điện cực không nóng chảy, khí bảo vệ 100%Ar. Điện cực W (Hàn TIG).

- Quy trình 3: Hàn hồ quang tự động trong bể xỉ nóng chảy (công nghệ hàn điện xỉ).

Các thông số công nghệ cơ bản theo bảng sau:

Bảng 3.1. Thông số công nghệ chế độ hàn

Quy trình	I_h (A)	U_h (V)	V_h (cm/s)	α_d (g/A.h)
1	250 ÷ 300	40 ÷ 42	0,52	0,12
2	300 ÷ 320	40 ÷ 42	0,48	0,11
3	280 ÷ 320	40 ÷ 44	0,55	0,10

Tiếp theo thực hiện hàn trên 3 kiểu mối hàn khác nhau và 3 loại vật liệu liên kết hàn khác nhau, cụ thể là:

Có 3 vị trí hàn:

(1): Hàn sấp

(2): Hàn đứng

(3): Hàn trần

(Đều là hàn giáp mối với vát mép kiểu chữ V)

Và 3 loại vật liệu liên kết:

(1): Hàn thép cacbon thấp (0,2%C)

(2): Hàn thép không gỉ (SUS 304)

(3): Hàn thép cacbon thấp và thép không gỉ (0,2%C và SUS304)

Số lượng mẫu hàn đủ lớn.

Tiến hành thử cơ tính các mẫu thử đã hàn sau đó lập bảng thống kê 2 bộ chỉ tiêu cơ tính của mối hàn theo các quy trình hàn khác nhau.

Chuyển từ giá trị đo được về các thông số chỉ tiêu cơ tính thành các giá trị đánh giá độ mờ của kết quả đó theo tiêu chí đạt yêu cầu của độ bền và độ dai va đập là giá trị 1. Từ đó lập được bảng quan hệ mờ giữa dạng mối hàn và cơ tính. Đây là quan hệ T cần phải biết để giải các phương trình quan hệ mờ.

3.1.2. Xây dựng các tập E, G, F và các mối quan hệ T, R, S

Ta có:

E- Tập hợp các mối hàn

$E = \{x_i\}$

$i = 1, 2, 3$

x_1: Hàn sấp

x_2: Hàn đứng

x_3: Hàn trần

G- Tập hợp chỉ tiêu cơ tính mối hàn

$G = \{y_K\}$

$K = 1, 2$

y_1: Độ bền cơ học mối hàn σ_b^k (KG/mm^2)

y_2: Độ dai va đập mối hàn a_k (KG.m/cm^2)

F- Tập hợp các loại vật liệu hàn

$F = \{z_i\}$

$i = 1, 2, 3$

z_1: Hàn thép cacbon thấp

z_2: Hàn thép không gỉ

z_3: Hàn thép cacbon thấp và thép không gỉ.

Ta có:

$T \subset E \times G = \{x_i, y_k\}$

T- Quan hệ các loại mối hàn và chỉ tiêu cơ tính có thể xác định bằng phép đo và xử lý số liệu, thực hiện mờ hóa và đánh giá độ mờ $\in [0; 1]$.

$S \subset G \times F = \{y_k, z_i\}$

S- Quan hệ giữa các chỉ tiêu cơ tính và vật liệu hàn.

$R \subset E \times F = \{x_i, z_j\}$

R- Quan hệ giữa các loại mối hàn và vật liệu hàn. Độ mờ của quan hệ này có thể xác định thông qua mờ hóa các số liệu thống kê hoặc trợ giúp của chuyên gia.

Bài toán trở về giải phương trình quan hệ mờ theo định luật Sanchez thứ 2.

Sau khi xử lý số liệu và mờ hóa, ứng với các quy trình công nghệ khác nhau. Ta đi tìm nghiệm S_{max}, tức là tìm quy trình mà có tương tác quan hệ giữa cơ tính và vật liệu hàn có độ cao số mờ là lớn nhất (số mờ ở đây theo các quan hệ mờ).

Các số liệu thu được:

Quy trình hàn 1:

T	y_1	y_2
x_1	0,9	0,6
x_2	0,8	0,8
x_3	0,6	0,6

R	z_1	z_2	z_3
x_1	1	0,7	0,6
x_2	0,9	0,7	0,5
x_3	0,6	0,4	0,2

Ta cần tìm S_{max}

Theo định luật Sanchez thứ 2 ta có:

$S_{max} = \{R(\alpha)(T)^T\}^T$

Với:

$$(T)^T = \begin{pmatrix} 0,9 & 0,8 & 0,6 \\ 0,6 & 0,8 & 0,6 \end{pmatrix}$$

$$R(\alpha)(T)^T = \begin{pmatrix} 1 & 0,7 & 0,6 \\ 0,9 & 0,7 & 0,5 \\ 0,6 & 0,4 & 0,2 \end{pmatrix} (\alpha) \begin{pmatrix} 0,9 & 0,8 & 0,6 \\ 0,6 & 0,8 & 0,6 \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow R(\alpha)(T)^T = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,8 & 0,6 \\ 0,6 & 0,8 & 0,6 \end{pmatrix}$$

Và ta có:

$$S^1_{max} = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,6 \\ 0,8 & 0,8 \\ 0,6 & 0,6 \end{pmatrix}$$

Cuối cùng là bảng quan hệ:

S^1_{max}	y_1	y_2

z_1	0,6	0,6
z_2	0,8	0,8
z_3	0,6	0,6

Với quy trình hàn 2 ta có:

T	**y_1**	**y_2**
x_1	1	0,7
x_2	0,7	0,8
x_3	0,7	0,4

Và:

R	**z_1**	**z_2**	**z_3**
x_1	0,9	0,8	0,7
x_2	0,8	0,7	0,7
x_3	0,8	0,6	0,3

Tương tự ta cũng có:

$$S^2_{max} = \begin{pmatrix} 0,7 & 1 \\ 0,7 & 0,7 \\ 0,4 & 0,4 \end{pmatrix}$$

Và ta có bảng quan hệ:

S^2_{max}	**y_1**	**y_2**

z_1	0,7	1
z_2	0,7	0,7
z_3	0,4	0,4

Và tương tự với quy trình hàn 3 ta có:

T	**y_1**	**y_2**
x_1	0,8	0,8
x_2	0,8	0,7
x_3	0,7	0,6

Và:

R	**z_1**	**z_2**	**z_3**
x_1	1	0,8	0,6
x_2	0,9	0,7	0,5
x_3	0,9	0,5	0,4

Tương tự ta cũng có:

$$S^3_{max} = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,7 & 0,8 \\ 0,7 & 0,6 \end{pmatrix}$$

Và ta có bảng quan hệ:

S^3_{max}	**y_1**	**y_2**
z_1	0,8	0,8

z_2	0,7	0,8
z_3	0,7	0,6

3.1.3. Phân tích kết quả và kết luận

Ta đặt 3 quan hệ S_{max} của 3 quy trình hàn cạnh nhau:

S^1_{max}	y_{11}	y_{21}	S^2_{max}	y_{12}	y_{22}	S^3_{max}	y_{13}	y_{23}
z_{11}	0,6	0,6	z_{12}	0,7	1	z_{13}	0,8	0,8
z_{21}	0,8	0,8	z_{22}	0,7	0,7	z_{23}	0,7	0,8
z_{31}	0,6	0,6	z_{32}	0,4	0,4	z_{33}	0,7	0,6

Từ đó ta có các nhận xét sau:

- Ở quy trình 1: có chỉ số quan hệ giữa vật liệu hàn và cơ tính là cao và đều nhất z_2 và (y_1, y_2) là (0,8; 0,8). Như vậy nếu hàn thép không gỉ với nhau, theo quan điểm đảm bảo cơ tính tốt nhất ta nên sử dụng quy trình hàn 1.

- Ở quy trình 3: tương tự ta thấy chỉ số quan hệ giữa vật liệu hàn và cơ tính là đều và cao nhất với vật liệu hàn là thép cacbon thấp (0,8; 0,8). Vậy quy trình 3 nên được sử dụng khi hàn thép cacbon thấp. Khi đó sẽ có khả năng đảm bảo cơ tính cao nhất.

- Cũng với quy trình hàn 3 ta thấy chỉ số quan hệ giữa vật liệu hàn và cơ tính khi vật liệu hàn là thép cacbon thấp và thép không gỉ cũng có chỉ số đều và cao nhất, do đó nó cũng đạt hiệu quả tốt khi thực hiện mối hàn hai vật liệu khác nhau là thép cacbon thấp và thép không gỉ.

Và ta có kết luận sau:

- Nếu thực hiện hàn hai vật liệu là thép không gỉ ta chọn quy trình 1.

- Nếu hàn thép cacbon thấp với nhau và thép cacbon thấp với thép không gỉ ta chọ quy trình hàn 3.

- Quy trình 2 có thể chỉ áp dụng khi hàn thép cacbon thấp nếu yêu cầu độ dai va đập cao (chỉ số đánh giá a_K = 1).

Như vậy tùy theo mục tiêu của mình, trong lựa chọn các tiêu chuẩn cho quá trình công nghệ, ta có thể lập các tập E, G, F với các phần tử và lực lượng khác nhau. Từ đó xác định được các quan hệ:

$T \subset E \times G$

$R \subset F \times G$

$S \subset E \times F$

Và dựa vào phương trình quan hệ mờ (**) cũng như hai định lý Sanchez chúng ta sẽ có các lựa chọn phù hợp. Các lựa chọn này như đã chỉ ra khi phân tích nó có độ mềm dẻo cao hơn khi chúng ta sử dụng xác suất thống kê hoặc lý thuyết tối ưu trên cơ sở đại số Boole.

3.2. Bài toán điều khiển mờ

Cũng giống như bài toán lựa chọn đa tiêu chuẩn, ở ví dụ của bài toán này chúng tôi cũng xét với bài toán điều khiển mờ quá trình cấp nhiên liệu cho lò nung kim loại khi gia công áp lực.

3.2.1. Điều kiện bài toán

- Kiểu lò: lò đốt nhiên liệu khí hóa lỏng cấp trực tiếp qua vòi phun.
- Biến cần điều khiển: lưu lượng khí cháy cung cấp (lít/phút).
- Biến kết quả: nhiệt độ lò (^{0}C).

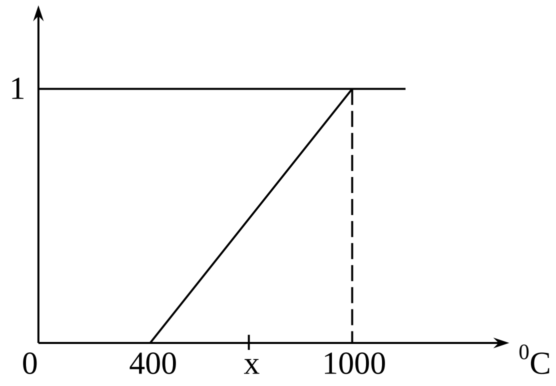
3.2.2. Biến ngôn ngữ và mờ hóa

3.2.2.a. Với nhiệt độ lò

- Rất thấp: < 400^0C
- Thấp: $(400 \div 1000)^0$C
- Trung bình: $(1000 \div 1200)^0$C
- Cao: $(1200 \div 1500)^0$C
- Quá cao: > 1500^0C

Mờ hóa biến nhiệt độ (với hàm mờ là trung bình): Ta chọn dạng số mờ hình thang từ đó ta có các giai đoạn sau

- Giai đoạn tăng nhiệt độ (khi nhiệt độ lò thấp):

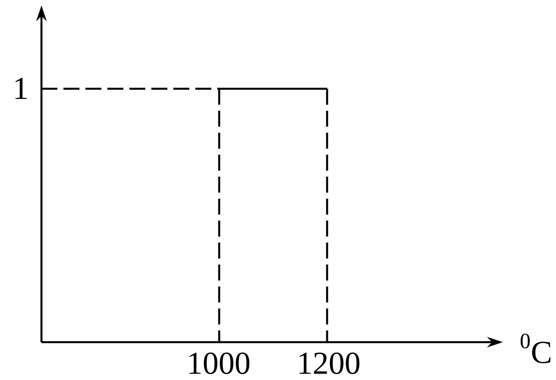


Tại một nhiệt độ x bất kỳ thuộc đoạn nhiệt độ thấp sẽ có độ mờ tương ứng là:

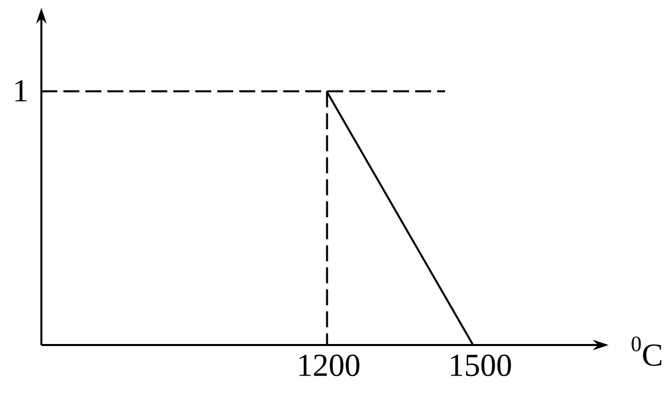
$$\frac{x-400}{600}$$

- Giai đoạn ổn định:

$T_{lò}$ = $(1000 \div 1200)^0$C là nhiệt độ của lò khi nung ổn định. Độ mờ bằng 1 (thực chất là giai đoạn rõ)



- Giai đoạn giảm nhiệt độ (khi nhiệt độ lò cao):



Với nhiệt độ $x \in (1200 \div 1500)^0C$, độ mờ được đánh giá là:

$$\frac{1500 - x}{300}$$

3.2.2.b. Với biến lưu lượng phun (G) [lít/phút]

- Rất nhỏ: < 1 lít/phút (không cấp)

- Nhỏ: $(1 \div 10)$ lít/phút (cấp ít)

- Trung bình: $(10 \div 12)$ lít/phút (cấp vừa)

- Cao: $(12 \div 18)$ lít/phút (cấp nhiều)

- Rất cao: > 18 lít/phút (cấp rất nhiều)

Ta cũng chọn số mờ dạng hình thang

Với G < 1 lít/phút - nhận giá trị 0

$G = (10 \div 12)$ lít/phút - nhận giá trị 1

G > 18 lít/phút - nhận giá trị 0

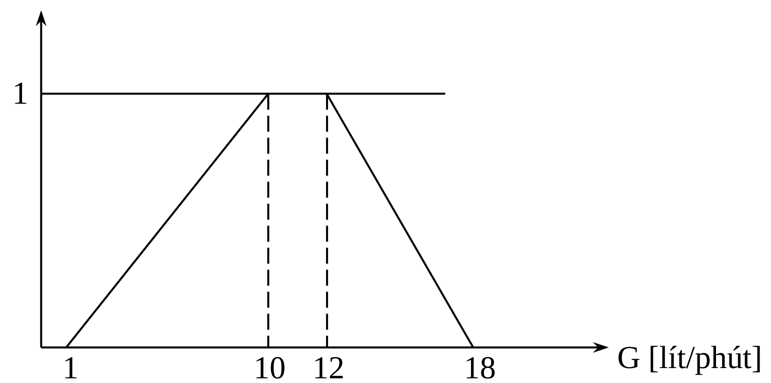
Trong đoạn lưu lượng nhỏ $G = (1 \div 10)$ lít/phút nhận giá trị:

$\frac{x-1}{9}$ (x: lưu lượng G)

Trong đoạn lưu lượng cao $G = (12 \div 18)$ lít/phút nhận giá trị:

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

Số mờ tổng thể có dạng:



3.2.3. Xác định luật mờ

Luật mờ cơ bản sử dụng luật “IF”, “THEN”

Cụ thể:

1. IF[Nhiệt độ lò trung bình]; THEN[Cấp vừa];
2. IF[Nhiệt độ lò thấp]; THEN[Cấp nhiều];
3. IF[Nhiệt độ lò rất thấp]; THEN[Khởi động]; THEN[Cấp rất nhiều];
4. IF[Nhiệt độ lò cao]; THEN[Cấp ít];
5. IF[Nhiệt độ lò rất cao]; THEN[Ngừng cấp]; THEN[OFF];

3.2.4. Giải mờ

Ở đây do biến là đơn điệu nên áp dụng phương pháp giải mờ đơn giản nhất (để minh họa). Trong thực tế do ít khi rút về được biến đơn điệu với mức đơn giản như ở ví dụ này, nên sẽ phải áp dụng các phương pháp giải mờ phức tạp hơn.

Nguyên tắc của phép giải mờ thực hiện ở đây là cân bằng độ mờ của số mờ cần điều khiển và số mờ điều khiển.

Ví dụ khi:

- Nhiệt độ lò là 1300^0C: thuộc miền nhiệt độ cao do đó áp dụng luật mờ (4).

Độ mờ biến nhiệt độ là $\frac{2}{3}$

Thay vào ta có lưu lượng cấp là:

$$\frac{2}{3} = \frac{x-1}{9} \Rightarrow x = 7\left[\text{lít / phút}\right]$$

- Nhiệt độ lò là 1400^0C:

Ta có độ mờ là $\frac{1}{3}$ và lượng cấp:

$$\frac{1}{3} = \frac{x-1}{9} \Rightarrow x = 4\left[\text{lít / phút}\right]$$

- Nhiệt độ lò là 600^0C: thuộc miền nhiệt độ thấp do đó áp dụng luật mờ (2).

Độ mờ biến nhiệt độ là $\frac{600-400}{600}=\frac{1}{3}$

Ta có lưu lượng cấp là:

$$\frac{1}{3}=3-\frac{x}{6}\Rightarrow x=16\left[\text{lít / phút}\right]$$

Bằng các chương trình máy tính ta có thể tạo ra hàm thay đổi của biến điều khiển là liên tục. Trong thực tế quá trình này sẽ phụthuộc rất nhiều vào độ nhạy của các Sensor nhiệt độ và phương pháp xác định nhiệt độ trung bình của nó.

Nhận xét: Với phương pháp điều khiển mờ như đã thực hiện ta thực hiện quá trình điều khiển sẽ liên tục và mềm dẻo hơn khi điều khiển bằng các mạch logic trên cơ sở đại số Boole do không tồn tại các ngưỡng “ON”, “OFF” trong vùng xác định của số mờ. Thậm chí nếu mở rộng miền xác định của số mờ chúng ta có thể bỏ qua việc dừng và khởi động lại thiết bị. Điều này như chúng ta thấy đã được thực hiện tại các máy điều hòa Inventer.

KẾT LUẬN

Sau quá trình thực hiện nghiên cứu đề tài, chúng tôi xin đưa ra một số kết luận như sau:

1. Lý thuyết tập mờ là một hướng phát triển mới của toán học hiện đại, trên cơ sở chấp nhận tính mờ của các vấn đề thực tế cả trong đời sống và khoa học công nghệ. Việc ứng dụng lý thuyết tập mờ trong khoa học công nghệ, đặc biệt là điều khiển mờ và tối ưu công nghệ. Vì vậy với mục tiêu khai phá một cách sơ đẳng nhất về ứng dụng tập mờ trong kỹ thuật là một hướng đi, nghiên cứu đúng đắn.

2. Sử dụng hệ hình thức Sanchez trong giải bài toán lựa chọn đa tiêu chuẩn và chẩn đoán là một lựa chọn hợp lý vì:

- Với các phương pháp xây dựng tập khác nhau ta có thể tạo ra các hệ phương trình để xác định các nghiệm cực đại là các thông số rất đa dạng và linh hoạt.

- Với một bộ tập hợp E, G, F đã chọn và ta có ngay ba quan hệ T, R, S. Hai phương trình định lý Sanchez (1) và (2) sẽ cho hai nghiệm là R_{max} và S_{max}, tương đương với bài toán thuận và đảo, do đó kết quả thu được có độ tin cậy tốt.

- Việc xây dựng quan hệ T và xác định các quan hệ R hoặc S khi giải phương trình Sanchez 1 và 2, được dựa trên các phương pháp với kết quả rõ, do đó cần phải thực hiện mờ hóa bằng chỉ số độ mờ. Kết quả của quá trình này quyết định rất lớn chất lượng tính toán và độ tin cậy của nghiệm bài toán Sanchez. Do đó sử dụng lý thuyết tập mờ chúng ta vẫn phải chú ý hai điều rất quan trọng là:

+ Không thể bỏ qua được số liệu thực tế (có thể do thực nghiệm, thống kê, chuyên gia …).

+ Phương pháp xử lý số liệu để mờ hóa phải có độ tin cậy cao trên cơ sở phép thử, mẫu thử đủ lớn.

3. Với các bài toán điều khiển mờ, việc lựa chọn thông số để xây dựng số mờ là có ý nghĩa quan trọng nhất, đầu tiên.

4. Việc xây dựng luật mờ và lựa chọn phương pháp giải mờ phải phù hợp với số mờ đã chọn và dễ dàng cho việc lập các chương trình, điều khiển trên máy tính. Tuy nhiên thuật toán giải mờ cần phải có độ chính xác đảm bảo.

5. Với các ví dụ nêu ra trong đề tài mới chỉ là ở dạng ban đầu, đề tài cần được tiếp tục phát triển, đặc biệt là xây dựng các chương trình máy tính cụ thể, trên cơ sở các số liệu tin cậy, có vậy mới có thể đánh giá được hiệu quả của việc áp dụng tập mờ.