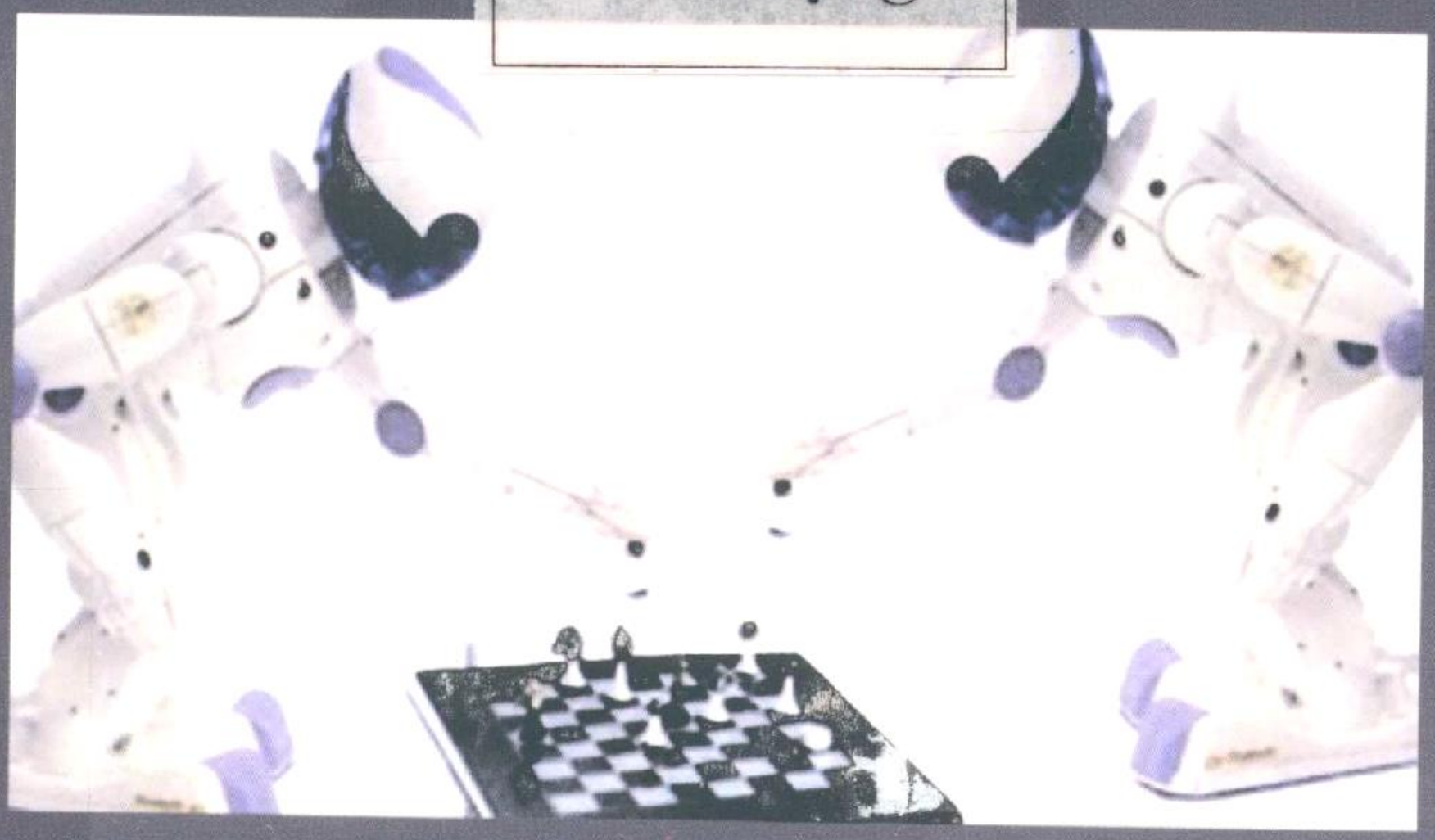
KIÊN TRUNG (Chủ biên),
HANH NGA, DƯƠNG QUỐC TUẤN

LOGIC MỜ, MẠNG NƠRON VÀ ĐẠI SỐ GIA TỬ

TRONG KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

NGÔ KIÊN TRUNG (Chủ biên)
NGUYỄN THỊ THANH NGA, DƯƠNG QUỐC TUẤN

LOGIC MỜ, MẠNG NƠRON VÀ ĐẠI SỐ GIA TỬ

TRONG KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
NĂM 2016

MÃ SỐ: $\frac{\text{02 - 57}}{\text{ĐHTN - 2016}}$

LỜI NÓI ĐẦU

Các hệ thống hiện đại khả trình ngày càng được phát triển mạnh mẽ cùng với khoa học kĩ thuật. Xu hướng sử dụng bộ điều khiển thông minh cho các đối tượng công nghiệp góp phần nâng cao chất lượng điều khiển cũng như cải thiện các đặc tính của hệ thống. Hệ mờ và mạng nơron đã đạt được nhiều thành công trong lĩnh vực điều khiển các đối tượng có thông tin không rõ ràng, không đầy đủ, thích ứng trong quá trình tự chỉnh trong điều chỉnh tự động. Lý thuyết đại số gia tử là một cách tiếp cận mới trong tính toán cho bộ điều khiển mờ, nhằm xây dựng cấu trúc toán học cho biến ngôn ngữ. Trong quá trình phát triển của lĩnh vực điều khiển và tự động hóa, việc ứng dụng lý thuyết đại số gia tử đang là một hướng mới cho các nhà nghiên cứu.

Cuốn sách "**Logic mờ, mạng nơron và đại số gia tử trong kỹ thuật điều khiển**" gồm 6 chương, cung cấp cho người đọc những kiến thức cơ bản và ứng dụng của logic mờ, mạng nơron và lý thuyết đại số gia tử. Sau mỗi chương giới thiệu tổng quan là chương ứng dụng được trích rút từ những công trình nghiên cứu của các tác giả, giúp cho người đọc dễ nắm bắt, triển khai lí thuyết vào thực tế điều khiển các đối tượng công nghiệp. Cuốn sách là tài liệu tham khảo cho sinh viên, học viên cao học, nghiên cứu sinh ngành kỹ thuật điều khiển và tự động hóa, công nghệ thông tin và những bạn đọc quan tâm đến điều khiển thông minh.

Trong quá trình biên soạn khó tránh khỏi còn sai sót, chúng tôi rất mong nhận được sự quan tâm, ủng hộ cũng như các ý kiến đóng góp của bạn đọc.

Thái Nguyên, tháng 5 năm 2016

Các tác giả

Chương 1
TỔNG QUAN VỀ LOGIC MỜ

1.1. Khái niệm về tập mờ

Lý thuyết về tập mờ được giáo sư Lotfi A. Zadeh ở trường Đại học California tại Berkeley - Mỹ đưa ra lần đầu tiên năm 1965. Từ đó đến nay, logic mờ đã được nghiên cứu phát triển và ứng dụng rộng rãi. Trong lĩnh vực điều khiển và tự động hoá, logic mờ ngày càng được ứng dụng mạnh mẽ và thực sự hữu dụng với các đối tượng chưa biết rõ hàm truyền, giải quyết các vấn đề mà điều khiển kinh điển không làm được.

1.1.1. Định nghĩa tập mờ

- Hàm phụ thuộc: cho một tập A. Ánh xạ μ_A: $A \rightarrow \{0, 1\}$ định nghĩa trên tập A như sau:

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

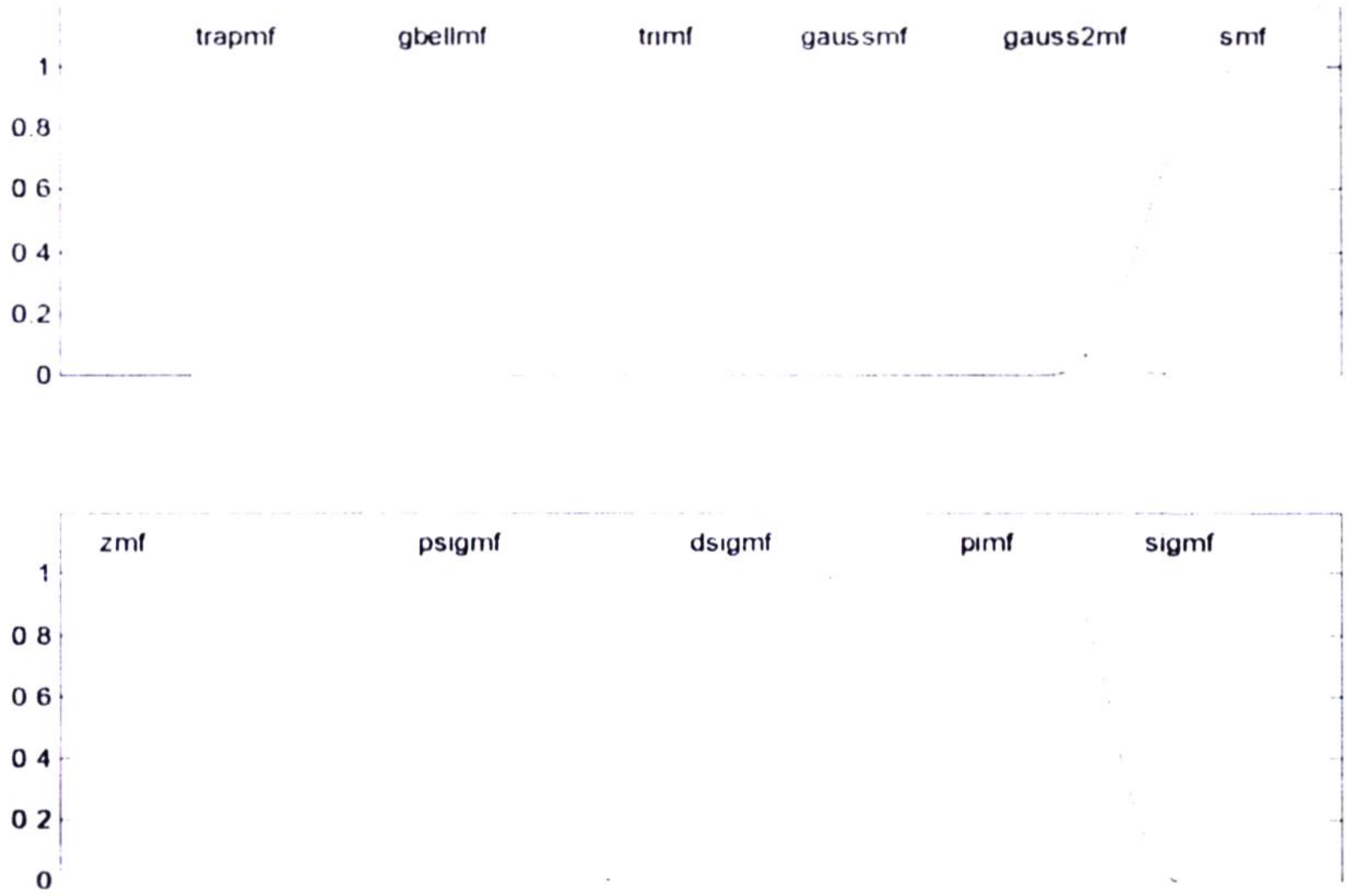
được gọi là hàm phụ thuộc của tập A.

- Tập mờ: **tập mờ F xác định trên tập kinh điển X là một tập mà mỗi phần tử của nó là một cặp các giá trị (x, $\mu_F(x)$) trong đó $x \in X$ và $\mu_F(x)$ là ánh xạ**

$$\mu_F: X \rightarrow [0, 1]$$

Ánh xạ μ_F được gọi là hàm liên thuộc (hoặc hàm phụ thuộc) của tập mờ F. Tập kinh điển X được gọi là cơ sở của tập mờ F.

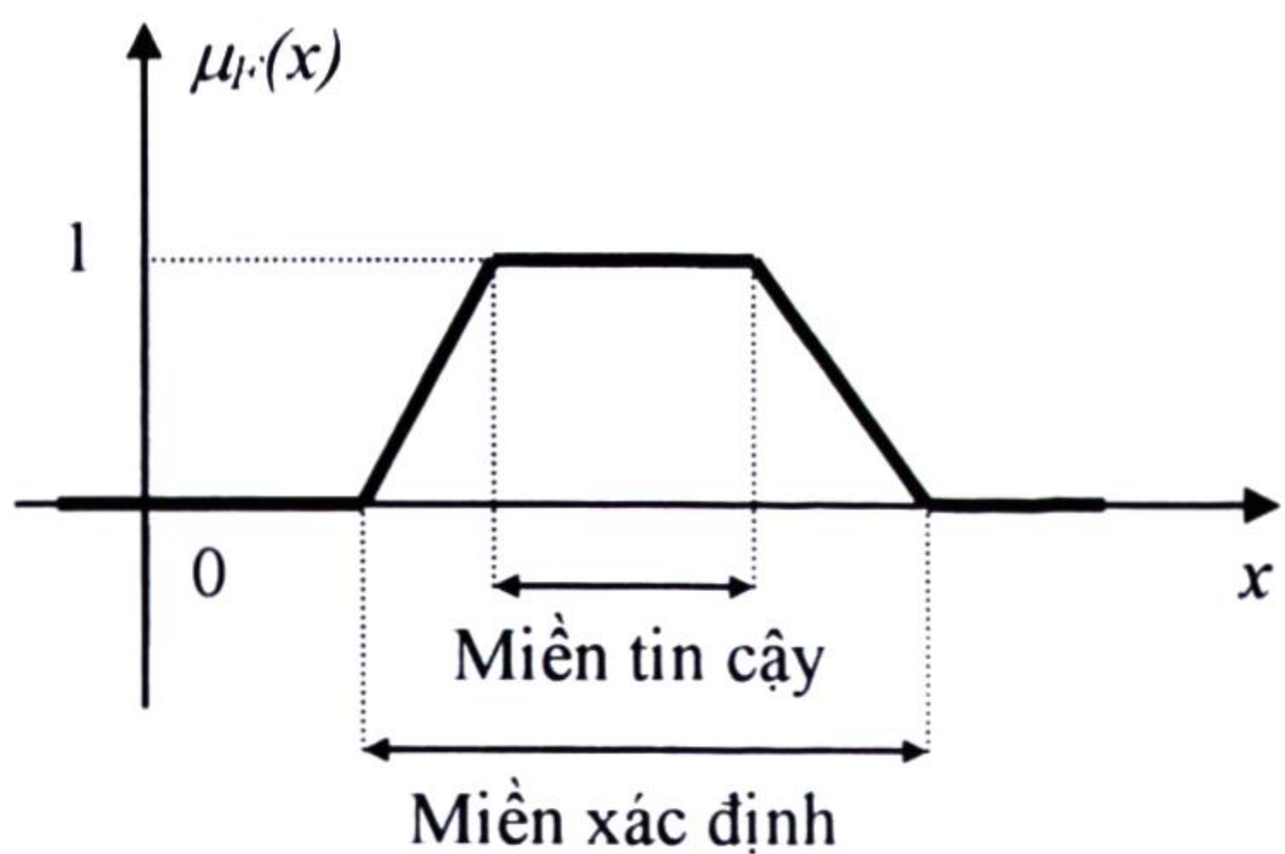
- Các dạng hàm liên thuộc (membership function) thường dùng trong logic mờ như *hình 1.1* có dạng: *hình thang, tam giác, sigmoid, gauss,* ...



Hình 1.1. *Mô tả một số dạng hàm liên thuộc*

1.1.2. Độ cao, miền xác định và miền tin cậy của tập mờ

Minh họa về miền xác định và miền tin cậy của tập mờ như *hình 1.2*



Hình 1.2. *Miền xác định và miền tin cậy của một tập mờ*

- Độ cao của một tập mờ F (định nghĩa trên cơ sở X) là giá trị

$$H = \sup_{x \in X} \mu_F(x)$$

- Miền xác định của tập mờ F (định nghĩa trên cơ sở X), được ký hiệu bởi S là tập con của X thoả mãn:

$$S = \{x \in X \mid \mu_F(x) > 0\}$$

- Miền tin cậy của tập mờ F (định nghĩa trên cơ sở X), được ký hiệu bởi T là tập con của X thoả mãn:

$$T = \{x \in X \mid \mu_F(x) = 1\}$$

1.1.3. Biến ngôn ngữ

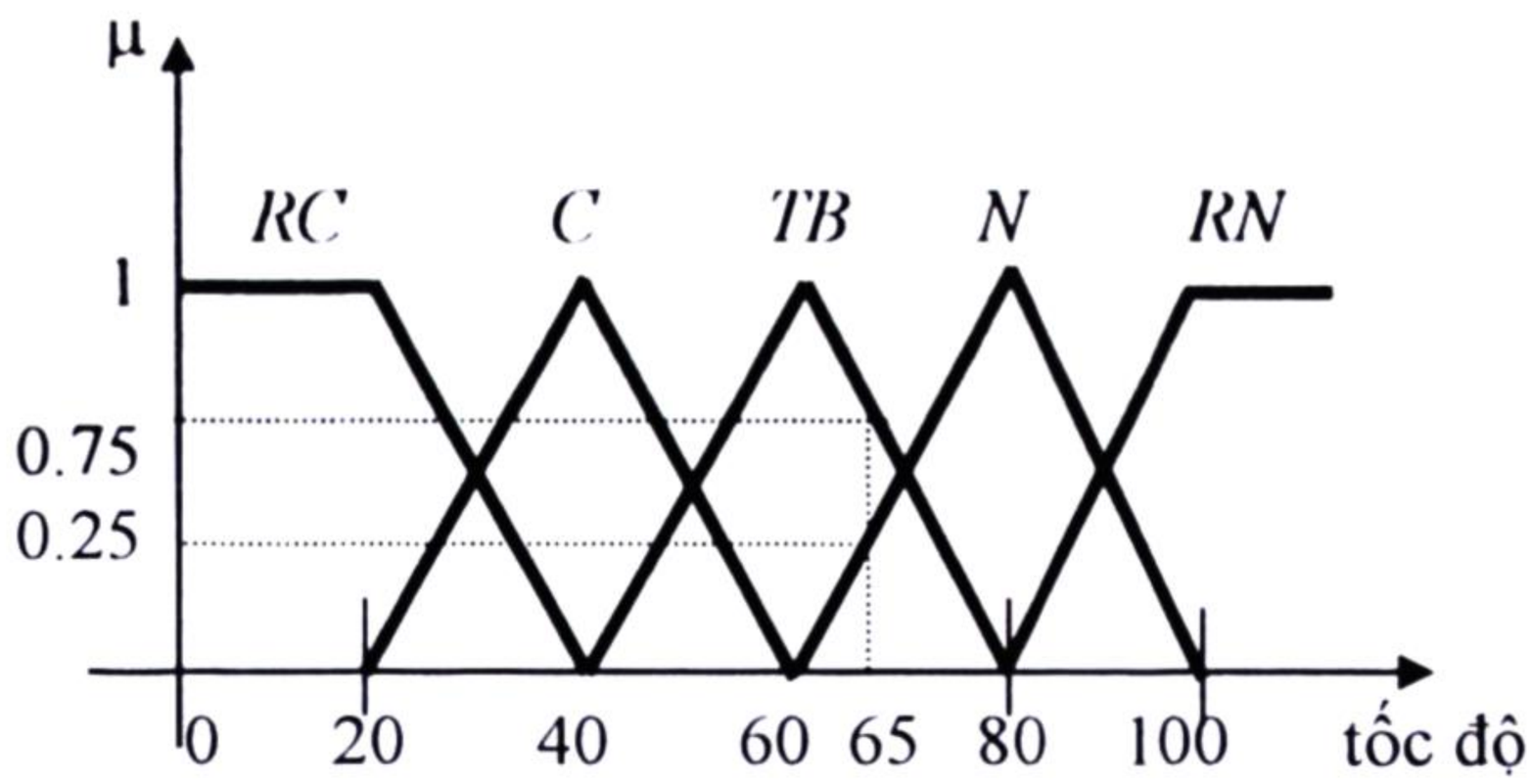
Biến ngôn ngữ là một loại biến mà các giá trị của nó không phải là số mà là từ hay mệnh đề dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên.

Để minh họa về hàm liên thuộc và biến ngôn ngữ, xét ví dụ lái ô tô như sau:

Xét tốc độ của một chiếc xe ô tô đang chạy: *Rất chậm (RC), Chậm (C), Trung bình (TB), Nhanh (N), Rất nhanh (RN).*

Mỗi giá trị ngôn ngữ trên của biến tốc độ được xác định bằng một tập mờ định nghĩa trên cơ sở là tập các số thực dương chỉ giá trị vật lý *x (đơn vị là km/h)* của biến tốc độ *v*, ví dụ *x =10km/h, x = 60km/h* ... (*hình 1.3*). Hàm liên thuộc tương ứng của các biến ngôn ngữ trên được ký hiệu là:

$$\mu_{RC}(x),\ \mu_C(x),\ \mu_{TB}(x),\ \mu_N(x),\ \mu_{RN}(x)$$



Hình 1.3. *Mô tả các giá trị ngôn ngữ bằng tập mờ*

Như vậy biến tốc độ *v* có hai miền giá trị:

- Miền các giá trị ngôn ngữ:

$N = \{$*rất chậm, chậm, trung bình, nhanh, rất nhanh*$\}$

- Miền các giá trị vật lý (miền các giá trị rõ):

$$V = \{x \in R \mid x \geq 0\}$$

Và mỗi giá trị ngôn ngữ (mỗi phần tử của *N*) lại được mô tả bằng một tập mờ có cơ sở là miền các giá trị vật lý *V*.

Biến tốc độ *v*, xác định trên miền các giá trị ngôn ngữ *N* được gọi là biến ngôn ngữ. Với mỗi $x \in V$ ta có:

$$x \rightarrow \mu_X = \{\mu_{RC}(x), \mu_C(x), \mu_{TB}(x), \mu_N(x), \mu_{RN}(x)\}$$

Ánh xạ trên có tên gọi là quá trình *Fuzzy hóa* (hay *mờ hóa*) của giá trị rõ *x*

Ví dụ Fuzzy hóa giá trị vật lý x = 65km/h là: $\mu_X(65) = \{0;0;0.75;0.25;0\}$

1.2. Các phép toán trên tập mờ

Cho *A*, *B* là hai tập mờ trên không gian nền *X*, có các hàm thuộc tương ứng là μ_A, μ_B, khi đó:

a. Phép hợp hai tập mờ

+ Theo luật Max: $\mu_{A\cup B}(x) = MAX\ \{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$ (1.1)

+ Hợp Lukasiewicz: $\mu_{A\cup B}(x) = min\ \{1, \mu_A(x) + \mu_B(x)\}$ (1.2)

+ Tổng trực tiếp: $\mu_{A\cup B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x).\mu_B(x)$ (1.3)

+ Tổng Einstein:

$\mu_{A\cup B}(x) = (\mu_A(x) + \mu_B(x))/\ (1+ \mu_A(x) + \mu_B(x))$ (1.4)

b. Phép giao hai tập mờ

+ Theo luật Min: $\mu_{A\cap B}(x) = MIN\ \{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$ (1.5)

+ Giao Lukasiewicz: $\mu_{A\cap B}(x) = max\ \{0, \mu_A(x) + \mu_B(x)-1\}$ (1.6)

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

+ Tích Einstein:

$\mu_{A\cap B}(x)=(\mu_A(x).\mu_B(x))/(2-(\mu_A(x)+ \mu_B(x))-\mu_A(x).\mu_B(x))$ (1.8)

c. Phép bù tập mờ $\mu_{A^C}(x) = 1- \mu_A(x)$ (1.9)

1.3. Luật hợp thành

1.3.1. Mệnh đề hợp thành

Cho hai biến ngôn ngữ x và y. Nếu biến x nhận giá trị (mờ) A có hàm liên thuộc $\mu_A(x)$ và y nhận giá trị (mờ) B có hàm liên thuộc $\mu_B(y)$, hai biểu thức x=A, y=B được gọi là 2 mệnh đề thì mệnh đề hợp thành x=A => y=B tương ứng với luật điều khiển NẾU x=A THÌ y=B trong đó A là mệnh đề điều kiện, B là mệnh đề kết luận.

***Định lý Mamdani**:*

"Độ phụ thuộc của kết luận không được lớn hơn độ phụ thuộc điều kiện"