ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN HỮU CHINH

ỨNG DỤNG LOGIC MỜ VÀO NHẬN DẠNG VÀ ĐIỀU KHIỂN HỆ PHI TUYẾN

LUẬN VĂN THẠC SỸ KỸ THUẬT

Chuyên ngành : Tự động hóa
Mã số :

Thái Nguyên, năm 2011

CHƯƠNG 1: LOGIC MỜ VÀ BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ

1.1. Tổng quan về Logic mờ

1.1.1. Quá trình phát triển của logic mờ

Khái niệm về logic mờ được giáo sư L.A Zadeh đưa ra lần đầu tiên năm 1965 tại trường Đại học Berkeley (Bang California - Mỹ).

Năm 1970 tại trường Mary Queen, London - Anh, Ebrahim Mamdani đã dùng logic mờ để điều khiển một máy hơi nước mà ông không thể điều khiển được bằng kỹ thuật cổ điển. Tại Đức, Hann Zimmermann đã dùng logic mờ cho các hệ ra quyết định. Ở Nhật, logic mờ được ứng dụng ở các nhà máy xử lý nước của Fuji Electronic vào năm 1983 và hệ thống xe điện ngầm của Hitachi năm 1987.

Lý thuyết mờ ra đời ở Mỹ, ứng dụng đầu tiên ở Anh, nhưng phát triển mạnh mẽ nhất là ở Nhật. Trong lĩnh vực Tự động hóa logic mờ ngày càng được ứng dụng rộng rãi. Nó thực sự hữu dụng để điều khiển các đối tượng phức tạp mà ta chưa biết rõ hàm truyền, logic mờ có thể giải quyết các vấn đề mà điều khiển kinh điển không làm được.

1.1.2. Cơ sở toán học của logic mờ

Logic mờ và xác suất thống kê đều nói về sự không chắc chắn. Tuy nhiên mỗi lĩnh vực định nghĩa là một khái niệm khác nhau về đối tượng.

- Trong xác suất thống kê sự không chắc chắn liên quan đến sự xuất hiện của một sự kiện chắc chắn nào đó.

Ví dụ: Xác suất viên đạn trúng đích là 0,7. Bản thân sự kiện “trúng đích” đã được định nghĩa rõ ràng, sự không chắc chắn ở đây là có trúng đích hay không, và được định lượng bởi mức độ xác suất (trong trường hợp này là 0,7). Loại phát biểu này có thể được xử lý và kết hợp với các phát biểu khác bằng phương pháp thống kê như là xác suất có điều kiện chẳng hạn.

- Sự không chắc chắn trong ngữ nghĩa, liên quan đến ngôn ngữ của con người, đó là sự không chính xác trong các từ ngữ mà con người dùng để ước lượng vấn đề và rút ra kết luận. Ví dụ như các mô tả nhiệt độ “nóng”, “lạnh”, “ấm” sẽ không có một giá trị xác định nào để gán cho các từ này, các khái niệm này cũng khác nhau đối với những người khác nhau (Là lạnh đối với người này nhưng không lạnh đối với người khác). Mặc dù các khái niệm không được định nghĩa chính xác nhưng con người vẫn có thể sử dụng chúng cho các ước lượng và quyết định phức tạp. Bằng sự trừu tượng và óc suy nghĩ, con người có thể giải quyết câu nói mang ngữ cảnh phức tạp mà rất khó có thể mô hình toán học chính xác.

- Sự không chắc chắn theo từ vựng: Như đã nói ở trên, mặc dù dùng những phát biểu không mang tính định lượng nhưng con người vẫn có thể thành công trong các ước lượng phức tạp. Trong nhiều trường hợp, con người dùng sự không chắc chắn này để tăng thêm độ linh hoạt. Như trong xã hội, hệ thống pháp luật bao gồm một số luật, mỗi luật mô tả một tình huống. Ví dụ một luật quy định tội trộm xe phải phạt tù 2 năm, một luật khác lại giảm nhẹ trách nhiệm. Và trong một phiên tòa, Chánh án phải quyết định số ngày phạt tù của tên trộm dựa trên mức độ rượu trong người, có tiền án hay tiền sự không…từ đó đưa ra một quyết định công bằng.

1.1.3. Logic mờ là logic của con người

Trong thực tế, ta không định nghĩa một luật cho một trường hợp mà định nghĩa một số luật cho các trường hợp nhất định. Khi đó những luật này là những điểm rời rạc của một tập các trường hợp liên tục và con người xấp xỉ chúng. Gặp một tình huống cụ thể, con người sẽ kết hợp những luật mô tả các tình huống tương tự. Sự xấp xỉ này dựa trên sự linh hoạt của các từ ngữ cấu tạo nên luật, cũng như sự trừu tượng và sự suy nghĩ dựa trên sự linh hoạt trong logic của con người.

Để thực thi logic của con người trong kỹ thuật cần phải có một mô hình toán học của nó. Từ đó logic mờ ra đời như một mô hình toán học cho phép mô tả các quá trình quyết định và ước lượng của con người theo dạng dải thuật. Dĩ nhiên cũng có giới hạn, đó là logic mờ không thể bắt chước trí tưởng tượng và khả năng sáng tạo của con người, logic mờ cho phép ta rút ra kết luận khi gặp những tình huống không có mô tả trong luật nhưng có sự tương đương. Vì vậy, nếu ta mô tả mong muốn của mình đối với hệ thống trong những trường hợp cụ thể vào luật thì logic mờ sẽ tạo ra giải pháp dựa trên tất cả những mong muốn đó.

1.2. Khái niệm về tập mờ

1.2.1. Tập kinh điển

Khái niệm tập hợp được hình thành trên nền tảng logic và được định nghĩa như là sự sắp xếp chung các đối tượng có cùng tính chất, được gọi là phần tử của tập hợp đó.

Cho một tập hợp A, một phần tử x thuộc A được ký hiệu là $x \in A$. Thông thường ta dùng hai cách để biểu diễn tập hợp kinh điển, đó là :

- Liệt kê các phần tử của tập hợp, ví dụ tập A_1 = {xe đạp, xe máy, xe khách, xe tải} ;

- Biểu diễn tập hợp thông qua tính chất tổng quát của các phần tử, ví dụ tập các số thực R, tập các số tự nhiên N.

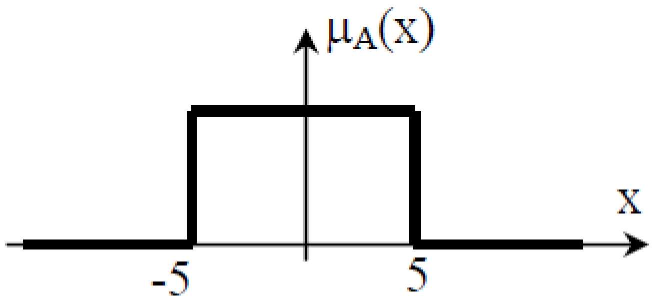
Để biểu diễn một tập hợp A trên tập nền X ta dùng hàm thuộc $\mu_A(x)$ với:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1; & x \in A \\ 0; & x \notin A \end{cases}$$

$\mu_A(x)$ chỉ nhận một trong hai giá trị "1" hoặc "0".

Ký hiệu A = { $x \in X$ | x thỏa mãn một số tính chất nào đó}. Ta nói: Tập A được định nghĩa trên tập nền X.

Hình 1.1 mô tả hàm phụ thuộc $\mu_A(x)$ của tập các số thực từ -5 đến 5.



Hình 1.1: Hàm phụ thuộc $\mu_A(x)$ của tập kinh điển A

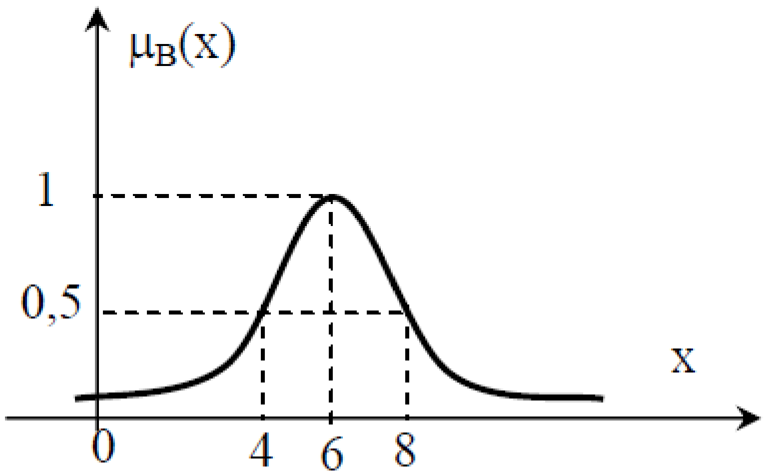
$$A = \{x \in R \mid -5 \le x \le 5\}$$

1.2.2. Định nghĩa tập mờ

Hàm thuộc $\mu_A(x)$ định nghĩa trên tập A, trong khái niệm tập hợp kinh điển chỉ có hai giá trị là 1 nếu $x \in A$ hoặc 0 nếu $x \notin A$. Như vậy, trong lý thuyết tập hợp kinh điển, hàm thuộc hoàn toàn tương đương với định nghĩa một tập hợp. Từ định nghĩa về một tập hợp A bất kỳ ta có thể xác định được hàm thuộc $\mu_A(x)$ cho tập đó và ngược lại từ hàm thuộc $\mu_A(x)$ của tập A cũng hoàn toàn suy ra được định nghĩa cho A.

Cách biểu diễn hàm phụ thuộc như trên sẽ không phù hợp với những tập được mô tả "mờ" như tập B gồm các số thực gần bằng 5: $B = \{x \in R | x \approx 5\}$

Khi đó ta không thể khẳng định chắc chắn số 4 có thuộc B hay không, mà chỉ có thể nói nó thuộc B bao nhiêu phần trăm. Để trả lời được câu hỏi này, ta phải coi hàm phụ thuộc $\mu_B(x)$ có giá trị trong khoảng từ 0 đến 1, tức là $0 \le \mu_B \le 1$



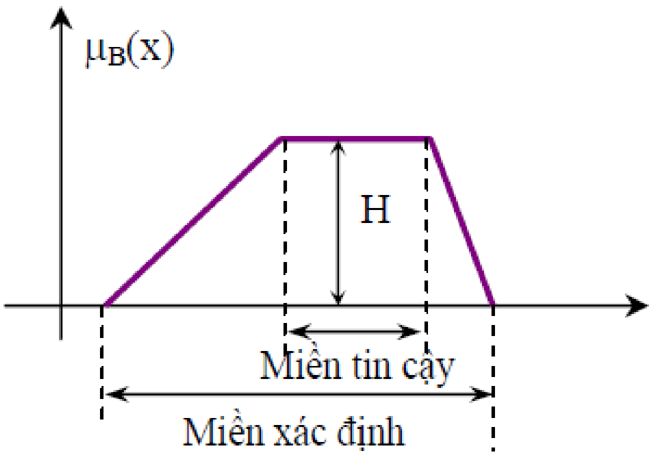
Hình 1.2: Hàm liên thuộc $\mu_B(x)$ của tập mờ B

Từ những phân tích trên ta có thể định nghĩa: **Tập mờ B xác định trên tập kinh điển M là một tập mà mỗi phần tử của nó được biểu diễn bởi một cặp giá trị (x, $\mu_B(x)$). Trong đó $x \in M$ và $\mu_B(x)$ là ánh xạ.**

Ánh xạ $\mu_B(x)$ được gọi là hàm liên thuộc của tập mờ B. Tập kinh điển M được gọi là cơ sở của tập mờ B.

1.2.3. Các thông số đặc trưng của tập mờ

Các thông số đặc trưng cho tập mờ là độ cao, miền xác định và miền tin cậy.



Hình 1.3: Độ cao, miền xác định, miền tin cậy của tập mờ.

- Độ cao của một tập mờ B (Định nghĩa trên cơ sở M) là giá trị lớn nhất trong các giá trị của hàm liên thuộc: $H = \sup_{x \in M} \mu_B(x)$

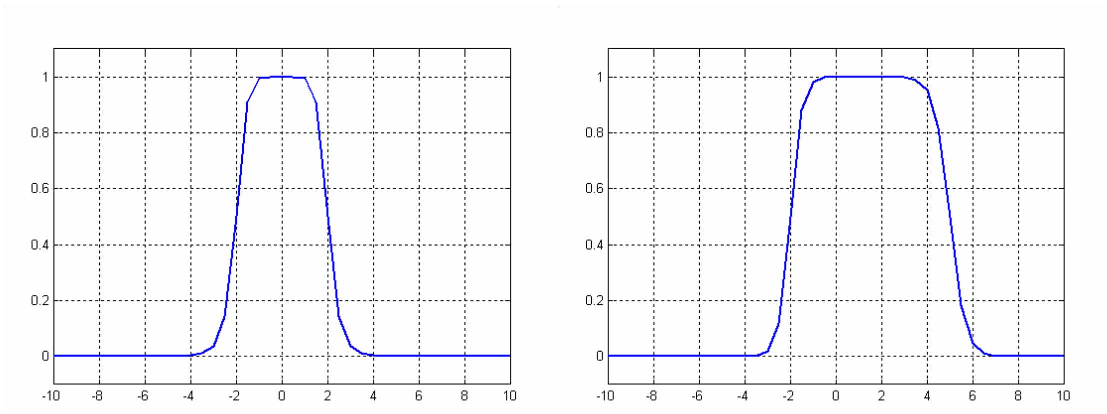
Một tập mờ có ít nhất một phần tử có độ phụ thuộc bằng 1 được gọi là tập mờ chính tắc (H=1). Ngược lại, một tập mờ B với H < 1 gọi là tập mờ không chính tắc.

- Miền xác định của tập mờ B (Định nghĩa trên cơ sở M) được ký hiệu bởi S là tập con của M có giá trị hàm liên thuộc khác không: $S = \{x \in M \mid \mu_B(x) > 0\}$.

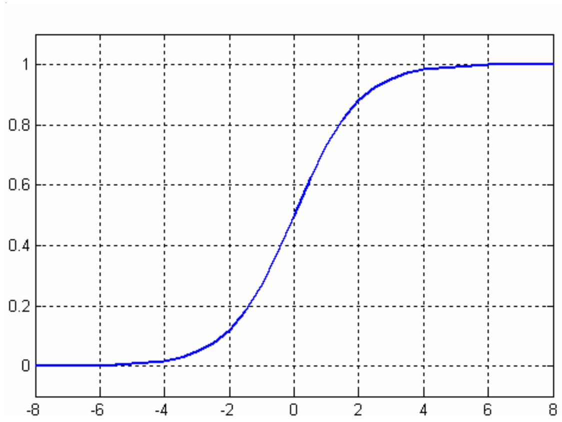
- Miền tin cậy của tập mờ B (Định nghĩa trên cơ sở M) được ký hiệu bởi T, là tập con của M có giá trị hàm liên thuộc bằng 1: $T = \{x \in M \mid \mu_B(x) = 1\}$.

1.2.4. Các dạng hàm liên thuộc của tập mờ

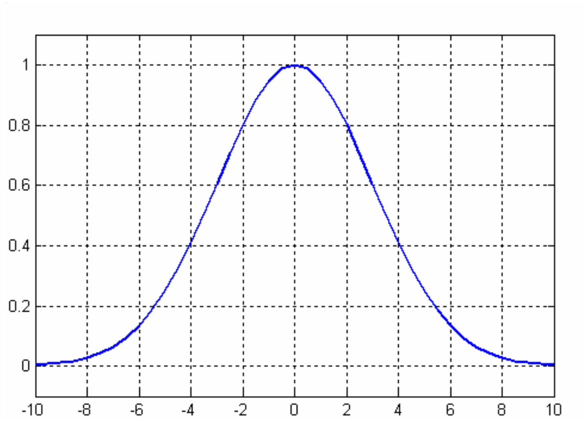
Có rất nhiều cách khác nhau để biểu diễn hàm liên thuộc của tập mờ. Dưới đây là một số dạng hàm liên thuộc hay dùng:



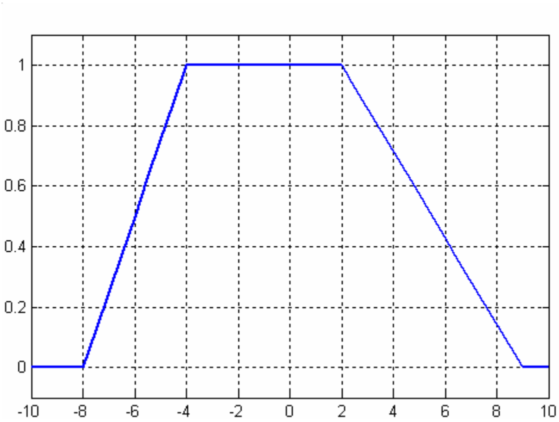
(a) (b)



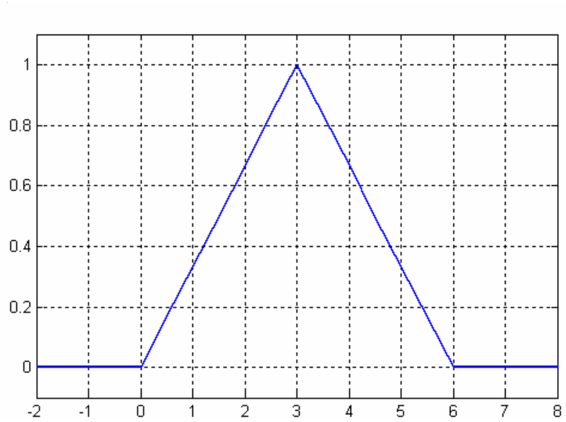
(c)



(d)



(e)



(f)

Hình 1.4: Các dạng hàm liên thuộc hay dùng

Hình 1.4(a): Hàm hình chuông; Hình 1.4(b): Hàm Sigmoidal; Hàm 1.4(c): Hàm liên thuộc dạng Sign; Hình 1.4(d): Hàm liên thuộc dạng Gauss; Hình 1.4(e): Hàm liên thuộc hình thang; Hình 1.4(f): Hàm liên thuộc hình tam giác.

1.3. Biến ngôn ngữ và giá trị của biến ngôn ngữ

Thực tế hàng ngày chúng ta luôn dùng các từ ngữ, lời nói để mô tả các biến. Ví dụ khi ta nói "Điện áp cao quá", "Xe chạy nhanh quá",…Như vậy biến "Điện áp", biến "Tốc độ xe",…nhận các giá trị từ "nhanh" đến "chậm", từ "cao" đến "thấp". Ở dạng tường minh, các biến này nhận giá trị cụ thể như điện áp bằng 200V, 250V…; tốc độ xe bằng 60km/h, 90km/h…Khi các biến nhận các giá trị không rõ ràng như "cao", "rất cao", "nhanh", "hơi nhanh"…ta không thể dùng các giá trị rõ để mô tả được mà phải sử dụng một số khái niệm mới để mô tả gọi là biến ngôn ngữ.

Một biến có thể gán bởi các từ trong ngôn ngữ tự nhiên làm giá trị của nó gọi là biến ngôn ngữ.

Một biến ngôn ngữ thường bao gồm 4 thông số : X, T, U, M.

Trong đó:

X	:	Tên của biến ngôn ngữ
T	:	Tập của các giá trị ngôn ngữ
U	:	Không gian nền mà trên đó biến ngôn ngữ X nhận các giá trị rõ
M	:	Chỉ ra sự phân bố của T trên U

Ví dụ: Biến ngôn ngữ " Tốc độ xe" có tập các giá trị ngôn ngữ là rất chậm, chậm, trung bình, nhanh, rất nhanh. Không gian nền của biến là tập các số thực dương. Vậy biến tốc độ xe có 2 miền giá trị khác nhau:

- Miền các giá trị ngôn ngữ N = [rất chậm, chậm, trung bình, nhanh, rất nhanh]

- Miền các giá trị vật lý $V = \{x \in R(x \geq 0)\}$

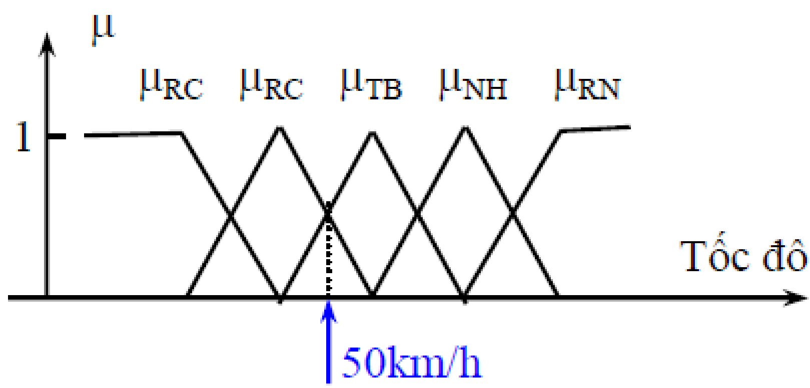
Mỗi giá trị ngôn ngữ (Mỗi phần tử của N) có tập nền là miền giá trị vật lý V. Từ một giá trị vật lý của biến ngôn ngữ ta có được một véc tơ $\underline{\mu}$ gồm các độ phụ thuộc của x:

$$\underline{\mu}^T = [\mu_{\text{rất chậm}}\ \mu_{\text{chậm}}\ \mu_{\text{trung bình}}\ \mu_{\text{nhanh}}\ \mu_{\text{rất nhanh}}]$$

Ánh xạ trên được gọi là quá trình fuzzy hóa giá trị rõ x.

Ví dụ: Ứng với tốc độ 50km/h ta có véc tơ:

$$\mu(50) = \begin{cases} 0 \\ 0,5 \\ 0,5 \\ 0 \\ 0 \end{cases}$$

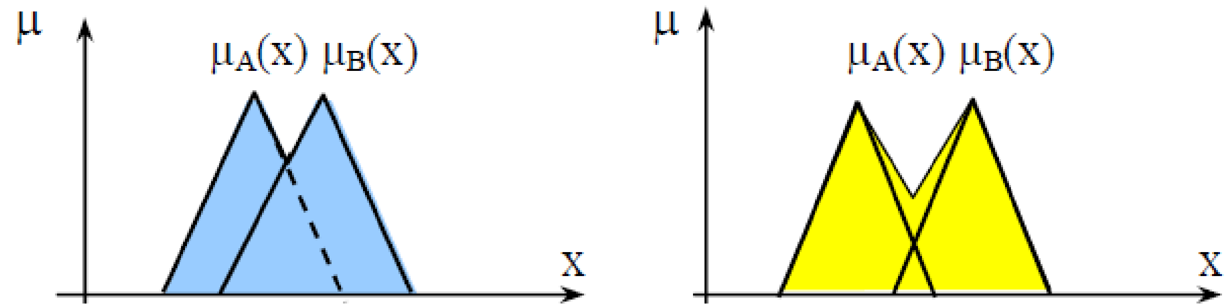


Hình 1.5: Mờ hóa biến "Tốc độ"

1.4. Các phép toán trên tập mờ

1.4.1. Phép hợp hai tập mờ

1.4.1.1. Hợp của hai tập mờ có cùng cơ sở



(a) (b)

Hình 1.6: Hợp của hai tập mờ có cùng cơ sở theo quy tắc Max (a); theo Lukasiewiez (b)

Hợp của hai tập mờ A và B có cùng cơ sở M là một tập mờ cũng xác định trên cơ sở M với hàm liên thuộc được xác định theo một trong các công thức sau:

1. $\mu_{A\cup B}(x) = Max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$ (1.1)

2. $\mu_{A\cup B}(x) = Min\{1,\ \mu_A(x) + \mu_B(x)\}$ (Phép hợp Lukasiewiez) (1.2)

3. $\mu_{A\cup B}(x) = \begin{cases} Max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} & khi \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} = 0 \\ 1 & khi \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \neq 0 \end{cases}$ (1.3)

4. $\mu_{A\cup B}(x) = \dfrac{\mu_A(x) + \mu_B(x)}{1 + \mu_A(x) + \mu_B(x)}$ (Tổng Einstein) (1.4)

Trong kỹ thuật điều khiển mờ ta chủ yếu dùng hai công thức hợp, đó là lấy Max và phép hợp Lukasiewiez.

1.4.1.2. Hợp hai tập mờ khác cơ sở

Để thực hiện phép hợp hai tập mờ khác cơ sở, về nguyên tắc ta phải đưa chúng về cùng một cơ sở. Xét tập mờ A với hàm liên thuộc $\mu_A(x)$ được định nghĩa trên cơ sở M và B với hàm liên thuộc $\mu_B(y)$ được định nghĩa trên cơ sở N, hợp của hai tập mờ A và B là một tập mờ xác định trên cơ sở M x N với hàm liên thuộc:

$$\mu_{A\cup B}(x,y) = Max\left\{\mu_A(x,y), \mu_B(x,y)\right\} \tag{1.5}$$

Với $\mu_A(x,y) = \mu_A(x)\ \ (\forall y \in N)$ và $\mu_B(x,y) = \mu_B(y)\ \ (\forall x \in M)$

1.4.2. Phép giao hai tập mờ

1.4.2.1. Giao hai tập mờ cùng cơ sở

Giao hai tập mờ A và B có cùng cơ sở M là một tập mờ cũng xác định trên cơ sở M với hàm liên thuộc $\mu_{A\cap B}(x)$ được tính theo các công thức sau:

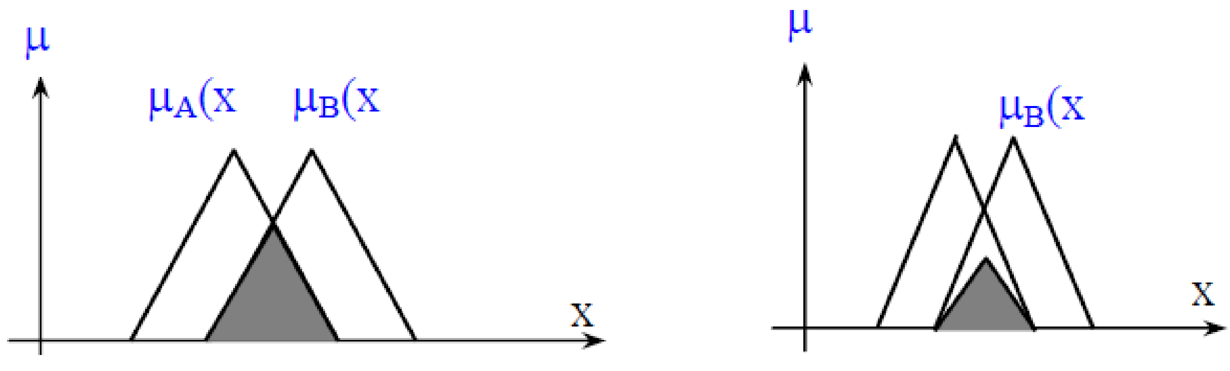
1. $\mu_{A\cap B}(x) = \text{Min}\left\{\mu_A(x), \mu_B(x)\right\}$ (1.6)

2. $\mu_{A\cap B}(x) = \mu_A(x).\mu_B(x)$ (Tích đại số) (1.7)

3. $\mu_{A\cap B}(x) = \begin{cases} \min\left\{\mu_A(x), \mu_B(x)\right\} & \text{Khi} \min\left\{\mu_A(x), \mu_B(x)\right\} = 1 \\ 0 & \text{Khi} \max\left\{\mu_A(x), \mu_B(x)\right\} \neq 1 \end{cases}$ (1.8)

4. $\mu_{A\cap B}(x) = \max\left\{0, \mu_A(x) + \mu_B(x) - 1\right\}$ (Phép giao Lukasiewiez) (1.9)

5. $\mu_{A\cap B}(x) = \dfrac{\mu_A(x)\mu_B(x)}{2 - (\mu_A(x) + \mu_B(x)) - \mu_A(x)\mu_B(x)}$ (Tích Einstein) (1.10)



(a) (b)

Hình 1.7: Giao của hai tập mờ có cùng cơ sở theo quy tắc Min (1.7a) và theo tích đại số (1.7b)

1.4.2.2. Giao hai tập mờ khác cơ sở

Cũng như phép hợp hai tập mờ, ở phép giao ta cũng đưa tập mờ về cùng một cơ sở. Khi đó, giao của hai tập mờ A có hàm liên thuộc $\mu_A(x)$ định nghĩa trên cơ sở