

BỘ MÔN DUYỆT  
Chủ nhiệm Bộ môn

**ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT BÀI GIẢNG**  
(Dùng cho tiết giảng)

**Thay mặt nhóm  
môn học**

Học phần: TÍNH TOÁN MỀM

Nhóm môn học:.....

Bộ môn: Khoa học máy tính

Ngô Hữu Phúc

Khoa (Viện): CNTT

Hà Chí Trung

### Thông tin về nhóm môn học

TT	Họ tên giáo viên	Học hàm	Học vị
1	Ngô Hữu Phúc	GVC	TS
2	Hà Chí Trung	GVC	TS

Địa điểm làm việc: Giờ hành chính, Bộ môn Khoa học máy tính – Tầng 13 nhà S4 – Học viện Kỹ thuật Quân sự.

Địa chỉ liên hệ: Bộ môn Khoa học máy tính – Khoa Công nghệ thông tin – Học viện Kỹ thuật Quân sự. 236 Hoàng Quốc Việt.

Điện thoại, email: 01685-582-102, hct2009@yahoo.com.

### Bài giảng 01: Giới thiệu về Tính toán mềm

Chương I, mục:

Tiết thứ: 1-3

Tuần thứ: 1

#### - Mục đích yêu cầu

**Mục đích:** Cung cấp những thông tin về môn học, giáo trình tài liệu, mục đích và phạm vi lý thuyết của môn học, lịch sử ra đời và các thành phần của tính toán mềm

**Yêu cầu:** Sinh viên hệ thống lại các kiến thức về lý thuyết tập hợp và logic.

- **Hình thức tổ chức dạy học:** Lý thuyết, thảo luận, tự học, tự nghiên cứu

- **Thời gian:** Giáo viên giảng: 2 tiết; Thảo luận trên lớp: 1 tiết; Sinh viên tự học: 6 tiết.

- **Địa điểm:** Giảng đường do P2 phân công.

#### - Nội dung chính:

1. Khái niệm về tính toán mềm
2. Lịch sử tính toán mềm
3. Mục tiêu của tính toán mềm
4. Nội dung của tính toán mềm
5. Ứng dụng của tính toán mềm

## 6. Một số vấn đề khác

### 1. Khái niệm về tính toán mềm

Chúng ta thường xuyên phải tiếp nhận, xử lý những thông tin mơ hồ, không chính xác, không chắc chắn, hoặc mang tính xác suất, ngẫu nhiên. Chúng ta cần phải ra quyết định khi xử lý thông tin?

Các hệ thống máy tính, dựa trên lý thuyết cổ điển (tập hợp, logic nhị phân), không thể lý luận như con người bởi vì chúng không có câu trả lời hoàn toàn đúng. Từ đó dẫn đến yêu cầu một cách tiếp cận giải quyết các vấn đề này: **TÍNH TOÁN MỀM**.

**TÍNH TOÁN MỀM** như là một phương hướng để xây dựng các hệ thống thông minh, bắt chước trí thông minh của con người (intelligent systems).

Tính toán mềm (**soft computing**) khác với tính toán cứng (**hard computing**):

Có thể chấp nhận sự thiếu chính xác, không chắc chắn, xấp xỉ;

Tính toán mềm dẻo với chi phí vừa phải.

Tính toán mềm:

Không phải là một ngành học hay môn học riêng biệt;

Tính toán mềm không phải là hỗn hợp, kết hợp các giải thuật.

Tính toán mềm là một mối quan hệ đối tác giữa các hướng tiếp cận tính toán trong đó các đối tác đóng góp một phương pháp riêng biệt để giải quyết vấn đề trong phạm vi của nó.

### 2. Lịch sử tính toán mềm

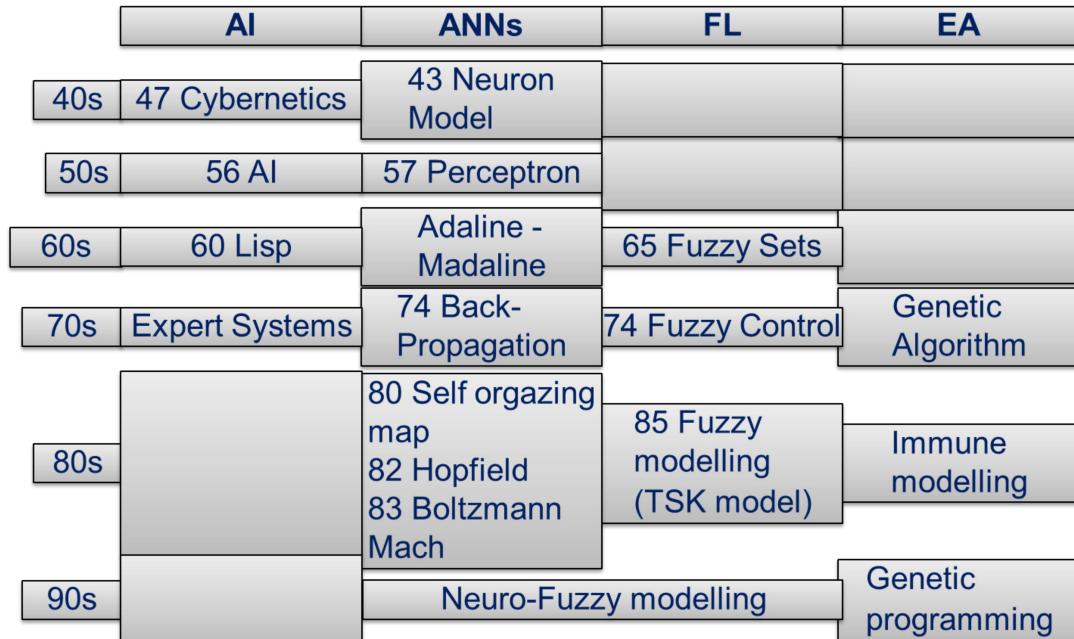
**Aristotle** đặt khái niệm cho logic cổ điển, phát biểu luật bài trung & luật phi mâu thuẫn. Logic cổ điển áp dụng rất thành công trong toán học.

**Plato** là người đặt nền tảng cho Logic mờ khi cho rằng còn giá trị thứ ba “khác hòn là đúng, sai”.

Vào những năm **1900**, **Lukasiewicz** đề xuất Logic “3 giá trị”, trong đó giá trị thứ ba có thể mô tả như là “có thể”. Sau đó, ông đề nghị tiếp logic “4 giá trị”, logic “5 giá trị”. Lukasiewicz cũng cảm thấy giữa logic “ba giá trị” và logic “vô hạn giá trị” có rất nhiều điểm tương đồng.

Năm **1965**, **Lotfi A.Zadeh** đã xuất bản bài báo “Fuzzy set” trong đó mô tả toán học của lí thuyết “Fuzzy set” và “Fuzzy Logic”. Zadeh đề nghị định nghĩa tập mờ bởi một hàm thành viên (membership function) nhận giá trị trong  $[0.0, 1.0]$ . Vào thời gian này những phép tính toán mới cho Logic cũng được đề nghị.

Ý tưởng về tính toán mềm được bắt đầu vào năm 1981 bởi Lotfi A. Zadeh. Zadeh xác định tính toán mềm thành 1 hệ thống hợp nhất giữa các lĩnh vực Logic mờ (Fuzzy Logic), mạng Neural, tính toán tiến hóa và di truyền, và tính toán dựa trên xác suất.



### 3. Mục tiêu của tính toán mềm

Mục tiêu của tính toán mềm:

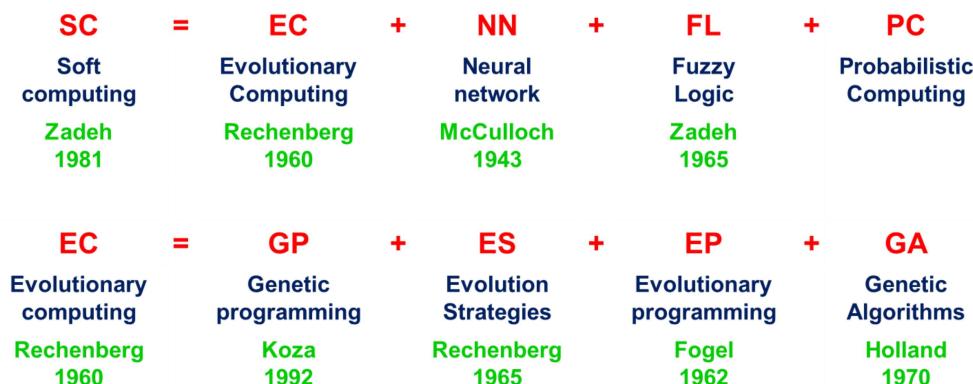
- 1) Phát triển các máy thông minh để tìm ra các giải pháp cho các vấn đề thế giới thực, đó là các vấn đề không theo 1 mô hình cụ thể, hoặc quá khó khăn trong mô hình hóa tính toán.
- 2) Khai thác khả năng có thể tính toán khi dữ liệu thiếu chính xác, không chắc chắn, gần đúng để con người đưa ra quyết định tối ưu.

Có thể coi tính toán mềm như một lĩnh vực tính toán mới để xây dựng thế hệ mới của trí tuệ nhân tạo, được gọi là trí tuệ máy tính.

### 4. Nội dung của tính toán mềm

Trong chương trình môn học sẽ tập trung tìm hiểu những nội dung sau:

- 1) Lý thuyết mờ
- 2) Lý thuyết độ đo mờ
- 3) Logic mờ
- 4) Mạng nơron mờ
- 5) Giải thuật di truyền mờ
- 6) Hệ hỗ trợ ra quyết định



## 5. Ứng dụng của tính toán mềm

- 1) Các hệ chuyên gia trong thương mại, kinh doanh, dịch vụ;
- 2) Các hệ hỗ trợ ra quyết định trong thương mại, kinh doanh, dịch vụ
- 3) Các chương trình ứng dụng trong các lĩnh vực:
  - a. điều khiển;
  - b. sản phẩm tiêu dùng; các hệ thống trong công nghiệp;
  - c. Các hệ thống tự động hóa; phân tích quyết định;
  - d. y học; địa chất;
  - e. nhận dạng mẫu; robotics,...
- 4) Các lĩnh vực ứng dụng mới:
  - a. Lý thuyết tính toán
  - b. Xử lý ngôn ngữ tự nhiên
  - c. Tài chính, Y sinh, Luật học...
  - d. Công tác dự báo...

## 6. Một số vấn đề khác

Bài tập, bài kiểm tra giữa kỳ và hết môn là những câu hỏi đơn giản được thiết kế để đánh giá sự hiểu và khả năng vận dụng lý thuyết;

Hình thức thi: Vấn đáp và làm bài tập, 10% chuyên cần, 20% thường xuyên, 70% Thi lý thuyết + bài tập cuối kỳ.

Bài tập môn học là điều kiện tiên quyết để trả thi. Hạn trả đồ án cuối cùng chậm nhất là 07 ngày trước ngày thi theo quy định.

Cấm thi: phạm các lỗi quá 03 lần; nghỉ học quá 20% số tiết môn học hoặc Không trả, không bảo vệ được bài tập môn.

### - *Yêu cầu SV chuẩn bị*

Sinh viên bổ túc lại phần kiến thức liên quan đến tập hợp và logic trong toán rời rạc. Đọc trước phần mở đầu và chương 1, TL 1, TL2, Chương 1, TL3.

### **- Tài liệu tham khảo**

1. *Nguyễn Như Phong*, Tính toán mềm và ứng dụng, NXB KH&KT, 2008. Chương 1.
2. *Phạm Tự Trung, Guanrong Chen*. Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems. CRC Press, 2001. Phần mở đầu
3. *George J. Klir, Bo Yuan*. Fuzzy set and Fuzzy logic. Theory and applications. Prentice Hall. 1995. Phần mở đầu.

## **Bài giảng 02: Lý thuyết tập mờ**

Chương 1, mục:

Tiết thứ: 1-3

Tuần thứ: 2-3

### **- Mục đích yêu cầu**

**Mục đích:** Trang bị cho sinh viên những kiến thức, khái niệm cơ bản về lý thuyết mờ, tập mờ, các toán tử tập mờ, các hình thức biểu diễn, xây dựng tập mờ.

**Yêu cầu:** Nắm được các khái niệm về tập mờ, thực hiện được các toán tử tập mờ. Ý nghĩa và các phương pháp xây dựng tập mờ.

- **Hình thức tổ chức dạy học:** Lý thuyết, thảo luận, tự học, tự nghiên cứu

- **Thời gian:** Giáo viên giảng: 4 tiết; Thảo luận và làm bài tập trên lớp: 2 tiết; Sinh viên tự học: 12 tiết.

- **Địa điểm:** Giảng đường do P2 phân công.

### **- Nội dung chính:**

1.1. Lý thuyết mờ.

1.2. Tập mờ

    1.2.1. Các khái niệm cơ bản

    1.2.2. Biểu diễn tập mờ

    1.2.3. Các toán tử tập mờ

    1.2.4. Xây dựng tập mờ

### **1.1. Lý thuyết mờ**

• Một vài ví dụ:

- Cô ấy rất trẻ và khá cao ráo.
- Anh ta vô cùng thông minh.
- Ông ấy là một người đàn ông trung niên.
- Có thể là anh ta 39 tuổi rưỡi.

- Lý thuyết mờ được xây dựng nhờ sự cần thiết của việc biểu diễn thế giới thực với sự không chắc chắn, tính bất định của thông tin.
- Xem xét sự khác nhau trong 3 ví dụ sau:
  - Nhiệt độ lò là  $120^{\circ}\text{C}$
  - Nhiệt độ lò khoảng  $120^{\circ}\text{C}$
  - Nhiệt độ lò có lẽ là  $120^{\circ}\text{C}$
- Một thông tin bất định có thể biểu diễn bằng bộ tứ:  
***< thuộc tính, đối tượng, giá trị, mức tự tin>***
- Thông tin **bất định không chính xác**:
  - Tính bất định trong định nghĩa sự kiện;
  - Liên quan đến thành phần giá trị của thuộc tính;
  - Do sự không chính xác của ngôn ngữ tự nhiên: *vào khoảng, gần, lò mờ, mơ hồ, không rõ...*
- Thông tin **bất định thiếu thông tin**:
  - Tính bất định về sự xuất hiện của sự kiện;
  - Liên quan đến mức tự tin trong việc đưa ra thông tin: *có thể, có lẽ, có khả năng, với xác suất...*
- Bất định không chính xác → sự ra đời của lý thuyết tập mờ (fuzzy sets):
  - Tập mờ
  - Quan hệ mờ
  - Số học mờ
  - Logic mờ
  - ...
- Bất định thiếu thông tin → sự ra đời của lý thuyết độ đo mờ.
  - Độ đo mờ;
  - Xác suất;
  - Lý thuyết khả năng;
  - ...

## 1.2. Tập mờ

### 1.2.1. Các khái niệm cơ bản

- **Biểu diễn tập hợp:** Tập A có thể được mô tả bởi 1 hàm được gọi là hàm đặc trưng A. Hàm này được định nghĩa trên không gian tổng quát X, giả sử rằng:
  - Giá trị 1 cho những phần tử x thuộc về tập A
  - Giá trị 0 cho những phần tử x không thuộc về tập A
- Khi đó, tập A có thể được đại diện cho tất cả các phần tử  $x \in X$  bởi hàm đặc trưng của nó  $\mu_A(x)$  được định nghĩa như sau:

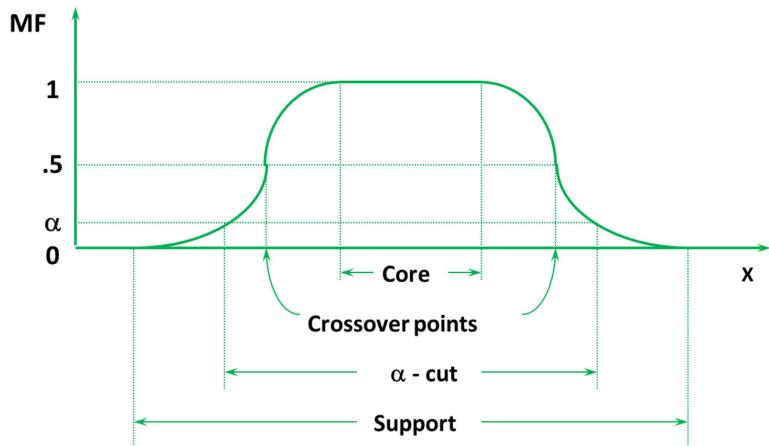
A: X→[0,1]

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \text{ is a member of } A \\ 0, & \text{if } x \text{ is not a member of } A \end{cases}$$

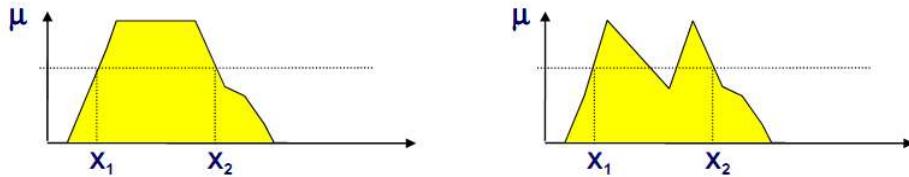
- Như vậy, trong lý thuyết tập hợp cổ điển, Hàm thành viên  $\mu_A(x)$  chỉ có 2 giá trị 1 (“true”) và 0 (“False”). Tập hợp như vậy được gọi là **tập rõ (crisp set)**.
- Với **tập mờ (fuzzy set)**, hàm thành viên  $\mu_A(x)$  liên kết mỗi phần tử  $x \in X$  một giá trị  $\mu_A(x)$  trong khoảng đóng  $[0,1]$ , thể hiện mức độ thành viên của  $x$  trong  $A$ . Giá trị càng lớn mức độ thành viên càng cao.
- VD:** Tập các số nguyên tố trên khoảng  $[0,100]$ ;
- VD:** tập các số nhỏ trên khoảng  $[0, 100]$ :
 
$$\text{Small}=\{1/1+1/2+0.9/3+0.6/4+0.3/5+0.1/6\}$$
- Tập cắt, tập mức, biên giới tập mờ, lõi tập mờ, độ cao tập mờ, tập mờ lồi, mức tập con, khoảng cách Hamming, độ mờ của tập mờ.
- Tập cắt:**
  - Tập cắt  $\alpha$**  ( $\alpha$  - cut):  $A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$ ;
  - Tập cắt  $\alpha$  mạnh** (strong  $\alpha$  - cut):  $A^+_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) > \alpha\}$
- Như vậy, **tập cắt  $\alpha$**  là một tập rõ với cận dưới  $LA_\alpha$  và cận trên  $UA_\alpha$ :
  - $A_\alpha = [LA_\alpha, UA_\alpha] = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$ ;
  - $LA_\alpha = \text{Min} \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$ ;
  - $UA_\alpha = \text{Max} \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$ ;
- Tập mức L(A):**  $L(A) = \{\alpha \mid \mu_A(x) = \alpha, x \in X\}$
- Biên giới tập mờ (support):**  $\text{Supp}(A)$   

$$\text{Supp}(A) = A^+_0 = \{x \in X \mid \mu_A(x) > 0\}$$
- Lõi tập mờ (core) :**  $\text{Core}(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) = 1\}$
- Độ cao của tập mờ:**  $h(A) = \sup_{x \in X} \mu_A(x)$
- Nếu  $\text{Core}(A) \neq \emptyset$  thì tập mờ  $A$  gọi là **tập mờ chuẩn**.
- $\text{Crossover}(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) = 0.5\}$
- Lực lượng của tập mờ A:**

$$|A| = \sum_{x \in X} \mu_A(x)$$
- Biểu diễn hàm thành viên và một số khái niệm của tập mờ:



- Tính lồi của tập mờ: Tập mờ A gọi là lồi nếu như với mọi  $\lambda \in [0, 1]$ , ta có:
- Mọi tập cắt  $\alpha$  của tập lồi A cũng phải là tập lồi.



- Khoảng cách Hamming** giữa hai tập mờ A, B, trên tập tổng quát X:
  - Tập X rời rạc:

$$d(A, B) = \sum_{x \in X} |\mu_A(x) - \mu_B(x)|$$

- Tập X liên tục:

$$d(A, B) = \int_x |\mu_A(x) - \mu_B(x)| dx$$

- Độ mờ của tập mờ:**  $dof(A) = d(A, A_c)$ , trong đó  $A_c$  là tập rõ gần với A nhất,  $A_c$  được xác định như sau

$$\mu_{A^c}(x) = \begin{cases} 1, \mu_A(x) > 0.5 \\ 0, \mu_A(x) \leq 0.5 \end{cases}$$

### 1.2.2. Biểu diễn tập mờ

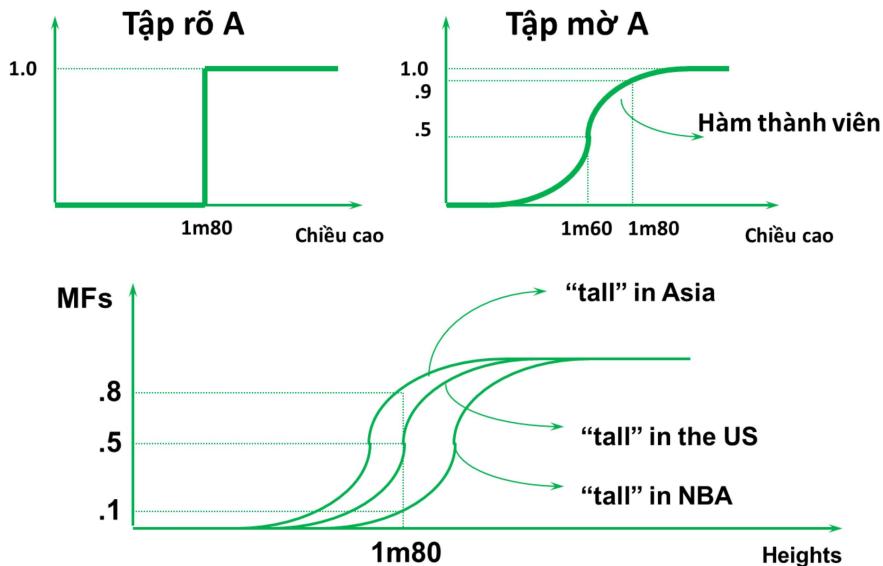
- Phương pháp ký hiệu:**

– Nếu tập X là rời rạc:  $A = \sum_{x_i \in X} \frac{\mu_A(x_i)}{x_i}$

– Nếu X là tập liên tục:  $A = \int_X \frac{\mu_A(x)}{x} dx$

- Phương pháp đồ thị:** thể hiện bằng đồ thị hàm  $\mu_A(x)$ .

- VD:** biểu diễn hàm thành viên của tập rõ C và tập mờ F:



Triangular MF  $trimf(x; a, b, c) = \max \left( \min \left( \frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b} \right), 0 \right)$  :

Trapezoidal MF:  $trapmf(x; a, b, c, d) = \max \left( \min \left( \frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c} \right), 0 \right)$

Gaussian MF:  $gaussian(x; m, \sigma) = \exp \left( -\frac{(x-m)^2}{\sigma^2} \right)$

Generalized bell MF:  $bell(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}}$

Sigmoidal MF:  $Sigm(x; a, c) = \frac{1}{1 + e^{-a(x-c)}}$

### 1.2.3. Các toán tử tập mờ

- **Các phép toán tập mờ:** tổng quát hóa các tính toán trên tập rõ.
- **Một số phép toán trên tập mờ:**
  - Inclusion (bao gồm)
  - Comparability (So sánh)
  - Equality (bình đẳng)
  - Complement (phản bù)
  - Intersection (Giao)
  - Union (hợp)
  - Integration (tích hợp)
- Giả sử rằng A và B là các tập mờ được định nghĩa trong không gian tổng thể X.
- **Inclusion (bao hàm)**

- Tập mờ A được bao hàm trong tập mờ B (ký hiệu là  $A \subseteq B$ , đôi khi gọi A là tập con của tập mờ B) nếu và chỉ nếu:

$\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$ , với mọi  $x \in X$ .

- **Comparability (So sánh)**

- A và B có thể so sánh được nếu điều kiện  $A \subseteq B$  or  $B \subseteq A$  tồn tại, ngược lại 2 tập mờ A và B không so sánh được.

- **Equality (tương đương)**

- A và B là tương đương, được ký hiệu là  $A = B$ , nếu và chỉ nếu tất cả x trong tập X,  $\mu_A(x) = \mu_B(x)$ .

- **Complement (phản bù)**

- Phản bù của tập mờ A thường được ký hiệu:

$$\bar{A} = X - A \Leftrightarrow \mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

- Trường hợp tổng quát, hàm bù có thể biểu diễn thông qua một hàm số c,  $\mu_{\bar{A}}(x) = c(\mu_A(x))$  có dạng:  $c: [0,1] \rightarrow [0,1]$ ,

thỏa mãn:

1. Điều kiện biên:  $c(0) = 1, c(1) = 0$
2. Đơn điệu:  $x \leq y \rightarrow c(x) \geq c(y), \forall x, y \in [0,1]$
3. Cuộn xoắn:  $c(c(x)) = x, \forall x \in [0,1]$
4. Hàm liên tục.

VD về một số dạng hàm bù:

1. Hàm ngưỡng:  $c(x) = \begin{cases} 1, & x \leq t \\ 0, & x \geq t' \end{cases} t \in [0,1];$
2. Hàm bù Cosin:  $c(x) = (1 + \cos \pi x)/2$
3. Hàm bù Sugeno:  $c(x) = \frac{1-x}{1+\lambda x}, \lambda \in (-1, \infty)$

- **Intersection (giao):**

- Giao của A và B được là tập mờ lớn nhất bao gồm cả A và B (ký hiệu  $A \cap B$ ).

$$C = A \cap B \Leftrightarrow \mu_C(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \\ = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x)$$

- **Một số dạng hàm giao khác:**

1. Giao tích đại số:  $t(x, y) = xy$

2. Hàm *Bounded difference*:  $t(x, y) = \max(0, x + y - 1)$

3. Hàm *Drastic intersection*:  $t(x, y) = \begin{cases} x, & y = 1 \\ y, & x = 1 \\ 0, & \neq \end{cases}$

4. ...

- **Giao. Khái niệm về toán tử t-norms.**
- **Một cách tổng quát, hàm giao có thể biểu diễn thông qua một hàm số  $t, \mu_{A \cap B}(x) = t(\mu_A(x), \mu_B(x))$  có dạng:**  
 $t: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ ,  
thỏa mãn các điều kiện sau với  $\forall x, y, z, t \in [0,1]$ :
  1. Điều kiện biên:  $t(0,0)=0, t(x,1)=t(1,x)=x;$
  2. Đơn điệu(monotonicity):  $t(x, y) \leq t(z, w)$  nếu  $x \leq z, y \leq w;$
  3. Giao hoán(commutativity):  $t(x, y)=t(y, x);$
  4. Kết hợp(associativity):  $t(x, t(y,z)) = t(t(x,y), z).$
- **Union (hợp, hội)**
  - Hợp 2 tập mờ A và B (được ký hiệu:  $A \cup B$ ) là tập mờ nhỏ nhất chứa cả A và B.
$$C = A \cup B \Leftrightarrow \mu_C(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$$
$$= \mu_A(x) \vee \mu_B(x)$$
  - Một số dạng hàm hội khác:
    1.  $s(x, y) = \min(1, x+y);$
    2.  $s(x, y) = x+y - x*y$
    3. ...
- **Hội. Khái niệm về t-conorms (s-norms):**
- **Một cách tổng quát, hàm hội có thể biểu diễn thông qua một hàm số  $s, \mu_{A \cup B}(x) = s(\mu_A(x), \mu_B(x))$  có dạng:**  
 $s: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ ,  
thỏa mãn các điều kiện sau với  $\forall x, y, z, t \in [0,1]$ :
  1. Điều kiện biên:  $s(1,1)=1, s(x,0)=s(0,x)=x$
  2. Đơn điệu(monotonicity):  $s(x, y) \leq s(z, w)$  if  $x \leq z, y \leq w;$
  3. Giao hoán(commutativity):  $s(x, y)=s(y, x);$
  4. Kết hợp(associativity):  $s(x, s(y,z)) = s(s(x,y), z).$
- **VD: Một vài toán tử T-norm, S-norm phổ biến.**

1) *Drastic Product:*

$$t_1(x, y) = \begin{cases} \min\{x, y\} & \text{if } \max\{x, y\} = 1 \\ 0 & x, y < 1 \end{cases}$$

*Drastic Sum:*

$$s_1(x, y) = \begin{cases} \max\{x, y\} & \text{if } \min\{x, y\} = 0 \\ 1 & x, y > 0 \end{cases}$$

2) *Bounded Difference:*

$$t_2(x, y) = \max\{0, |x - y|\}$$

*Bounded Sum:*

$$s_2(x, y) = \min\{1, |x + y|\}$$

3) *Einstein Product:*

$$t_3(x, y) = \frac{x \cdot y}{2 - [x + y - (x \cdot y)]}$$

*Einstein Sum:*

$$s_3(x, y) = \frac{x + y}{1 + (x \cdot y)}$$

4) *Algebraic Product:*

$$t_4(x, y) = x \cdot y$$

*Algebraic Sum:*

$$s_4(x, y) = x + y - x \cdot y$$

5) *Hamacher Product:*

$$t_5(x, y) = \frac{x \cdot y}{x + y - (x \cdot y)}$$

*Hamacher Sum:*

$$s_5(x, y) = \frac{x + y - 2xy}{1 - (x \cdot y)}$$

6) *Minimum.*

$$t_6(x, y) = \min\{x, y\}$$

*Maximum.*

$$s_6(x, y) = \max\{x, y\}$$

**Toán tử tích hợp (integration):** Mở rộng của phép hội, hàm tích hợp có thể biểu diễn thông qua một hàm số  $c$ ,  $\mu_{A_1 A_2 \dots A_n}(x) = c(\mu_{A_1}(x), \mu_{A_2}(x), \dots, \mu_{A_n}(x))$  có dạng:  $c: [0,1]^n \rightarrow [0,1]$ ,

thỏa mãn:

1. Đẳng trị:  $c(x, x, \dots, x) = x; 0 \leq x \leq 1;$
2. Đơn điệu tăng:  $0 \leq x_i \leq y_i, i = \overline{1, n} \Rightarrow c(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq c(y_1, y_2, \dots, y_n)$
3. Đối xứng.

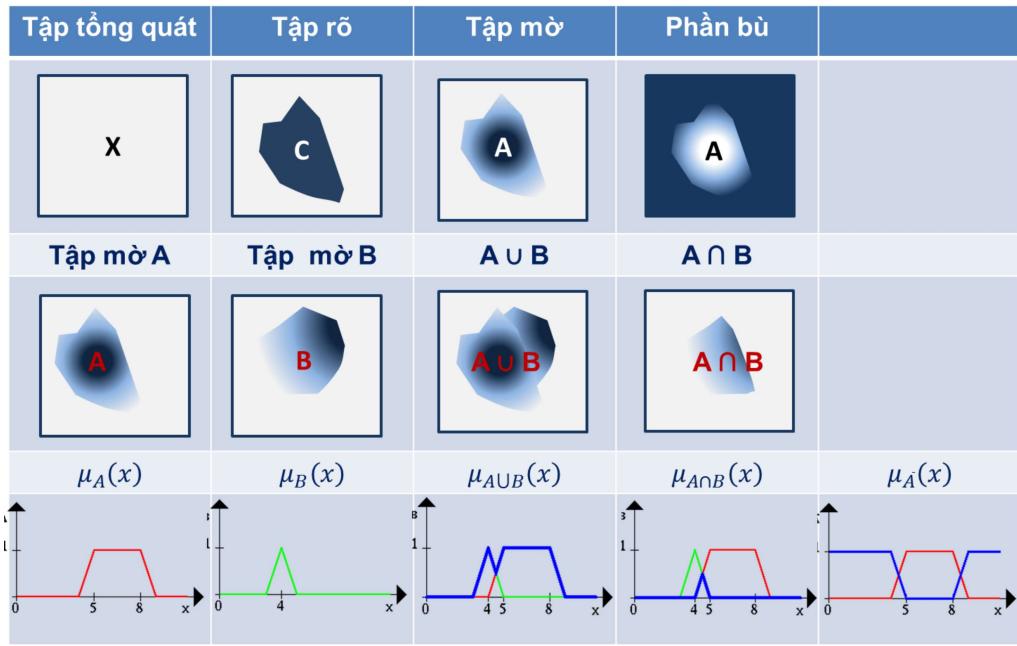
- **Toán tử tích hợp (integration):**

- Các hàm tích hợp thỏa mãn các tiên đề trên gọi là hàm trung bình, có dạng tổng quát:

$$C_\alpha(x_1, x_2, \dots, x_n) = \left( \frac{x_1^\alpha + \dots + x_n^\alpha}{n} \right)^{1/\alpha}, \alpha \in R, \alpha \neq 0.$$

- Hàm trung bình có trọng số:

$$C_\alpha(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n w_i x_i, 0 \leq w_i \leq 1, i = \overline{1, n}.$$



- **Công cụ làm việc với tập mờ và tính toán mềm:**

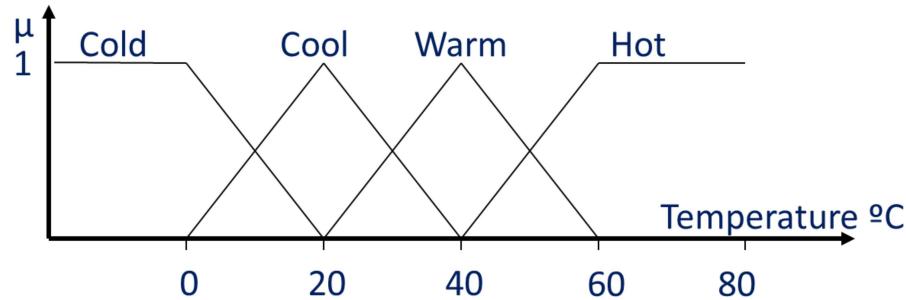
- MATLAB: Tất cả các dạng hàm thành viên được đề nghị đều sẵn có trong trình soạn thảo hàm thành viên của **fuzzy logic Toolbox** cho MATLAB

Tên hàm	Miêu tả
dsigmf	Difference of two sigmoid membership functions.
gauss2mf	Two-sided Gaussian curve membership function.
gaussmf	Gaussian curve membership function.
gbellmf	Generalized bell curve membership function.
pimf	Pi-shaped curve membership function.
psigmf	Product of 2 sigmoidal membership functions.
smf	S-shaped curve membership function.
sigmf	Sigmoid curve membership function.
trapmf	Trapezoidal membership function.
trimf	Triangular membership function.
zmf	Z-shaped curve membership function.

#### 1.2.4. Xây dựng tập mờ

- **Ngữ cảnh xây dựng tập mờ:** Xây dựng tập mờ, hàm thành viên, toán tử mờ,...phụ thuộc rất nhiều vào ngữ cảnh.
- **VD:** Khái niệm «rộng»? Cái cửa rộng; Một ngôi nhà rộng; Biển rộng...
- **Phương pháp xây dựng tập mờ:**

- **Trực quan;**
- **Suy diễn;**
- **Tập mờ góc (Angular fuzzy sets);**
- **Chuyên gia;**
- **Mạng nơron;**
- **Giải thuật di truyền;**
- ...
- **Phương pháp trực quan (Intuitive):** Hàm thành viên được xây dựng dựa trên:
  - Khả năng của con người để xây dựng hàm thành viên bằng sự hiểu biết và trí thông minh bẩm sinh;
  - Trực quan liên quan đến ngữ cảnh, ngữ nghĩa của vấn đề.
- **VD:**



- **Phương pháp suy diễn (inference):**
  - Sử dụng kiến thức để thực hiện suy diễn;
  - Mong muốn suy ra kết luận, đưa ra hành động chân thực của tri thức.
- **VD:** Giả sử A, B, và C là các góc trong của một tam giác, theo thứ tự  $A \geq B \geq C \geq 0$ , U là tập tất cả hình tam giác:
 
$$U = \{(A, B, C) \mid A \geq B \geq C \geq 0, A + B + C = 180^\circ\}$$
- Ta có thể đánh giá dạng hình học của tam giác dựa trên các thông số đầu vào A, B, C thỏa mãn các điều kiện trên. Ta xét 5 dạng tam giác như sau:
- Các tập mờ tương ứng các dạng hình học của tam giác:
  - I: Tam giác «gần» cân;
  - R: Tam giác “gần” vuông;
  - IR: Tam giác gần vuông vuông và gần cân;
  - E: Các tam giác gần đều;
  - T: Các dạng tam giác khác.

**- Yêu cầu SV chuẩn bị**

Học viên đọc trước bài giảng 02, lý thuyết chương 1 TL1, chương 1, TL 2.

**- Tài liệu tham khảo**

1. *Nguyễn Như Phong, Tính toán mềm và ứng dụng, NXB KH&KT, 2008. Chương 1.*
2. *Pham Tat Trung, Guanrong Chen. Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems. CRC Press, 2001.*

### **Bài giảng 03: Quan hệ mờ**

Chương 3, mục:

Tiết thứ: 1-3

Tuần thứ: 4

**- Mục đích yêu cầu**

**Mục đích:** Cung cấp khái niệm về quan hệ trên tập hợp. Quan hệ, liên kết, hợp thành mờ. Chuyển đổi mờ.

**Yêu cầu:** Nắm vững và thực hiện được tính toán liên quan đến quan hệ, liên kết, hợp thành và chuyển đổi mờ.

**- Hình thức tổ chức dạy học:** Lý thuyết, thảo luận, tự học, tự nghiên cứu

**- Thời gian:** Giáo viên giảng: 2 tiết; Thảo luận và làm bài tập trên lớp: 1 tiết; Sinh viên tự học: 6 tiết.

**- Địa điểm:** Giảng đường do P2 phân công.

**- Nội dung chính:**

1.3. Quan hệ, liên kết, hợp thành

    1.3.1. Quan hệ mờ

    1.3.2. Liên kết mờ

    1.3.3. Hợp thành mờ

    1.3.4. Nguyên lý mở rộng

    1.3.5. Chuyển đổi mờ

1.3. Quan hệ mờ

- **ĐN:** Cho hai tập hợp A và B. Một quan hệ (relations) hai ngôi R giữa A và B là tập con của  $A \times B$  mà thành phần thứ nhất A được gọi là miền xác định(domain) của R, còn B gọi là miền giá trị (range) của R.

- Nếu miền xác định và miền giá trị cùng thuộc một tập hợp  $S$ , gọi là một quan hệ trên  $S$ . Nếu  $R$  là một quan hệ và  $(a,b)$  là một cặp trong  $R$  thì ta viết  $aRb$ .
- **Các tính chất của quan hệ:**
  - **Phản xạ (reflexive):** nếu  $aRa$  là đúng với " $a \square S$ "
  - **Đối xứng (symmetric):** nếu  $aRb$  thì  $bRa$
  - **Bắc cầu (transitive):** nếu  $aRb$  và  $bRc$  thì  $aRc$
- **VD:** cho  $S = \{0, 1, 2, 3\}$ 
  - Quan hệ ‘thứ tự nhỏ hơn’:  
 $L = \{(0, 1), (0, 2), (0, 3), (1, 2), (1, 3), (2, 3)\}$ 
    - Quan hệ ‘bằng’:  $E = \{(0, 0), (1, 1), (2, 2), (3, 3)\}$
    - Quan hệ ‘chẵn lẻ’:  
 $P = \{(0, 0), (1, 1), (2, 2), (3, 3), (0, 2), (2, 0), (1, 3), (3, 1)\}$
- **Tính chất:**  $L$  không là quan hệ phản xạ hay đối xứng,  $E$  và  $P$  có tính phản xạ, đối xứng và bắc cầu
- **VD:** cho  $S = \{0, 1, 2, 3\}$ 
  - Quan hệ ‘thứ tự nhỏ hơn’:  
 $L = \{(0, 1), (0, 2), (0, 3), (1, 2), (1, 3), (2, 3)\}$ 
    - Quan hệ ‘bằng’:  $E = \{(0, 0), (1, 1), (2, 2), (3, 3)\}$
    - Quan hệ ‘chẵn lẻ’:  
 $P = \{(0, 0), (1, 1), (2, 2), (3, 3), (0, 2), (2, 0), (1, 3), (3, 1)\}$
- **Tính chất:**  $L$  không là quan hệ phản xạ hay đối xứng,  $E$  và  $P$  có tính phản xạ, đối xứng và bắc cầu
- **ĐN:** quan hệ mang tính phản xạ, đối xứng và bắc cầu được gọi là quan hệ tương đương.
- **VD:**  $E$  và  $P$  là quan hệ tương đương,  $L$  không là quan hệ tương đương.
- **ĐN:** Nếu  $R$  là quan hệ tương đương trên  $S$  thì  $R$  phân hoạch  $S$  thành các lớp tương đương không rỗng và rời nhau:  $S = S_1 \dot{\cup} S_2 \dot{\cup} \dots$
- **Tính chất:**
  - $\bigcup_{i \in I} S_i = S$ ;
  - Nếu  $a, b$  cùng thuộc  $S_i$  thì  $aRb$  đúng;
  - Nếu  $a \in S_i$  và  $b \in S_j$ ,  $i \neq j$  thì  $aRb$  sai.
- Ví dụ 1.7:  $P$  có 2 lớp tương đương  $\{0, 2\}$  và  $\{1, 3\}$
- **Quan hệ:** Cách tiếp cận khác: giả sử  $X, Y$  là hai tập tổng quát, quan hệ hai ngôi  $R$  trên hai tập này là một ánh xạ từ tập  $X \times Y$  lên tập  $\{0, 1\}$ , ta viết:

$$R: X \times Y \rightarrow \{0,1\}$$

Mỗi cặp  $\langle x,y \rangle$  là một phần tử của quan hệ, giá trị bằng 1 nếu  $xRy$ , ngược lại bằng 0.

- **Biểu diễn quan hệ:**

- Liệt kê;
- Hàm đặc tính;
- Ma trận quan hệ;
- Biểu đồ saggital;
- Hàm quan hệ.

- **Hàm đặc tính:**

$$\chi_R(x,y) = \begin{cases} 1, & \langle x,y \rangle \in R \\ 0, & \langle x,y \rangle \notin R \end{cases}$$

- **Ma trận quan hệ:**

$$R = [r_{xy}] = \begin{bmatrix} \chi_R(x_1, y_1) & \dots & \chi_R(x_1, y_m) \\ \dots & \dots & \dots \\ \chi_R(x_n, y_1) & \dots & \chi_R(x_n, y_m) \end{bmatrix}$$

- **Biểu đồ saggital:** Đồ hình trong đó gạch nối giữa các phần tử có quan hệ với nhau.

- **Hàm quan hệ:**

$$R = \{\langle x,y \rangle \mid y > x, x \in X, y \in Y\} \Leftrightarrow \chi_R(x,y) = \begin{cases} 1, & y > x \\ 0, & y < x \end{cases}$$

- **Liên kết là quan hệ giữa nhiều tập hợp** xét thông qua các quan hệ thành phần. Giả sử:

$$P: X \times Y \rightarrow \{0,1\}$$

$$Q: Y \times Z \rightarrow \{0,1\}$$

- Khi đó liên kết J của P và Q:

$$J = P * Q = P \cap Q$$

- Hàm thuộc tính của J được được xây dựng dựa trên hàm thuộc tính của P, Q qua *luật liên kết*, thông thường:

- Luật cực tiểu:  $\chi_J(x,y,z) = \min(\chi_P(x,y), \chi_Q(y,z))$
- Luật tích:  $\chi_J(x,y,z) = \chi_P(x,y) \times \chi_Q(y,z)$
- *Chú ý: đối với quan hệ rõ thì hai luật trên là tương đương.*

- **Hợp thành** là quan hệ giữa hai tập hợp khi biết quan hệ của chúng với tập hợp trung gian. Giả sử:

$$P: X \times Y \rightarrow \{0,1\}$$

$$Q: Y \times Z \rightarrow \{0,1\}$$

- Khi đó quan hệ hợp thành R của P và Q ký hiệu là  $R = P \circ Q$ . Nếu có ít nhất một phần tử  $y \in Y$  có quan hệ đồng thời với  $x \in X$  và với  $z \in Z$  thì ta nói  $\langle x, z \rangle$  thuộc quan hệ R.

$$\chi_R(x, z) = \max\{\chi_J(x, y, z) \mid y \in Y\}$$

- Luật hợp thành cực đại-cực tiêu:

$$\chi_R(x, z) = \max\{\min(\chi_P(x, y), \chi_Q(y, z)) \mid y \in Y\}$$

- Luật hợp thành cực đại-tích:

$$\chi_R(x, z) = \max\{\chi_P(x, y) \times \chi_Q(y, z) \mid y \in Y\}$$

- Chú ý:* với tập rõ thì hai luật trên là tương đương.

### 1.3.1. Quan hệ mờ

- Quan hệ mờ:** Mở rộng khái niệm quan hệ trên tập rõ. Giả sử X, Y là hai tập rõ, quan hệ mờ hai ngôi R trên hai tập này là một tập mờ trên  $X \times Y$ , ta viết:

$$\mu_R: X \times Y \rightarrow [0,1]$$

Giá trị  $\mu_R(\langle x, y \rangle)$  biểu thị mức độ quan hệ giữa x và y.

- Biểu diễn quan hệ mờ:**

- Liệt kê;
- Hàm thành viên;
- Ma trận quan hệ mờ;
- Biểu đồ saggital;

- Chú ý:** quan hệ là một tập hợp, vì vậy trên các quan hệ có thể thực hiện các phép toán trên tập hợp.

### 1.3.2. Liên kết mờ

- Liên kết mờ là quan hệ mờ giữa nhiều tập hợp** xét thông qua các quan hệ mờ thành phần. Giả sử:

$$\mu_P: X \times Y \rightarrow [0,1]$$

$$\mu_Q: Y \times Z \rightarrow [0,1]$$

- Khi đó liên kết mờ J của P và Q:  $\mu_J: X \times Y \times Z \rightarrow [0,1]$

$$J = P * Q = P \cap Q$$

- Hàm thành viên của J được được xây dựng dựa trên hàm thành viên của P, Q qua *luật liên kết*, thông thường:

- Luật cực tiêu:  $\mu_J(x, y, z) = \min(\mu_P(x, y), \mu_Q(y, z))$

Luật tích:  $\mu_J(x, y, z) = \mu_P(x, y) \times \mu_Q(y, z)$

### 1.3.3. Hợp thành mờ

- **Quan hệ hợp thành mờ** là **quan hệ mờ** giữa hai tập hợp khi biết quan hệ mờ của chúng với tập hợp trung gian. Giả sử:

$$\mu_P: X \times Y \rightarrow [0,1]$$

$$\mu_Q: Y \times Z \rightarrow [0,1]$$

- Khi đó quan hệ hợp thành mờ R của P và Q ký hiệu là  $R = P \circ Q$ .

$$\mu_R(x, z) = \max\{\mu_J(x, y, z) | y \in Y\}$$

- Luật hợp thành cực đại-cực tiêu:

$$\mu_R(x, z) = \max\{\min(\mu_P(x, y), \mu_Q(y, z)) | y \in Y\}$$

- Luật hợp thành cực đại-tích:

$$\mu_R(x, z) = \max\{\mu_P(x, y) \times \mu_Q(y, z) | y \in Y\}$$

- Luật hợp thành mờ tổng quát (sử dụng *t-norms*):

$$\mu_R(x, z) = \sup_{y \in Y} t(\mu_P(x, y), \mu_Q(y, z))$$

- Hợp thành mờ có thể xây dựng dưới dạng ma trận hợp thành dựa trên các ma trận quan hệ:

$$R = P \circ Q$$

$$R = [r_{xz}] = P \circ Q = [p_{xy}]^o [q_{yz}]$$

- Trong phép nhân ma trận bình thường, các phần tử được xác định bởi phép cộng và nhân thông thường. Trong toán tử hợp thành mờ “ $\circ$ ”:

- Hợp thành cực đại-cực tiêu: thay phép nhân bằng phép toán cực tiêu, phép cộng bằng phép toán cực đại.
- Hợp thành cực đại-tích: giữ nguyên phép nhân, thay phép cộng bằng phép toán cực đại.

### 1.3.4. Nguyên lý mở rộng

- Một hàm số (ánh xạ)  $f: X \rightarrow Y$  có thể xem là một quan hệ R trên tập  $X \times Y$  với hàm đặc tính như sau:

$$R = \{(x, y) | y = f(x)\}$$

$$\chi_R = \begin{cases} 1, & y = f(x) \\ 0, & y \neq f(x) \end{cases}$$

- Tập B trên Y được gọi là ảnh của A trên X qua phép ánh xạ f:

$$B = f(A) = \{y | \exists x \in A, y = f(x)\}$$

$$\chi_B(y) = \max\{\chi_A(x) | y = f(x)\}$$

- Nguyên lý mở rộng: xác định ảnh của một tập mờ A qua một ánh xạ f.

$$\mu_B(y) = \text{Sup}\{\mu_A(x) \mid y = f(x)\}$$

### 1.3.5. Chuyển đổi mờ

- Trong nguyên lý mờ rộng, ánh xạ tìm ảnh là một ánh xạ rõ, chuyển đổi mờ xét đối với trường hợp ánh xạ mờ được biểu diễn bởi quan hệ mờ  $R$ :

$$R: X \times Y \rightarrow [0,1]$$

- Chuyển đổi mờ: ảnh của tập A qua quan hệ mờ R:

$$B = A \circ R$$

- Luật hợp thành cực đại-cực tiểu:

$$\mu_B(y) = \max\{\min(\mu_A(x), \mu_B(x, y)) \mid x \in X\}$$

#### **- Yêu cầu SV chuẩn bị**

Sinh viên làm bài tập do GV cung cấp, bài tập cuối chương 2 TL1, chương 2 TL2. Đọc trước slide bài giảng và chương 2 TL1.

#### **- Tài liệu tham khảo**

1. Nguyễn Như Phong, Tính toán mềm và ứng dụng, NXB KH&KT, 2008. Chương 2.
  2. *Pham Tat Trung, Guanrong Chen*. Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems. CRC Press, 2001. Chương 2.

## Bài giảng 04: Số học mờ

## Chuong 4, muc:

Tiết thứ: 1-3

Tuần thứ: 5-6

#### *- Mục đích yêu cầu*

**Mục đích:** Trang bị các khái niệm về đại số khoảng, số mờ, biến ngôn ngữ, các toán tử số mờ, và các phương pháp giải mờ.

**Yêu cầu:** Sinh viên nắm vững được khái niệm số mờ và biến ngôn ngữ, các toán tử số mờ và 5 phương pháp giải mờ.

- **Hình thức tổ chức dạy học:** Lý thuyết, thảo luận, tư học, tư nghiên cứu

- **Thời gian:** Giáo viên giảng: 4 tiết; Thảo luận và làm bài tập trên lớp: 2 tiết; Sinh viên tự học: 12 tiết

- **Địa điểm:** Giảng đường do P2 phân công

### **- Nội dung chính:**

- 4.1. Số mờ
- 4.2. Biến ngôn ngữ
- 4.3. Các toán tử số mờ
- 4.4. Giải mờ
- 4.1. Số mờ

- **Khái niệm về số mờ (khoảng mờ):** Số mờ dùng để diễn tả một số (một khoảng) gần bằng, xấp xỉ một (một khoảng) số thực cho trước. Số mờ là một tập mờ trên xác định trên tập số thực  $R$ .

$$\mu_A: R \rightarrow [0,1]$$

- Một số yêu cầu với số (khoảng) mờ:
  - Số mờ  $A$  dùng để xấp xỉ một số thực  $r$ , vì vậy  $\mu_A(R) = 1$ . Vì vậy  $A$  phải là một tập mờ chuẩn;
  - Biên giới  $A_{0+}$  phải bị chặn;
  - Mọi tập cắt  $A_\alpha$ ,  $\alpha \in (0,1]$  phải là các khoảng đóng.
- Hàm thành viên của số mờ thông thường là dạng tam giác, hình thang, hình chuông... Hàm thành viên của số mờ có thể bất đối xứng.
- **Số mờ dạng tổng quát:**

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in [a, b] \\ l(x), & x < a \\ r(x), & x > b \end{cases}$$

trong đó:

- hàm trái  $l(x)$  đơn điệu tăng và liên tục,  $l(x) \in [0,1]$ , tồn tại  $x_1 < a$  sao cho  $l(x_1) = 0$ ;
- Hàm phải  $r(x)$  đơn điệu giảm, liên tục,  $r(x) \in [0,1]$ , tồn tại  $x_2 > b$  sao cho  $r(x_2) = 0$ ;
- **Số mờ phẳng:**

$$\mu_A(x) = \begin{cases} F((a-x)/c), & x < a \\ 1, & a \leq x \leq b \\ F((x-b)/d), & x > b \end{cases}$$

- **Số mờ hình thang:**

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a - c \\ x - a + c/c, & a - c \leq x < a \\ 1, & a \leq x \leq b \\ (b + d - x)/d, & x > b \\ 0, & b + d < x \end{cases}$$

- **Số mờ tam giác:**  $a=b$ .

#### 4.2. Biến ngôn ngữ

- **Biến ngôn ngữ (linguistic variables):** Biến có các giá trị (trạng thái) được xác lập bởi số mờ gọi là biến ngôn ngữ, nó đặc trưng bởi bộ năm:

$$\langle V, T, X, g, m \rangle$$

trong đó:

- V: tên biến ngôn ngữ;
- T: tập các giá trị của biến ngôn ngữ;
- g: các luật của một văn phạm nhằm tạo ra các giá trị ngôn ngữ của tập T;
- m: các luật ngữ nghĩa nhằm gán giá trị  $t \in T$  một số mờ trên tập cơ sở X.
- **VD:** biến ngôn ngữ «nhiệt độ»:  
 $\langle \text{«nhiệt độ»}, \{\text{«rất lạnh»}, \text{«lạnh»}, \text{«mát»}, \text{«ấm»}, \text{«nóng»}, \text{«rất nóng»}\}, [0,100], g, m \rangle$

Hedge	Mathematical Expression	Graphical Representation
A little	$[\mu_A(x)]^{1.3}$	
Slightly	$[\mu_A(x)]^{1.7}$	
Very	$[\mu_A(x)]^2$	
Extremely	$[\mu_A(x)]^3$	
Hedge	Mathematical Expression	Graphical Representation
Very very	$[\mu_A(x)]^4$	
More or less	$\sqrt{\mu_A(x)}$	
Somewhat	$\sqrt{\mu_A(x)}$	
Indeed	$2 [\mu_A(x)]^2$ $1 - 2 [1 - \mu_A(x)]^2$ $\begin{cases} 2 [\mu_A(x)]^2 & \text{if } 0 \leq \mu_A \leq 0.5 \\ 1 - 2 [1 - \mu_A(x)]^2 & \text{if } 0.5 < \mu_A \leq 1 \end{cases}$	

### 4.3. Các toán tử số mờ

- **Các toán tử số mờ:**

- Các toán tử số mờ là sự mở rộng các toán tử số học (+, -, ×, /) dựa trên nguyên lý mở rộng.
- Giả sử \* là một trong các toán tử trên, kết quả phép toán \* trên 2 số mờ là tập mờ  $A^*B$  xác định như sau:

$$\mu_{A^*B}(z) = \sup_{z=x*y} \min[\mu_A(x), \mu_B(y)], z \in R$$

- Phân tích khoảng, phân tích khoảng mờ (xem thêm tài liệu: *tính toán mềm và ứng dụng*)

### 4.4. Giải mờ

- Kết quả quá trình phân tích mờ thường là một tập mờ, giải mờ là chuyển đổi một đại lượng mờ thành một đại lượng rõ.
- **Một số phương pháp giải mờ:**

- Hàm thành viên cực đại;
- Cận trên, cận dưới hàm thành viên cực đại;
- Trung bình hàm thành viên cực đại;
- Phương pháp trọng tâm;
- Trung bình trọng số;
- Trung bình trọng số theo tâm;
- Trọng tâm vùng lớn nhất.

Giả sử  $F$  là tập mờ trên  $X$  cần được giải mờ. Gọi  $x^*$  là giá trị rõ tương ứng sau khi giải mờ.

#### Hàm thành viên cực đại:

$$\begin{aligned} x^* : \mu_F(x^*) &\geq \mu_F(x), \forall x \in X \\ \Leftrightarrow \mu_F(x^*) &= h(F) \end{aligned}$$

#### Cận dưới hay cận trên hàm thành viên cực đại:

$x^* = \inf\{x \in X, \mu_F(x) = h(F)\}$  hoặc:

$$x^* = \sup\{x \in X, \mu_F(x) = h(F)\}$$

**Trung bình hàm thành viên cực đại:** chọn điểm giữa cận dưới và cận trên.

#### Phương pháp trọng tâm:

$$x^* = \frac{\int_X \mu_F(x) x dx}{\int_X \mu_F(x) dx}$$

**Phương pháp trung bình trọng số:** nếu tập  $F$  không phải là 1 tập lồi, có thể chia  $F$  ra n thành phần là các tập mờ lồi:

$$x^* = \frac{\sum_{k=1}^n x_k \mu_{F_k}(x_k)}{\sum_{k=1}^n \mu_{F_k}(x_k)}$$

trong đó  $x_k$  là giải mờ của tập mờ thành viên  $F_k$ .

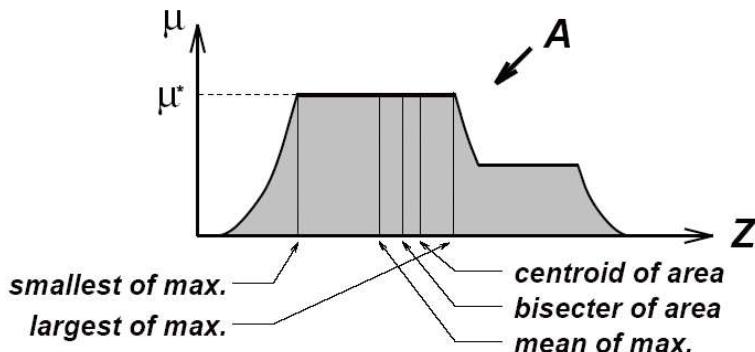
- **Phương pháp trung bình trọng số theo tâm:**

$$x^* = \frac{\sum_{k=1}^n x_k \int_X \mu_{F_k}(x_k)}{\int_X \mu_F(x_k)}$$

- **Phương pháp trọng tâm vùng lớn nhất:**

$$x^* = \frac{\int_X \mu_{F_m}(x) x dx}{\int_X \mu_{F_m}(x) dx}$$

- **Tiêu chuẩn lựa chọn phương pháp:** Phụ thuộc vào ngữ cảnh. Thông thường cần đáp ứng các yêu cầu: Liên tục, duy nhất, đại diện, đơn giản, trọng số thành phần.
- **Tóm tắt:** Năm phương pháp giải mờ phổ biến:
  - Centroid of area (COA)
  - Bisector of area (BOA)
  - Mean of maximum (MOM)
  - Smallest of maximum (SOM)
  - Largest of maximum (LOM)



#### - Yêu cầu SV chuẩn bị

Ở nhà làm bài tập cuối chương 1 TL1, Đọc trước bài giảng và chương 2 TL 1, chương 2 TL2.

#### - Tài liệu tham khảo

1. *Pham Tat Trung, Guanrong Chen.* Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems. CRC Press, 2001. Chương 2.
2. *George J. Klir, Bo Yuan.* Fuzzy set and Fuzzy logic. Theory and applications. Prentice Hall. 1995. Chương 2.

## Bài giảng 05: Lý thuyết độ đo mờ

Chương 5, mục:

Tiết thứ: 1-3

Tuần thứ: 7

### - Mục đích yêu cầu

**Mục đích:** Trang bị cho sinh viên khái niệm về thông tin bất định, mối liên hệ giữa các lý thuyết tính toán: lý thuyết xác suất, lý thuyết bằng chứng, lý thuyết khả năng.

**Yêu cầu:** Nắm vững các trường hợp vận dụng lý thuyết, các độ đo mờ.

- **Hình thức tổ chức dạy học:** Lý thuyết, thảo luận, tự học, tự nghiên cứu

- **Thời gian:** Giáo viên giảng: 2 tiết; Thảo luận và làm bài tập trên lớp: 1 tiết; Sinh viên tự học: 6 tiết.

- **Địa điểm:** Giảng đường do P2 phân công.

### - Nội dung chính:

5.1. Lý thuyết độ đo mờ.

    5.1.1. Một số khái niệm

    5.1.2. Độ đo mờ

    5.1.3. Phân loại lý thuyết độ đo mờ

5.2. Lý thuyết bằng chứng

    5.2.1. Mức tin (Belief measures)

    5.2.2. Mức khả tín (Plausibility measures)

    5.2.3. Mức bằng chứng

5.3. Lý thuyết xác suất

    5.3.1. Độ đo xác suất

    5.3.2. Phân bố xác suất

    5.3.3. Biến ngẫu nhiên

    5.3.4. Phân bố xác suất liên kết

    5.3.5. Phân bố xác suất có điều kiện

5.4. Lý thuyết khả năng

- 5.4.1. Độ đo khả năng
- 5.4.2. Phân bố khả năng
- 5.4.3. Biến khả năng
- 5.4.4. Phân bố khả năng liên kết
- 5.4.5. Phân bố khả năng có điều kiện
- 5.4.6. Lý thuyết khả năng và lý thuyết xác suất
- 5.4.7. Lý thuyết khả năng và lý thuyết tập mờ

### 5.1. Lý thuyết độ đo mờ

#### 5.1.1. Một số khái niệm

- **Thử nghiệm:** một hoạt động với kết quả quan sát được.
- Tập tất cả các kết quả của một thử nghiệm gọi là không gian mẫu hay **tập tổng quát X** của các kết quả;
- **Sự kiện E:** một tập con của X, ta nói E xảy ra khi kết quả thử nghiệm là một phần tử của E.
- **Sự kiện không thể xảy ra:**  $E = \emptyset$ ;
- **Sự kiện chắc chắn xảy ra:**  $E = X$ ;
- **Độ đo mờ (Fuzzy Measures):** Mức độ bằng chứng sự xuất hiện của một sự kiện xác định.

#### 5.1.2. Độ đo mờ

- Gọi  $\xi$  là một họ các tập con của X. Độ đo mờ  $g$  trên  $\langle X, \xi \rangle$  là một hàm  $g: \xi \rightarrow [0,1]$  thỏa mãn:
  1. Điều kiện biên:  $g(\emptyset) = 0; g(X) = 1$ .
  2. Đơn điệu:  $A, B \in \xi; A \subseteq B \Rightarrow g(A) \leq g(B)$
  3. Liên tục: với  $\{A_i\} \in \xi$ 
    - Liên tục từ dưới, với dãy  $A_1 \subset A_2 \subset \dots, \bigcup_{i=1}^{\infty} A_i \in \xi$
$$\lim_{i \rightarrow \infty} g(A_i) = g\left(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i\right)$$
    - Liên tục từ trên, với dãy  $A_1 \supset A_2 \supset \dots, \bigcap_{i=1}^{\infty} A_i \in \xi$
$$\lim_{i \rightarrow \infty} g(A_i) = g\left(\bigcap_{i=1}^{\infty} A_i\right)$$

#### 5.1.3. Phân loại lý thuyết độ đo mờ

- **Lý thuyết bằng chứng:**
  - **Hàm lòng tin Bl (Belief measures):** dựa vào bằng chứng sự xuất hiện của các sự kiện con của sự kiện quan tâm

- **Hàm khả tín Pl** (**Plausibility measures**): dựa vào cả những sự kiện liên quan tới sự kiện được quan tâm
- **Lý thuyết khả năng:**
  - **Hàm nhất thiết Nec** (**Necessity Measures**)
  - **Hàm khả năng Pos** (**Possibility Measures**)
- **Lý thuyết xác suất:**
  - **Hàm xác suất Pro**



## 5.2. Lý thuyết bằng chứng

### 5.2.1. Mức tin (Belief measures)

- **Belief measure:**

$$BL: 2^X \rightarrow [0,1]$$

thỏa mãn:

1. Điều kiện biên:  $Bl(\emptyset) = 0; Bl(X) = 1.$

2. Điều kiện quá cộng tính:

$$Bl\left(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i\right) \geq \sum_j Bl(A_j) - \sum_{j < k} Bl(A_j \cap A_k) + \dots + (-1)^n Bl\left(\bigcap_{i=1}^n A_i\right)$$

3. Liên tục từ trên khi X là tập vô hạn.

- Từ các tính chất của hàm Bl có thể chứng minh các tính chất sau:

$$1. A \subseteq B \Rightarrow Bl(A) \leq Bl(B)$$

$$2. Bl(A) + Bl(\bar{A}) \leq 1$$

$$3. Bl(A \cap B) \leq \min[Bl(A), Bl(B)];$$

$$4. Bl(A \cup B) \geq \max[Bl(A), Bl(B)];$$

### 5.2.2. Mức khả tín (Plausibility measures)

- **Plausibility measure:**

$$PL: 2^X \rightarrow [0,1]$$

thỏa mãn:

1. Điều kiện biên:  $Pl(\emptyset) = 0; Pl(X) = 1.$

2. Điều kiện thấp cộng tính:

$$Pl\left(\bigcap_{i=1}^{\infty} A_i\right) \leq \sum_j Pl(A_j) - \sum_{j < k} Pl(A_j \cup A_k) + \dots + (-1)^n Pl\left(\bigcup_{i=1}^n A_i\right)$$

3. Liên tục từ dưới khi X là tập vô hạn.

- Pl và Bl là hai hàm đối ngẫu, có nghĩa là:

$$Bl(A) = 1 - Pl(\bar{A}), A \in 2X$$

$$Pl(A) = 1 - Bl(\bar{A}), A \in 2X$$

- Một số tính chất khác của hàm khả tín:

1.  $A \subseteq B \Rightarrow Pl(A) \leq Pl(B)$
2.  $Pl(A) + Pl(\bar{A}) \geq 1;$
3.  $Pl(A) \geq Bl(A)$
4.  $Pl(A \cap B) \leq \min[Pl(A), Pl(B)];$
5.  $Pl(A \cup B) \geq \max[Pl(A), Pl(B)];$

### 5.2.3. Mức bằng chứng

- **Mức bằng chứng:** hàm dùng để tính các độ đo Bl và Pl:

$$m: 2X \rightarrow [0,1]$$

thỏa mãn:

$$m(\emptyset) = 0;$$

$$\sum_{A \in 2X} m(A) = 1$$

- Mức bằng chứng  $m(A)$  biểu thị mọi bằng chứng một phần tử của X thuộc chỉ về tập A, không tính các bằng chứng mà phần tử thuộc các tập con của A.

- Không nhất thiết  $m(X) = 1$ .
- Không nhất thiết  $A \subseteq B \Rightarrow m(A) \leq m(B)$

Không cần quan hệ giữa  $m(A)$  và  $m(\bar{A})$

- Có thể xác định Bl mà Pl qua hàm m như sau:  $\forall A \in 2X$ :

$$Bl(A) = \sum_{B|B \subseteq A} m(B); Pl(A) = \sum_{B|B \cap A = \emptyset} m(B)$$

- **BT:** chứng minh Bl và Pl xác định theo các biểu thức trên thỏa mãn mọi tính chất trong định nghĩa.
- Tập bằng chứng của hàm m:  $F = \{A \in 2X | m(A) > 0\}$ .
- **Khung bằng chứng:**  $\langle F, m \rangle$ . Dựa vào khung bằng chứng có thể chia lý thuyết bằng chứng ra 2 nhánh:

- **Lý thuyết xác suất:** tập bằng chứng là các tập con đơn và phân biệt (tập bằng chứng đơn);
- **Lý thuyết khả năng:** các tập bằng chứng có thể lồng ghép nhau.

### 5.3. Lý thuyết xác suất

#### 5.3.1. Độ đo xác suất

- Khi tập bằng chứng là các tập bằng chứng đơn, ta có:

$$Bl(A) = Pl(A) = \sum_{x \in A} m(\{x\})$$

- Độ đo mờ Pro (probability measure):**

$$Pro: 2^X \rightarrow [0,1]$$

thỏa mãn:

1.  $Pro(\emptyset) = 0; Pro(X) = 1.$
2.  $A \subseteq B \Rightarrow Pro(A) \leq Pro(B)$
3.  $Pro(A) = 1 - Pro(\bar{A});$
4.  $Pro(A \cup B) = Pro(A) + Pro(B) - Pro(A \cap B)$
5.  $Pro(A \cap B) \leq \min[Pro(A), Pro(B)];$

$$Pro(A \cup B) \geq \max[Pro(A), Pro(B)];$$

#### 5.3.2. Phân bố xác suất

- Hàm phân bố xác suất:** ta xây dựng hàm  $p: X \rightarrow [0,1]$  sao cho  $p(x) = m(\{x\}), x \in X$ . Khi đó  $Pro(A) = \sum_{x \in A} p(x)$
- Khi  $X$  là tập rời rạc,  $p$  là **hàm phân bố rời rạc**:
  - phân bố nhị phân; phân bố poison; phân bố pascal; ...
- Khi  $X$  là tập liên tục,  $p$  gọi là **hàm mật độ**:

$$Pro(A) = \int_{x \in A} p(x) dx$$

– Một số dạng: phân bố chuẩn; phân bố gamma, phân bố weilbull...

#### 5.3.3. Biến ngẫu nhiên

- Biến ngẫu nhiên: biến  $V$  lấy trị trên tập  $X$ ,  $p(x)$  là mức xác suất cho sự kiện “ $V$  là  $x$ ”:
- $p(x) = Pro(V = x) = Pro(\{x\}), x \in X$
- Kỳ vọng:
  - $X$  rời rạc:  $\mu = \sum_{x \in X} x \cdot p(x)$
  - $X$  liên tục:  $\mu = \int_{x \in X} x \cdot p(x) dx$
- Độ lệch chuẩn:
  - $X$  rời rạc:  $\sigma^2 = \sum_{x \in X} (x - \mu)^2 p(x)$

$$X \text{ liên tục: } \sigma^2 = \int_{x \in X} (x - \mu)^2 \cdot p(x) dx$$

#### 5.3.4. Phân bố xác suất liên kết

- **Phân bố xác suất liên kết:** Xem các tập tổng  $X, Y; U$  là biến lấy trị trên  $X, V$  lấy trị trên  $Y$ .

$$p_{X \times Y}: X \times Y \rightarrow [0,1]$$

$$p_{X \times Y}(x, y) = Pro(U = x, V = y) = Pro_{X \times Y}(\{x, y\}), x \in X, y \in Y$$

- $X, Y$  là các tập hữu hạn:

$$Pro_{X \times Y}(A \times B) = \sum_{x \in A, y \in B} p_{X \times Y}(x, y), A \times B \in 2^{X \times Y}$$

- $X, Y$  vô hạn:

$$Pro_{X \times Y}(A \times B) = \int_{x \in A, y \in B} p_{X \times Y}(x, y) dx dy, A \times B \in 2^{X \times Y}$$

- **Phân bố xác suất biên:**

$$p_X: X \rightarrow [0,1], p_X(x) = \sum_{y \in Y} p_{X \times Y}(x, y)$$

$$p_Y: Y \rightarrow [0,1], p_Y(y) = \sum_{x \in X} p_{X \times Y}(x, y)$$

- Tương ứng ta có các mức xác xuất:

$$Pro_X(\{x\}) = p_X(x), x \in X; Pro_Y(\{y\}) = p_Y(y), y \in Y$$

- Với các tập  $X, Y$  hữu hạn:

$$Pro_X(A) = \sum_{x \in A} p_X(x), A \in 2^X$$

$$Pro_Y(B) = \sum_{y \in B} p_Y(y), B \in 2^Y$$

#### 5.3.5. Phân bố xác suất có điều kiện

- **Phân bố xác suất có điều kiện:**

$$p_{X|Y}: X \times Y \rightarrow [0,1]$$

$$Pro_{X|Y}(A|B) = \sum_{x \in X} p_{X|Y}(x|y)$$

- Sự kiện  $A$  độc lập về xác suất với  $B$ , nếu:

$$Pro_{X|Y}(A|B) = Pro_X(A)$$

- Quan hệ giữa phân bố xác suất có điều kiện và phân bố xác suất liên kết:

$$p_{X \times Y}(x, y) = p_Y(y) * p_{X|Y}(x|y) = p_X(x) * p_{Y|X}(y|x)$$

#### 5.4. Lý thuyết khả năng

##### 5.4.1. Độ đo khả năng

- Khi các tập con trong khung bằng chứng  $\langle F, m \rangle$  không phải là tập đơn:

$$Bl(A \cap B) = \min[Bl(A), Bl(B)];$$

$$Pl(A \cup B) = \max[Pl(A), Pl(B)];$$

- Trong trường hợp này độ đo Bl trở thành **độ đo Nec (Necessity measures)**, Pl trở thành **độ đo Pos (Possibility measures)**:

$$Nec(A \cap B) = \min[Bl(A), Bl(B)];$$

$$Pos(A \cup B) = \max[Pl(A), Pl(B)];$$

- Mức nhất thiết Nec là một lớp hàm của mức tin Bl. Mức khả năng Pos là một lớp hàm của mức khả tín Pl.
- Gọi  $\xi$  là một họ các tập con của X. Độ đo mờ Nec trên  $\langle X, \xi \rangle$  gọi là mức nhất thiết nếu và chỉ nếu với số nguyên k bất kỳ:

$$Nec\left(\bigcap_k A_k\right) = \inf_k Nec(A_k), \bigcap_k A_k \in \xi$$

- Độ đo mờ Pos trên  $\langle X, \xi \rangle$  gọi là mức khả năng nếu và chỉ nếu với số nguyên k bất kỳ:

$$Pos\left(\bigcup_k A_k\right) = \sup_k Pos(A_k), \bigcup_k A_k \in \xi$$

Tính chất	Necessity measures	Possibility measures
1	$Nec(\emptyset) = 0; Nec(X) = 1$	$Nec(\emptyset) = 0; Nec(X) = 1$
2	$Nec(A) = 1 - Pos(\bar{A})$	$Pos(A) = 1 - Nec(\bar{A})$
3	$Nec(A \cup B) \geq Nec(A) + Nec(B) - Nec(A \cap B)$	
4	$Pos(A \cap B) \leq Pos(A) + Pos(B) - Pos(A \cup B)$	
5	$A \subseteq B \Rightarrow Nec(A) \leq Nec(B)$	$A \subseteq B \Rightarrow Pos(A) \leq Pos(B)$
6		$Pos(A) \geq Nec(A)$
7	$Nec(A \cup B) \geq \text{Max}[Nec(A), Nec(B)]$	$Pos(A \cap B) \leq \text{Min}[Pos(A), Pos(B)]$
8	$Nec(A \cap B) = \text{Min}[Nec(A), Nec(B)]$	$Pos(A \cup B) = \text{Max}[Pos(A), Pos(B)]$
9	$Nec(A) + Nec(\bar{A}) \leq 1$	$Pos(A) + Pos(\bar{A}) \geq 1$
10	$\text{Min}[Nec(A), Nec(\bar{A})] = 0$	$\text{Max}[Pos(A), Pos(\bar{A})] = 1$

11

$$Nec(A) > 0 \Rightarrow Pos(A) = 1$$

$$Pos(A) < 1 \Rightarrow Nec(A) = 0$$

- **Mức thừa nhận:**

$$A \in 2^X: P(A) = [Nec(A) + Pos(A)]/2$$

- Một số khái niệm liên quan đến độ đo mờ:
  - Phân bố khả năng;
  - Biến khả năng;
  - Phân bố khả năng liên kết;
  - Phân bố khả năng có điều kiện;

**- Yêu cầu SV chuẩn bị**

Làm bài tập cuối chương 2 TL1, Đọc trước bài giảng và chương 3 TL 1, chương 2 TL2.

**- Tài liệu tham khảo**

1. Nguyễn Như Phong, Tính toán mềm và ứng dụng, NXB KH&KT, 2008. Chương 3.
2. George J. Klir, Bo Yuan. Fuzzy set and Fuzzy logic. Theory and applications. Prentice Hall. 1995.

## Bài giảng 06: Logic mờ và ứng dụng

Chương I, mục:

Tiết thứ: 1-3

Tuần thứ: 08-09

**- Mục đích yêu cầu**

**Mục đích:** Hệ thống lại các khái niệm của Logic mệnh đề. Suy diễn logic, logic mờ, các dạng mệnh đề mờ và suy diễn mờ

**Yêu cầu:** Nắm vững các khái niệm của logic mệnh đề, suy luận logic từ đó hiểu rõ về logic mờ, các dạng mệnh đề mờ và suy diễn mờ

**- Hình thức tổ chức dạy học:** Lý thuyết, thảo luận, tự học, tự nghiên cứu

**- Thời gian:** Giáo viên giảng: 4 tiết; Thảo luận và làm bài tập trên lớp: 2 tiết; Sinh viên tự học: 12 tiết.

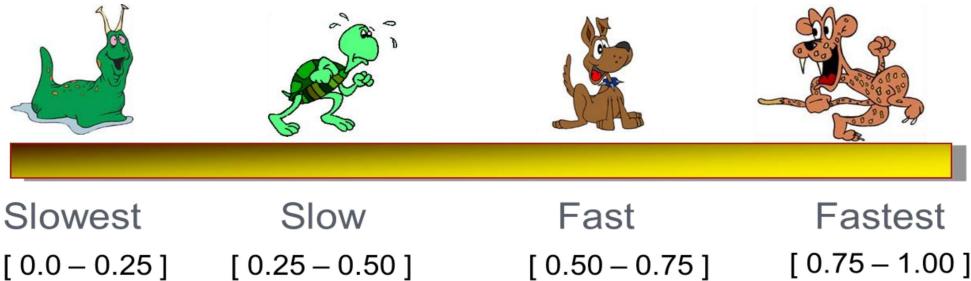
**- Địa điểm:** Giảng đường do P2 phân công.

**- Nội dung chính:**

6.1. Logic học.

- 6.2. Mệnh đề mờ.
  - 6.3. Hàm kéo theo mờ.
  - 6.4. Mệnh đề điều kiện mờ.
  - 6.5. Suy diễn mờ.
  - 6.6. Lập luận xấp xỉ đa điều kiện.
- 6.1. Logic học

- **Fuzzy Logic là gì?**
  - Fuzzy – “not clear, distinct, or precise; blurred”
  - **Nghĩa hẹp:** Fuzzy logic là hệ thống logic, mở rộng của logic đa trị.
  - **Nghĩa rộng:** Fuzzy logic(FL) bao gồm hầu hết những gì đồng nghĩa với lý thuyết tập mờ;
- Một hình thức biểu diễn tri thức phù hợp với các khái niệm không thể miêu tả chính xác, rõ ràng, và phụ thuộc vào ngữ cảnh.



### Toán tử phủ định N:

$$N: [0,1] \rightarrow [0,1],$$

thỏa mãn:

1. Điều kiện biên:  $N(0)=1, N(1)=0$
2. Đơn điệu:  $x \leq y \rightarrow N(x) \geq N(y), \forall x, y \in [0,1]$
3. Cuộn xoắn:  $N(N(x)) = x, \forall x \in [0,1]$
4. Hàm liên tục.

- **Toán tử t-norms:**  $t: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ ,

thỏa mãn các điều kiện sau với  $\forall x, y, z, t \in [0,1]$ :

1. Điều kiện biên:  $t(0,0)=0, t(x,1)=t(1,x)=x;$
2. Đơn điệu(monotonicity):  $t(x, y) \leq t(z, w)$  nếu  $x \leq z, y \leq w;$
3. Giao hoán(commutativity):  $t(x, y)=t(y, x);$
4. Kết hợp(associativity):  $t(x, t(y,z)) = t(t(x,y), z).$

- **Toán tử t-conorms (s-norms):**

$$s: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1],$$

thỏa mãn các điều kiện sau với  $\forall x, y, z, t \in [0,1]$ :

1. Điều kiện biên:  $s(1,1)=1, s(x,0)=s(0,x)=x$

2. Đơn điệu(monotonicity):  $s(x, y) \leq s(z, w)$  if  $x \leq z, y \leq w$ ;
3. Giao hoán(commutativity):  $s(x, y)=s(y, x)$ ;
4. Kết hợp(associativity):  $s(x, s(y,z)) = s(s(x,y), z)$ .

## 6.2. Mệnh đề mờ

Mệnh đề mờ có chân trị không rõ ràng là đúng hay sai, hàm chân trị của mệnh đề mờ không chỉ nhận 2 giá trị của tập  $\{0,1\}$  mà là nhận giá trị trên khoảng đơn vị  $[0,1]$  phụ thuộc vào mức độ của mệnh đề:

$$T(P) \in [0,1]$$

Có nhiều loại mệnh đề mờ như:

- Mệnh đề mờ đơn.
- Mệnh đề định tính.
- Mệnh đề định lượng.
- Mệnh đề với bối từ ngôn ngữ.

### Mệnh đề mờ đơn:

Mệnh đề mờ đơn có dạng chuẩn P: V là F

Trong đó, chủ từ V là biến lấy trị trên tập X, vị từ F là tập mờ trên X. Mức chân trị của P định bởi giá trị cụ thể x của V và hàm thành viên của tập mờ F:

$$T(P) = \mu_F(x)$$

Có thể lấy ví dụ về nhiệt độ trong bài giảng của giáo viên.

### Mệnh đề mờ định tính:

Mệnh đề mờ định tính có dạng: P: (V là F) là S.

Trong đó, S là từ định tính như hoàn toàn sai, rất sai, sai, khá sai hay khá đúng, đúng, rất đúng, hoàn toàn đúng. Từ định tính S là tập mờ trên khoảng đơn vị.

Mức chân trị của mệnh đề định bởi giá trị biến x, và các hàm thành viên  $\mu_S$  và  $\mu_F$ :

$$T(P) = \mu_S(\mu_F(x))$$

Ví dụ từ bài giảng của giáo viên.

### Mệnh đề mờ định lượng:

Mệnh đề định lượng là mệnh đề có từ định lượng, ở đây là từ định lượng mờ. Từ định lượng nhằm mở rộng vị ngữ của mệnh đề, có 2 lại định lượng mờ: Từ định lượng mờ tuyệt đối; Từ định lượng mờ tương đối.

Mệnh đề định lượng tuyệt đối: từ định lượng mờ tuyệt đối nhằm mô tả các từ ngữ như “khoảng r”, “rất lớn hơn r”, “ít nhất khoảng r”, trong đó r là một số thực. Từ định lượng mờ tuyệt đối là số mờ trên tập số thực R.

Mệnh đề định lượng tương đối: từ định lượng mờ tương đối mô tả các từ ngữ như “khoảng phân nửa”, “phần lớn”, “hầu hết”. Từ định lượng mờ tương đối được biểu thị bởi số mờ trên khoảng đơn vị  $[0,1]$ .

Mệnh đề mờ với bối cảnh ngôn ngữ:

Bối cảnh ngôn ngữ là những từ như “hơi”, “khá”, “rất”... nhằm biến đổi các vị từ mờ hay các từ định tính mờ.

Ví dụ trong bài giảng của giáo viên.

### 6.3. Hàm kéo theo mờ

Xem các mệnh đề mờ P và Q, từ các mệnh đề mờ này, xây dựng mệnh đề kéo theo  $P \Rightarrow Q$ , trong mệnh đề kéo theo này, P là tiền đề, Q là hậu đe. Mức chân trị của mệnh đề kéo theo  $P \Rightarrow Q$  được xác định theo mức chân trị của các mệnh đề thành phần, tiền đe và hậu đe. Gọi mức chân trị của các mệnh đề P và Q lần lượt là a và b:

$$T(P) = a, T(Q) = b$$

Mức chân trị của  $P \Rightarrow Q$  được xác định bởi hàm kéo theo mờ J như sau:

$$T(P \Rightarrow Q) = J(a,b)$$

Hàm kéo theo mờ J là hàm mệnh đề 2 ngôi, là ánh xạ từ tập tích  $[0,1] \times [0,1]$  đến  $[0,1]$ :

$$J : [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$$

#### Các tiền đề của hàm kéo theo:

- Đơn điệu với biến tiền đe.
- Đơn điệu với biến hậu đe.
- Ưu thế của chân trị sai.
- Trung tính của chân trị đúng.
- Đồng nhất.
- Tráo đổi.
- Điều kiện biên.
- Phản đảo.
- Tính liên tục – hàm liên tục.

Có thể xây dựng hàm kéo theo mờ theo các hàm tập mờ như hàm bù mờ c, hàm giao mờ i, hàm hội mờ u. Việc xây dựng dựa vào các luật trong logic cổ điển.

Ví dụ một số luật:

- Hàm Kleene – Dienes.
- Hàm Reichenbach.

- Hàm Lukasewics.
- Hàm Godet.
- Hàm Goguen.
- Hàm Lukasewics với max.

Để lựa chọn hàm kéo theo mờ cho một lập luật xấp xỉ trong một trong trường hợp cụ thể, xem mệnh đề điều kiện sau:

$$P: \text{Nếu } U \text{ là } A \text{ thì } V \text{ là } B.$$

Trong đó  $U, V$  là các biến trên  $X$  và  $Y$ ;  $A, B$  là các tập mờ trên  $X$  và  $Y$ . Mức chân trị của mệnh đề trên xác định bởi quan hệ  $R$ :

$$\mu_R(x, y) = J(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

#### 6.4. Mệnh đề điều kiện mờ

##### Mệnh đề điều kiện mờ đơn:

- Mệnh đề điều kiện có dạng chuẩn  $P: \text{Nếu } U \text{ là } A \text{ thì } V \text{ là } B$ .
- Trong đó  $U, V$  là biến lấy giá trị trên tập  $X$  và  $Y$  tương ứng,  $A$  và  $B$  là các tập mờ trên  $X$  và  $Y$  tương ứng. Mệnh đề này có thể viết dưới dạng:

$$P: \langle U, V \rangle \text{ là } R$$

- Trong đó  $R$  là tập mờ quan hệ trên tập tích  $X \times Y$  với hàm thành viên định bởi:

$$\mu_R(x, y) = J(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

- Trong đó  $J(\dots, \dots)$  là hàm kéo theo mờ trên tập  $[0,1] \times [0,1]$ .
- Khi đã xây dựng xong hàm thành viên  $\mu_R$ , mức chân trị của  $P$  định bởi giá trị cụ thể  $x, y$  của  $U, V$  và hàm  $\mu_R$ :

$$T(P) = \mu_R(x, y)$$

##### Mệnh đề điều kiện mờ định tính có dạng:

- $P: (\text{Nếu } U \text{ là } A \text{ thì } V \text{ là } B) \text{ là } S$ .
- Trong đó  $U, V$  là biến lấy giá trị trên tập  $X$  và  $Y$ ;  $A, B$  là tập mờ trên  $X$  và  $Y$ .  $S$  là từ định tính mờ, biểu diễn bởi tập mờ trên  $[0,1]$ .
- Từ mệnh đề Nếu  $U$  là  $A$  thì  $V$  là  $B$  ta xây dựng quan hệ mờ  $R$  trên tập tích  $X \times Y$  với hàm thành viên được định bởi:

$$\mu_R(x, y) = J(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

- Trong đó  $J(\dots, \dots)$  là một hàm kéo theo mờ.

- Khi xây dựng xong hàm thành viên  $\mu_R$ , mức chân trị của P định bởi giá trị cụ thể x, y của U và V và các hàm  $\mu_A, \mu_B, \mu_R, \mu_S$ :

$$T(P) = \mu_S(\mu_R(\mu_A(x), \mu_B(y)))$$

### 6.5. Suy diễn mờ

Suy diễn mờ là suy diễn từ mệnh đề điều kiện mờ. Các luật suy diễn này được tổng quát hóa ở logic mờ để ứng dụng cho các suy luận xấp xỉ.

Có các dạng suy diễn thường gặp:

- Luật Modus Ponens.
- Luật Modus Tollen.
- Luật bắc cầu.

#### Luật suy diễn Modus Ponens:

Suy diễn mờ từ luật Modus Ponens có dạng:

Luật: Nếu U là A thì V là B

Sự kiện: U là A'

Kết luận: V là B'?

Trong đó U, V là các biến trên X, Y. A, A' là các tập mờ trên X; B, B' là các tập mờ trên Y.

Từ mệnh đề Nếu U là A thì V là B ta có quan hệ R:  $X \times Y \rightarrow [0,1]$  định bởi các tập mờ A và B như sau:

$$\mu_R(x, y) = J(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

Trong đó J là một hàm kéo theo mờ. Tập mờ B' có thể xác định từ quan hệ R và tập mờ A' qua một phép hợp thành :

$$B' = A' \circ R.$$

Vậy tập mờ đầu ra B' được suy diễn từ phép hợp thành của tập mờ đầu vào A' và quan hệ mờ R.

Trong đó quan hệ mờ R xác định bởi hàm kéo theo mờ J và các tập mờ A và B. Hàm thành viên của B' theo phép hợp thành tổng quát sup i:

$$\mu_{B'}(y) = \sup_{x \in X} i[\mu_{A'}(x), \mu_R(x, y)] = \sup_{x \in X} i[\mu_{A'}(x), J(\mu_A(x)), \mu_B(y)]$$

Như vậy ta được:

$$\mu_B(y) = \sup_{x \in X} i[\mu_A(x), J(\mu_A(x)), \mu_B(y)]$$

#### Luật suy diễn Modus Tollens:

Suy diễn mờ từ luật Modus Tollens có dạng:

Luật: Nếu U là A thì V là B

Sự kiện: V là B'

Kết luận: U là A'?

Trong đó U, V là các biến trên X, Y. A, A' là các tập mờ trên X; B, B' là các tập mờ trên Y.

Từ mệnh đề Nếu U là A thì V là B ta có quan hệ R: XxY -> [0,1] định bởi các tập mờ A và B như sau:

$$\mu_R(x,y) = J(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

Trong đó J là một hàm kéo theo mờ. Tập mờ A' có thể xác định từ quan hệ R và tập mờ B' qua một phép hợp thành :

$$A' = B' \circ R.$$

Vậy tập mờ đầu ra A' được suy diễn từ phép hợp thành của tập mờ đầu vào B' và quan hệ mờ R.

Trong đó quan hệ mờ R xác định bởi hàm kéo theo mờ J và các tập mờ A và B. Hàm thành viên của A' theo phép hợp thành tổng quát sup i:

$$\mu_{A'}(y) = \sup_{y \in Y} i[\mu_{B'}(x), \mu_R(x, y)] = \sup_{y \in Y} i[\mu_{B'}(x), J(\mu_A(x)), \mu_B(y)]$$

Như vậy ta được:

$$c(\mu_A(x)) = \sup_{y \in Y} i[\mu_B(y), J(\mu_A(x)), \mu_B(y)]$$

### **Luật suy diễn bắc cầu:**

Suy diễn mờ từ luật Modus Tollens có dạng:

Luật 1: Nếu U là A thì V là B

Luật 2: Nếu V là B thì W là C

Kết luận: U là A thì W là C?

Trong đó U, V, W là các biến trên X, Y, Z. A, B, C là các tập mờ trên X, Y, Z

Từ mệnh đề Nếu U là A thì V là B ta có quan hệ R<sub>1</sub>: XxY -> [0,1] định bởi các tập mờ A và B như sau:

$$\mu_{R_1}(x,y) = J(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

Từ mệnh đề Nếu V là B thì W là C ta có quan hệ R<sub>2</sub>: YxZ -> [0,1] định bởi các tập mờ B và C như sau:

$$\mu_{R_2}(y,z) = J(\mu_B(y), \mu_C(z))$$

Theo suy diễn, quan hệ R<sub>3</sub> có thể xác định từ các quan hệ R<sub>1</sub> và R<sub>2</sub> qua một phép hợp thành:

$$R_3 = R_1 \circ R_2.$$

Ta có:

$$\mu_{R_3}(x,z) = \sup_{y \in Y} i[\mu_{R_1}(x,y), \mu_{R_2}(y,z)] = \sup_{y \in Y} i[J(\mu_A(x), \mu_B(y)), J(\mu_B(y), \mu_C(z))]$$

Như vậy ta được:

$$J(\mu_A(x), \mu_C(z)) = \sup_{y \in Y} i[J(\mu_A(x), \mu_B(y)), J(\mu_B(y), \mu_C(z))]$$

### 6.6. Lập luận xấp xỉ đa điều kiện

Lập luận xấp xỉ đa điều kiện có dạng:

Luật i: Nếu U là  $A_i$  thì V là  $B_i$ ,  $i=1\dots n$

Sự kiện: U là A

Kết luận: V là B?

Trong đó U, V là các biến trên X, Y;  $A_i$ , A là các tập mờ trên X;  $B_i$ , B là các tập mờ trên Y.

Từ mệnh đề Nếu U là  $A_i$  thì V là  $B_i$  có quan hệ  $R_i: X \times Y \rightarrow [0,1]$  định bởi các tập mờ  $A_i$  và  $B_i$  như sau:

$$\mu_{R_i}(x, y) = J(\mu_{A_i}(x), \mu_{B_i}(y))$$

Trong đó J là một hàm kéo theo mờ. Tập hợp tất cả n luật ta có quan hệ R định bởi phép hợp tất cả các quan hệ thành phần  $R_i$ .

$$R = \bigcup_{i \in N_n} R_i$$

Tập mờ B' có thể xác định từ quan hệ R và tập mờ A' qua một phép hợp thành:  $B' = A'^o R$ .

Hàm thành viên của B' từ phép hợp thành tổng quát sup i:

$$\mu_{B'}(y) = \sup_{x \in X} i[\mu_{A'}(x), \mu_R(x, y)]$$

Tương tự với phép cực đại – cực tiểu; cực đại – tích.

#### - *Yêu cầu SV chuẩn bị*

Làm bài tập cuối chương 3 TL3, Đọc trước bài giảng và chương 4 TL 1, chương 3 TL2.

#### - *Tài liệu tham khảo*

1. Nguyễn Như Phong, *Tính toán mềm và ứng dụng*, NXB KH&KT, 2008.  
*Chương 1.*
2. Pham Tat Trung, Guanrong Chen. *Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems*. CRC Press, 2001.
3. George J. Klir, Bo Yuan. *Fuzzy set and Fuzzy logic. Theory and applications*. Prentice Hall. 1995.

## **Bài giảng 07: Mạng thần kinh và công nghệ NeuroFuzzy**

Chương I, mục:

Tiết thứ: 1-3

Tuần thứ: 10-11

**- Mục đích yêu cầu**

**Mục đích:** Lý thuyết mạng thần kinh, các phương pháp học, giải thuật học mạng thần kinh, mạng thần kinh mờ, công nghệ NeuroFuzzy.

**Yêu cầu:** Sinh viên nắm vững các khái niệm và ứng dụng mạng thần kinh trong tính toán, tiếp cận với mạng thần kinh mờ và ứng dụng

- **Hình thức tổ chức dạy học:** Lý thuyết, thảo luận, tự học, tự nghiên cứu

- **Thời gian:** Giáo viên giảng: 4 tiết; Thảo luận và làm bài tập trên lớp: 2 tiết; Sinh viên tự học: 12 tiết.

- **Địa điểm:** Giảng đường do P2 phân công.

**- Nội dung chính:**

7.1. Mạng thần kinh

7.2. Mạng thần kinh nhân tạo

7.2.1. Tế bào thần kinh

7.2.2. Mạng thần kinh

7.3. Huấn luyện mạng thần kinh

7.3.1. Thí nghiệm Pavlov và luật học Hebb

7.3.2. Giải thuật giảm độ dốc

7.3.3. Giải thuật lan truyền ngược

7.4. Xây dựng hàm thành viên dùng mạng thần kinh

7.5. Công nghệ NeuroFuzzy

7.6. Mạng thần kinh mờ

7.1. Mạng thần kinh

7.2. Mạng thần kinh nhân tạo

Mạng neuron là cấu trúc tính toán phỏng theo mạng thần kinh của não người.

Mạng neuron gồm một mạng các đơn vị tính toán, gọi là một tế bào thần kinh hay một neuron nối với nhau.

Mỗi liên kết giữa cá tế bào có một mức liên kết biểu thị bởi một số gọi là trọng lượng liên kết.

7.2.1. Tế bào thần kinh

Cấu trúc của một neuron:

- Đơn vị tính toán cơ bản của mạng neuron là một neuron.
- Một neuron gồm m đầu vào  $x_1, x_2, \dots, x_m$  và một đầu ra  $y$ .
- Các đầu vào nhận các giá trị là các số thực biểu thị mức tác động gửi từ các neuron khác đến.

- Mỗi đầu vào tương ứng với một trọng số, các trọng số này là  $w_1, w_2, \dots, w_m$ .
- Các trọng số biểu thị cường độ và tính chất liên kết.
- Liên kết kích thích có trọng số dương và ngược lại liên kết ức chế có trọng số âm.

### 7.2.2. Mạng thần kinh

Cấu trúc của mạng neuron một lớp:

- Mạng neuron một lớp hay còn gọi là mạng đơn.
- Mạng chỉ có một lớp ra.
- Các tín hiệu vào của các neuron lớp ra cũng là các tín hiệu của mạng, gồm m tín hiệu:  $x_i, i=1\dots.m$ .
- Lớp ra gồm n neuron,  $ON_j, j=1\dots.n$ .
- Các tín hiệu ra của các neuron này cũng chính là các tín hiệu ra của mạng.
- Trọng số các đầu vào neuron lớp ra, với đầu vào  $x_k$ , ở neuron  $ON_j$ :  $w_{ji}, i=1..m; j=1..n$ .
- Trọng số của các đầu vào phân cực neuron  $ON_j$ :  $w_{j0} = \theta_n$ .

Cấu trúc của mạng neuron hai lớp:

- Mạng neuron hai lớp hay còn gọi là mạng đa lớp.
- Mạng có hai lớp, lớp ẩn và lớp ra.
- Các tín hiệu vào của các neuron lớp ẩn cũng là các tín hiệu vào của mạng, gồm m tín hiệu:  $x_i, i=1\dots.m$ .
- Lớp ẩn gồm p neuron:  $HN_k, k=1\dots.p$
- Các tín hiệu ra của các neuron lớp ẩn:  $z_k, k=1\dots.p$ .
- Trọng số các đầu vào neuron lớp ẩn, với đầu vào  $x_i$ , ở neuron  $HN_k$ :  $v_{ki}, i=0\dots.m, k=1\dots.p$ .
- Các tín hiệu ra của các neuron lớp ẩn cũng là tín hiệu vào của lớp ra. Trọng số của chúng là:  $w_{jk}, j=1\dots.n, k=1\dots.p$ .

### 7.3. Huấn luyện mạng thần kinh

Mục tiêu của huấn luyện mạng neuron là xử lý thông tin theo cách đã được huấn luyện trước đó.

Việc huấn luyện sử dụng hoặc tập dữ liệu mẫu hoặc thầy dạy đánh giá vận hành của mạng.

Để được huấn luyện, mạng neuron sử dụng giải thuật học. Giải thuật học biến đổi neuron và trọng số liên kết neuron nhằm đặt được mạng hoạt động như mong muốn.

Có 2 dạng học cơ bản:

- Học có giám sát,
- Học không có giám sát.

#### 7.3.1. Thí nghiệm Pavlov và luật học Hebb

Luật học Hebb:

- Tăng trọng số của đầu vào tích cực nếu đầu ra của neuron phải tích cực.
- Giảm trọng số của đầu vào tích cực nếu đầu ra của neuron không tích cực.

#### 7.3.2. Giải thuật giảm độ dốc

Luật học giảm độ dốc: Để huấn luyện mạng một lớp ra ta sử dụng giải thuật giảm độ dốc, là giải thuật học có giám sát.

- Cần có tập huấn luyện gồm q vào-rà mong muốn.
- Tính sai số tích lũy của toàn tập huấn luyện.
- Tính đạo hàm tương ứng với mỗi trọng số.
- Chọn hệ số học thích hợp.
- Thực hiện lặp cho đến khi thỏa điều kiện dừng.

#### 7.3.3. Giải thuật lan truyền ngược

Giải thuật lan truyền ngược: Giải thuật lan truyền ngược là một giải thuật học ngược cho mạng neuron hai lớp dựa trên giải thuật giảm độ dốc.

- Cần có q cặp vào – ra mong muốn.
- Tính sai số của cả hệ thống.
- Tính lại sai số ứng với hệ số học thích hợp cho từng lớp, bắt đầu từ lớp ra, đến lớp ẩn.
- Giải thuật dừng theo điều kiện dừng được xác định trước.

#### 7.4. Xây dựng hàm thành viên dùng mạng thần kinh

Mạng neuron được xây dựng dựa trên việc học từ các mẫu dữ liệu.

Xem mạng 2 lớp gồm:

- Tín hiệu đầu vào  $x$  nhận các giá trị  $x_i$  của dữ liệu mẫu.
- Đầu vào  $b = -1$  là đầu vào phân cực cho mỗi neuron.

- Lớp ra chỉ có một neuron  $ON_1$ , đầu ra của neuron này cũng là đầu ra của mạng  $y$ , giá trị kỳ vọng của đầu ra  $y$  ứng với mỗi đầu vào  $x_i$  là  $t_i$ , giá trị thật của  $y$  là  $y_1$ .
- Lớp ẩn gồm  $p$  neuron  $HN_1, HN_2, \dots, HN_p$ ,
- Tùy thuộc vào bài toán để sử dụng hàm truyền hợp lý tạo kết quả của hàm thành viên cho hệ thống.

### 7.5. Công nghệ NeuroFuzzy

Việc kết hợp khả năng biểu diễn tri thức rõ ràng của logic mờ và khả năng học của mạng thần kinh tạo thành công nghệ NeuroFuzzy.

### 7.6. Mạng thần kinh mờ

Mạng neuron có thể dùng để xấp xỉ bộ điều khiển mờ và các hệ chuyên gia mờ.

Một mạng neuron mờ phân biệt với mạng neuron kinh điển:

- Đầu vào là số mờ.
- Đầu ra là số mờ.
- Trọng số là số mờ.
- Tích hợp đầu vào bằng toán tử tích hợp thay vì chỉ hàm tổng có trọng số.

Các quá trình mờ hóa cho mạng neuron:

- Neuron mờ.
- Mờ hóa sai lệch.
- Mờ hóa luật dừng.
- Mờ hóa giải thuật học lan truyền ngược.

### *- Yêu cầu SV chuẩn bị*

Làm bài tập cuối chương 3 TL1, Đọc trước bài giảng và chương 5 TL 1, chương 4 TL2.

### *- Tài liệu tham khảo*

1. *Nguyễn Như Phong, Tính toán mềm và ứng dụng, NXB KH&KT, 2008. Chương 1.*
2. *Pham Tat Trung, Guanrong Chen. Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems. CRC Press, 2001.*

## Bài giảng 08: Giải thuật di truyền mờ

Chương I, mục:

Tiết thứ: 1-3

Tuần thứ: 12-13

### - **Mục đích yêu cầu**

**Mục đích:** Khái niệm về tính toán tiến hóa, giải thuật di truyền, các bước của giải thuật di truyền, giải thuật di truyền mờ

**Yêu cầu:** Nắm vững các bước của giải thuật di truyền, mờ hóa giải thuật di truyền và ứng dụng xây dựng hàm thành viên bằng giải thuật di truyền.

- **Hình thức tổ chức dạy học:** Lý thuyết, thảo luận, tự học, tự nghiên cứu

- **Thời gian:** Giáo viên giảng: 4 tiết; Thảo luận và làm bài tập trên lớp: 2 tiết; Sinh viên tự học: 12 tiết.

- **Địa điểm:** Giảng đường do P2 phân công.

### - **Nội dung chính:**

8.1. Giải thuật di truyền

8.2. Các bước của giải thuật di truyền

8.3. Tạo hàm thành viên bằng giải thuật di truyền

8.4. Giải thuật di truyền mờ

8.1. Giải thuật di truyền

Giải thuật di truyền là giải thuật tìm kiếm tối ưu được John Holland đề xuất năm 1975.

Giải thuật di truyền mô phỏng quá trình tiến hóa tự nhiên nhằm giải các bài toán tối ưu qua việc tìm kiếm ngẫu nhiên trong một tập các phương án đã cho với mục đích tìm ra phương án tốt nhất theo một tiêu chuẩn đánh giá được mô tả bởi hàm mục tiêu hay còn gọi là hàm thích hợp.

8.2. Các bước của giải thuật di truyền

Các bước cơ bản của giải thuật di truyền:

- Mã hóa tạo tập nhiễm sắc thể.
- Chọn lựa quần thể hệ ban đầu  $p_k$   $k=1$ .
- Đánh giá các nhiễm sắc thể trong quần thể hệ  $k$ .
- Chọn lọc và tạo quần thể mới thế hệ  $k$ .
- Kiểm tra điều kiện dừng.
- Tạo quần thể thế hệ  $k+1$ .
- Thay thế thế hệ  $k$  bởi thế hệ  $k+1$ .

Mã hóa tạo tập nhiễm sắc thể:

- Xem xét dữ liệu trong khoảng  $[a,b]$ .
- Căn mã hóa dưới dạng n bit, với  $2^n$  điểm.
- $$x = a + \frac{d}{2^n - 1} (b - a)$$
- Với bài toán có nhiều biến, mỗi biến được mã hóa bởi một bộ mã nhị phân có kích thước riêng.
- Mã của nhiễm sắc thể sẽ là bộ tổng hợp các thành phần của các biến tham gia.

Chọn lựa quần thể thế hệ ban đầu,  $p_k$ ,  $k=1$ :

- Quần thể thế hệ ban đầu được chọn ngẫu nhiên từ tập tổng các nhiễm sắc thể.
- Kích thước của quần thể là một tham số quan trọng, nếu chọn m quá lớn giải thuật di truyền không khác gì giải thuật tìm kiếm liệt kê.
- Nếu chọn m quá nhỏ có thể không đủ tổng quát hóa, không tìm thấy nghiệm tối ưu.

Đánh giá các nhiễm sắc thể trong quần thể thế hệ k: Mỗi nhiễm sắc thể x trong quần thể sẽ có một độ thích hợp tương ứng được xác định bằng hàm thích hợp  $f(x)$ .

Chọn lọc, tạo quần thể mới của thế hệ k:

- Từ quần thể k, tạo quần thể thế hệ mới k bằng quá trình chọn lọc tự nhiên nhằm loại bỏ những nhiễm sắc thể có độ phù hợp thấp, giữ lại nhiễm sắc thể có độ phù hợp cao.
- Có nhiều phương pháp lựa chọn: ngẫu nhiên, bánh xe roulette,...

Kiểm tra điều kiện dừng:

- Các tiêu chuẩn dừng có thể:
- Quần thể mới không khác gì quần thể cũ.
- Đã hết thời gian cho giải thuật.
- Cá thể tốt nhất trong quần thể mới không khác gì với cá thể tốt nhất của quần thể cũ.

Tạo quần thể thế hệ k+1: Quần thể ở thế hệ k+1 được tạo từ quần thể thế hệ k.

- Sử dụng lai ghép đơn.
- Sử dụng lai ghép bội.
- Sử dụng đột biến.

- Sử dụng đảo ngược.

### 8.3. Tạo hàm thành viên bằng giải thuật di truyền

Tạo hàm thành viên theo phương pháp do Karr and Gentry đề xuất năm 1993.

Ví dụ minh họa về phương pháp:

- Mờ hóa thông tin mô tả đầu vào.
- Thực hiện giải thuật di truyền.
- Làm rõ kết quả đầu ra sau khi giải thuật di truyền dừng.

### 8.4. Giải thuật di truyền mờ

Giải thuật di truyền mờ là giải thuật di truyền đã được mờ hóa. Có 2 phương pháp cơ bản để mờ hóa giải thuật di truyền:

- Mờ hóa tập gen và việc mã hóa nhiễm sắc thể.
- Mờ hóa toán tử di truyền.

Mờ hóa tập gen và việc mã hóa nhiễm sắc thể:

- Trong giải thuật di truyền mờ, có thể mã hóa gen trong đoạn [0,1].
- Với phương pháp này, không cần rời rạc hóa.
- Cho kết quả tốt hơn, nhanh hối tụ.
- Tuy nhiên, cần tìm phương pháp thích hợp để mã hóa bởi gen nằm trong khoảng đơn vị [0,1].

Mờ hóa toán tử di truyền:

- Mờ hóa toán tử di truyền như lai ghép, đột biến.
- Có thể dùng khuôn t với các phép toán min hay max.

#### **- Yêu cầu SV chuẩn bị**

Làm bài tập cuối chương 4 TL1, Đọc trước bài giảng và chương 5 TL 1, chương 3 TL2.

#### **- Tài liệu tham khảo**

1. *Nguyễn Như Phong, Tính toán mềm và ứng dụng, NXB KH&KT, 2008. Chương 1.*
2. *Pham Tat Trung, Guanrong Chen. Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems. CRC Press, 2001.*

## Bài giảng 09: Một số ứng dụng tính toán mềm

Chương I, mục:

Tiết thứ: 1-3

Tuần thứ: 14

### - Mục đích yêu cầu

**Mục đích:** Trang bị cho sinh viên những kiến thức về ứng dụng tính toán mềm trong CNTT và các lĩnh vực khác.

**Yêu cầu:** Sinh viên nắm được kiến trúc của một hệ mờ, có thể xây dựng một hệ mờ ứng dụng đơn giản.

- **Hình thức tổ chức dạy học:** Lý thuyết, thảo luận, tự học, tự nghiên cứu

- **Thời gian:** Giáo viên giảng: 2 tiết; Thảo luận và làm bài tập trên lớp: 1 tiết; Sinh viên tự học: 6 tiết.

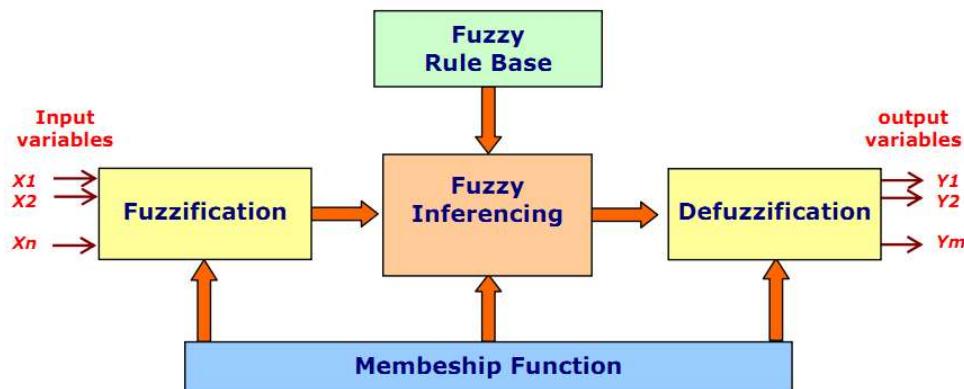
- **Địa điểm:** Giảng đường do P2 phân công.

### - Nội dung chính:

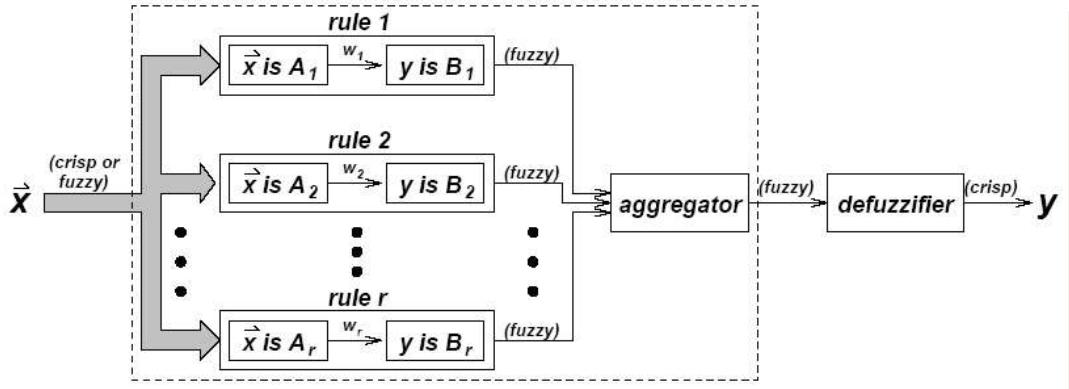
- 9.1. Điều khiển tự động
- 9.2. Ra quyết định
- 9.3. Phân tích thiết kế dự án
- 9.4. Kiểm soát chất lượng
- 9.5. Hoạch định vật tư tồn kho

Học viên tìm hiểu các hệ thống ví dụ do giáo viên đưa ra và thảo luận theo các nội dung đã được trang bị.

Kiến trúc hệ mờ:



**Fuzzification:** Chuyển một đầu vào rõ thành một biến ngôn ngữ, sử dụng các hàm thành viên trong cơ sở tri thức mờ (fuzzy knowledge base).



**Khử mờ (Defuzzification):** Chuyển đổi đầu ra mờ từ inference engine thành rõ, sử dụng các hàm thành viên mờ tương tự như ở bước fuzzifier.

Trong trường hợp đầu vào và đầu ra rõ, FIS sử dụng (implements) ánh xạ không tuyến tính từ không gian đầu vào và không gian đầu ra.

#### - Yêu cầu SV chuẩn bị

Làm bài tập cuối chương 5 TL1, Đọc trước bài giảng và chương 6,7,8 TL2, chương 5,6 TL2. Chương 3,4 TL3.

#### - Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Như Phong, *Tính toán mềm và ứng dụng*, NXB KH&KT, 2008. *Chương 1.*
2. Pham Tat Trung, Guanrong Chen. *Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems*. CRC Press, 2001.
3. Tettamanzi, Andrea, Tomassini, and Marco, "Soft Computing: Integrating Evolutionary, Neural, and Fuzzy Systems", Springer, 2001.

## Bài giảng 15: Ôn tập và kiểm tra

Chương I, mục:

Tiết thứ: 1-3

Tuần thứ: 15

#### - Mục đích yêu cầu

**Mục đích:** Hệ thống lại các nội dung môn học, nội dung ôn tập và kiểm tra.

**Yêu cầu:** Sinh viên trả bài tập môn học.

- **Hình thức tổ chức dạy học:** Thảo luận

- **Thời gian:** Thảo luận và làm bài tập trên lớp: 3 tiết; Sinh viên tự học: 6 tiết.

- **Địa điểm:** Giảng đường do P2 phân công.

**- Nội dung chính:**

Sinh viên trả bài tập và thảo luận nhóm theo các chuyên đề do giáo viên giao.

**- Yêu cầu SV chuẩn bị**

Hoàn thiện chương trình và các lý thuyết liên quan.

**- Tài liệu tham khảo**

1. *Nguyễn Như Phong, Tính toán mềm và ứng dụng, NXB KH&KT, 2008. Chương 1.*
2. *Pham Tat Trung, Guanrong Chen. Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems. CRC Press, 2001.*
3. *George J. Klir, Bo Yuan. Fuzzy set and Fuzzy logic. Theory and applications. Prentice Hall. 1995.*
4. *Tettamanzi, Andrea, Tomassini, and Marco, "Soft Computing: Integrating Evolutionary, Neural, and Fuzzy Systems", Springer, 2001.*