

XỬ LÝ THÔNG TIN MỜ TDK

MỞ ĐẦU

- Mục đích môn học: Trình bày các kiến thức cơ bản về lý thuyết tập mờ và ứng dụng xử lý các thông tin không chính xác, không đầy đủ, không chắc chắn.
- Nội dung môn học:
 - Tập mờ, quan hệ mờ, suy diễn mờ
 - Hệ mờ và ứng dụng
- Đánh giá:
 - Điểm giữa kỳ, bài tập lớn
 - Thi kết thúc môn học

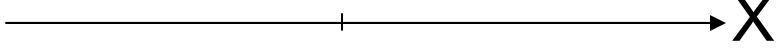
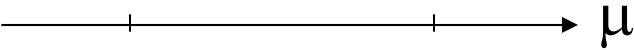
TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hồ Thuần, Đặng Thanh Hà, Logic mờ và ứng dụng, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội
- T.J. Ross, Zimmermann, ..., FSS ...

CHƯƠNG 1 - NHẬP MÔN

- Thông tin và xử lý thông tin
- Biến ngôn ngữ

THÔNG TIN VÀ XỬ LÝ THÔNG TIN

- Con người tư duy trên ngôn ngữ tự nhiên
 - Học, quy nạp
 - Diễn giải, chuẩn hóa
 - Suy luận
- Cần có các mô hình để biểu diễn và xử lý thông tin
- Thông tin:
 - Các yếu tố mơ hồ, không chính xác, không đầy đủ, không rõ ràng ... (khoảng, xấp xỉ, gần, hơn, ...)
 - Không gian tham chiếu  X
 - Các yếu tố không chắc chắn, độ tin cậy, nhiều ... (có thể, hầu hết, ít nhất, ...)
 - Độ tin cậy (đúng, sai) $[0,1]$  μ
 - Có trường hợp không đúng, không sai

THÔNG TIN VÀ XỬ LÝ THÔNG TIN

- Ví dụ: cơ sở dữ liệu
(Họ tên, Tuổi, Lương)
t1 = (“Nguyễn Văn A”, 26, 3000000)
t2 = (“Phạm Văn B”, *xấp xỉ 25, cao*)
- Thêm thuộc tính: Độtincậy
(Họ tên, Tuổi, Lương, *Độtincậy*)
t2 = (“Phạm Văn B”, *xấp xỉ 25, cao, 0.8*)

BIẾN NGÔN NGỮ

- (V, T_V, X, G, M) , trong đó:
 - V là tên của biến ngôn ngữ
 - T_V là tập giá trị của biến ngôn ngữ
 - X là không gian tham chiếu
 - G là cú pháp sản sinh ra các phần tử T_V
 - M là tập các luật ngữ nghĩa

VÍ DỤ BIẾN NGÔN NGỮ

- TUỔI
- {young, old, very old, moreorless young, not old and not young, ...}
- [0, 100]
- $T \leftarrow A \mid T \text{ or } A; \quad A \leftarrow B \mid A \text{ and } B;$
 $B \leftarrow C \mid \text{not } C; \quad C \leftarrow (T) \mid D \mid E$
 $D \leftarrow \text{very } D \mid \text{moreorless } D \mid \text{young}$
 $E \leftarrow \text{very } E \mid \text{moreorless } E \mid \text{old}$
- $M_{\text{old}}, M_{\text{young}}, M_{\text{very}}, M_{\text{and}}, \dots$

VÍ DỤ BIẾN NGÔN NGỮ

- $M_{\text{old}}(u) = \begin{cases} 0, & \text{với } u < 50 \\ (u-50) / 10, & \text{với } 50 \leq u \leq 60 \\ 1, & \text{với } u > 60 \end{cases}$

Hoặc

- $M_{\text{old}}(u) = \begin{cases} 0, & \text{với } u \leq 50 \\ 1/[1+25/(u-50)^2], & \text{với } u > 50 \end{cases}$

CHƯƠNG 2 - TẬP MỜ

- Tập mờ
- Các phép toán với tập mờ
- Nguyên lý mở rộng

2.1. TẬP MỜ

- **Tập con (rõ):** Cho không gian X , tập $A \subset X$ được định nghĩa bởi hàm đặc trưng

$$\chi_A: X \rightarrow \{0,1\}, \text{ với } \chi_A(u)=1, \text{ nếu } u \in A, \text{ và} \\ \chi_A(u)=0, \text{ nếu } u \notin A$$

- **Tập (con) mờ:** Cho không gian X , tập $\tilde{A} \subset X$ được biểu diễn bởi hàm thuộc $\mu_{\tilde{A}}: X \rightarrow [0,1]$, với $\mu_{\tilde{A}}(u)$ là độ thuộc của phần tử $u \in X$ vào \tilde{A}

Biểu diễn: $\tilde{A} = \{ (u, \mu_{\tilde{A}}(u)) \mid u \in X \text{ và } \mu_{\tilde{A}}: X \rightarrow [0,1] \}$

Ví dụ: $X = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\}$,

$\text{nhỏ} = \{(1,1.0), (2,0.6), (3,0.2), (4,0.0), \dots, (10,0.0)\}$

BIỂU DIỄN TẬP MỜ

- X hữu hạn

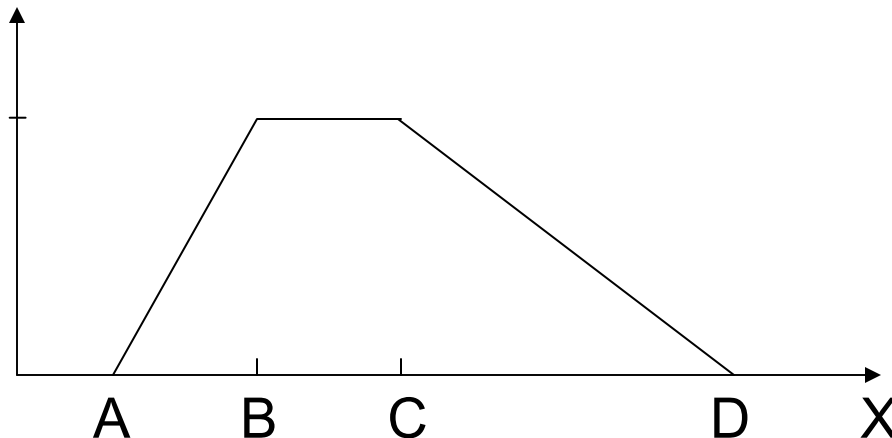
$$A = \frac{\mu_A(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_A(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{\mu_A(u_n)}{u_n} = \sum_{u_i \in X} \frac{\mu_A(u_i)}{u_i}$$

- X không hữu hạn

$$A = \int_X \mu_A(u)/u$$

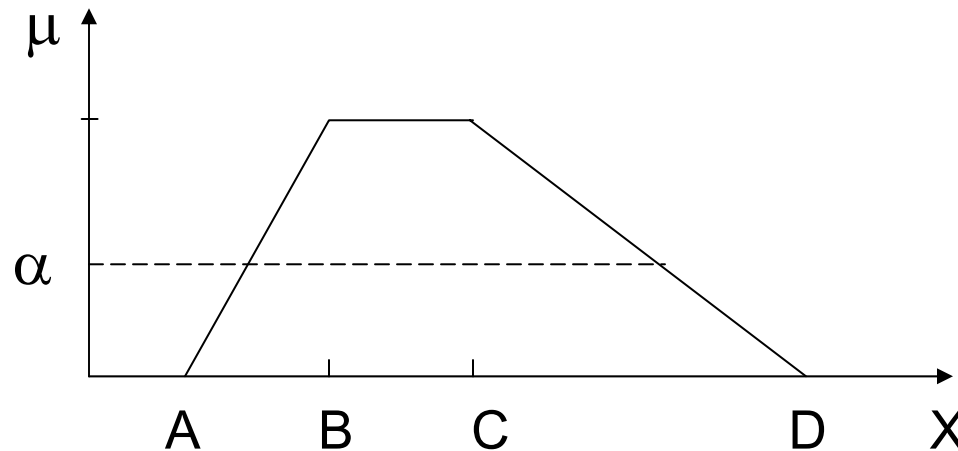
CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA TẬP MỜ

- *Giá đỡ*: $\text{Supp}(A) = \{u \in X \mid \mu_A(u) > 0\}$
- *Chiều cao*: $h(A) = \sup_{u \in X} \mu_A(u)$
- *Tập mờ chuẩn*: nếu chiều cao = 1
- *Nhân*: $\ker(A) = \{u \in X \mid \mu_A(u) = 1\}$
- *Lực lượng*: $|A| = \sum_{u \in X} \mu_A(u)$



α -CUT

- Lát cắt α : $A_\alpha = \{u \in X \mid \mu_A(u) \geq \alpha, \alpha \in [0, 1]\}$
còn gọi là tập rõ mức α của A



- Định lý: $\forall u \in X : \mu_A(u) = \sup_{\alpha \in [0, 1]} \alpha \cdot \chi_{A_\alpha}(u)$

VÍ DỤ

- $X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$

$$A = \frac{0.2}{2} + \frac{0.5}{3} + \frac{0.8}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0.8}{6} + \frac{0.5}{7} + \frac{0.2}{8}$$

- $A_{0.2} = \{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$
- $A_{0.5} = \{3, 4, 5, 6, 7\}$
- $A_{0.8} = \{4, 5, 6\}$
- $A_{1.0} = \{5\}$

2.2. CÁC PHÉP TOÁN VỚI TẬP MỜ

- Tập mờ là sự mở rộng của tập rõ, thêm 1 chiều biểu diễn độ thuộc --> cần xét hàm thuộc
- Các tập mờ trên cùng không gian tham chiếu
- Các tập mờ khác không gian tham chiếu

SO SÁNH CÁC TẬP MỜ

- Cho 2 tập mờ A, B xác định trên cùng không gian X , ta có $A=B$, nếu $\forall u \in X: \mu_A(u) = \mu_B(u)$
- Cho 2 tập mờ A, B xác định trên cùng không gian X , ta có A bao hàm trong B , nếu $\forall u \in X: \mu_A(u) \leq \mu_B(u)$, ký hiệu $A \subset B$
(có thể viết $A \subset X$, cho “ A xác định trên không gian X ”)

BIẾN ĐỔI TẬP MỜ

- $\text{very } A = A^\beta$, với $\beta > 1$, thường lấy $\beta = 2$
Ta có $\text{very } A \subset A$
- $\text{mol } A = A^\beta$, với $1 > \beta > 0$, thường lấy $\beta = 0.5$
Ta có $A \subset \text{mol } A$
- Họ $M = \{A^\beta, \beta > 0\} = \{A, \text{very } A, \text{mol } A, \text{very mol } A, \text{mol mol } A, \text{mol very } A, \dots\}$

MỜ HOÁ VÀ KHỬ MỜ

- Mờ hoá: giá trị $u \in X$ tương ứng tập mờ đơn trị
- Từ một nhãn ngôn ngữ, có thể biểu diễn bằng các dạng tập mờ khác nhau: khoảng, tam giác, hình thang, hình chuông, ...
- Khử mờ: chuyển tập mờ về một giá trị rõ

$$x^* = \frac{\sum_{u \in X} \mu_A(u)^\beta \cdot u}{\sum_{u \in X} \mu_A(u)^\beta}$$

Nếu $\beta \rightarrow \infty$: cực đại, $\beta = 1$: trung bình

CÁC PHÉP TOÁN VỚI TẬP MỜ

- Cho $A \subset X, B \subset X$ (A, B trên cùng không gian)
- Hợp: $A \cup B = \{(u, \max\{\mu_A(u), \mu_B(u)\}) \mid u \in X\}$
$$\mu_{A \cup B}(u) = \max\{\mu_A(u), \mu_B(u)\}$$
- Giao: $A \cap B = \{(u, \min\{\mu_A(u), \mu_B(u)\}) \mid u \in X\}$
$$\mu_{A \cap B}(u) = \min\{\mu_A(u), \mu_B(u)\}$$
- Phần bù: $A^c = \{(u, 1 - \mu_A(u)) \mid u \in X\}$

VÍ DỤ

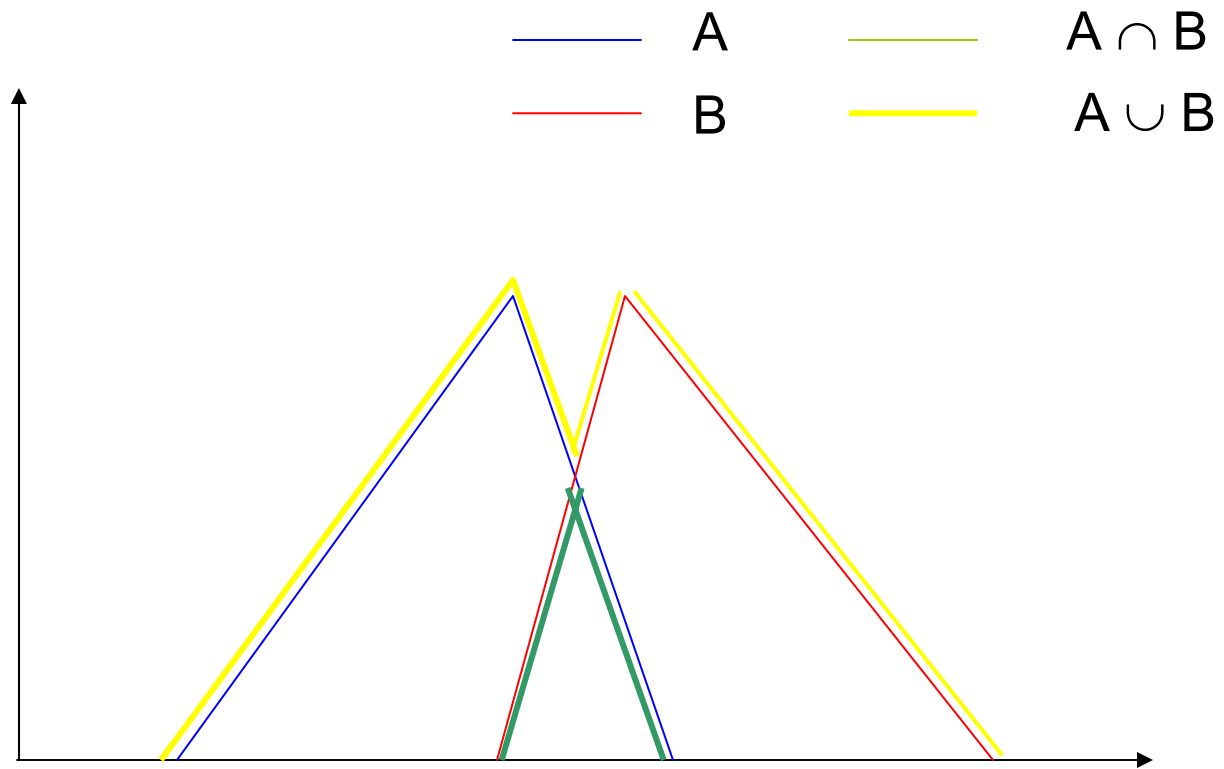
$$A = \frac{0.5}{x_1} + \frac{0.7}{x_2} + \frac{0.8}{x_3} + \frac{0.1}{x_4} \quad B = \frac{0.4}{x_1} + \frac{1.0}{x_2} + \frac{0.3}{x_3} + \frac{0.3}{x_4}$$

$$A \cup B = \frac{0.5}{x_1} + \frac{1.0}{x_2} + \frac{0.8}{x_3} + \frac{0.3}{x_4}$$

$$A \cap B = \frac{0.4}{x_1} + \frac{0.7}{x_2} + \frac{0.3}{x_3} + \frac{0.1}{x_4}$$

$$B^c = \frac{0.6}{x_1} + \frac{0.7}{x_3} + \frac{0.7}{x_4}$$

HÌNH VẼ



CÁC PHÉP TOÁN KHÁC

- Tổng đại số:

$$\mu_{A+B}(u) = \mu_A(u) + \mu_B(u) - \mu_A(u) \cdot \mu_B(u)$$

- Tích đại số:

$$\mu_{A \cdot B}(u) = \mu_A(u) \cdot \mu_B(u)$$

- Cộng tuyến: $A \oplus B = (A \cap B) \cup (A^c \cap B^c)$

- Hiệu: $A - B = A \cap B^c$

- ! Chú ý: $A \cup A^c \neq X, \quad A \cap A^c \neq \emptyset$

- ! A, B có thể thuộc hai không gian khác nhau

AND, OR, NOT CỦA CÁC TẬP MỜ

- Tổng quát hoá: các hàm $f, g: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$
 $\mu_{A \text{ and } B}(u) = f(\mu_A(u), \mu_B(u)), \quad \mu_{A \text{ or } B}(u) = g(\mu_A(u), \mu_B(u))$
- Các tiêu chuẩn cho f, g (Bellman, Giertz):
 - (i) $f(a,b) \leq \min(a,b), \quad g(a,b) \geq \max(a,b)$
 - (ii) $f(1,1)=1, \quad g(0,0)=0$
 - (iii) $f(a,a), g(a,a)$ đơn điệu tăng theo a
 - (iv) Giao hoán: $f(a,b)=f(b,a), \quad g(a,b)=g(b,a)$
 - (v) $f(a,b), g(a,b)$ không giảm và liên tục theo các đối số a, b

CÁC VÍ DỤ CHO AND, OR

- Zadeh: $\min(a,b)$, $\max(a,b)$
- Giles: algebraic product $a.b$, sum $a+b-ab$
- Bonissone, Decker: drastic product, sum
 $(b=1: a, a=1: b, \text{ else } 0)$, $(b=0: a, a=0: b, \text{ else } 1)$
- Lukasiewicz: bounded difference, sum
 $\max(a+b-1, 0)$, $\min(a+b, 1)$
- Einstein product, sum:
 $ab / [2-(a+b-ab)]$, $(a+b) / (1+ab)$
- Hamacher: $ab / (a+b-ab)$, $(a+b-2ab) / (1-ab)$

CHUẨN VÀ ĐỐI CHUẨN TAM GIÁC

- Chuẩn tam giác $t: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ thoả:
giao hoán: $t(a,b)=t(b,a)$, *kết hợp*: $t(t(a,b),c) = t(a,t(b,c))$, *đơn điệu*: $t(a,c) \leq t(b,d)$, nếu $a \leq b, c \leq d$, *phần tử trung hoà* $=1$: $t(a,1)=a$
- Đối chuẩn tam giác $s: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ thoả:
giao hoán, *kết hợp*, *đơn điệu*, *phần tử trung hoà* $= 0$
- Phủ định: $n: [0,1] \rightarrow [0,1]$ thoả: $n(0)=1, n(1)=0, n(a) \leq n(b)$, nếu $a \geq b$
- Tính đối ngẫu: $n(t(a,b)) = s(n(a),n(b))$

VÍ DỤ

- Zadeh (t_3, s_3): $\min(a, b)$, $\max(a, b)$, $1-a$
- Algebraic (t_2, s_2): $a.b$, $a+b-a.b$, $1-a$
- Lukasiewicz (t_1, s_1): $\max(a+b-1, 0)$, $\min(a+b, 1)$, $1-a$
- Hamacher: $ab / [\gamma + (1-\gamma)(a+b-ab)]$,
 $[(a+b+ab)-(1-\gamma)ab] / [1-(1-\gamma)ab]$, $1-a$, $\gamma > 0$
- ...
- Cực biên (t_0, s_0): $(b=1: a, a=1: b, \text{ else } 0)$,
 $(b=0: a, a=0: b, \text{ else } 1)$, $1-u$

MỘT SỐ HỌ t-CHUẨN, s-ĐỐI CHUẨN

- Họ Hamacher: $ab / [\gamma + (1-\gamma)(a+b-ab)]$
 $[(\gamma'-1)ab + a + b] / [1 + \gamma'ab]$, với $\gamma \geq 0, \gamma' \geq -1$
- Họ Yager: $1 - \min(1, [(1-a)^p + 1-b)^p]^{1/p}$
 $\min(1, [a^p + b^p]^{1/p})$, với $p \geq 1$
- Họ Dubois: $ab / \max(a, b, \alpha)$
 $[a+b-ab - \min(a, b, 1-\alpha)] / \max(1-a, 1-b, \alpha)$,
với $\alpha \in [0, 1]$

PHÉP TÍCH ĐỀ CÁC

- Giả sử có nhiều không gian tham chiếu X_1, X_2, \dots, X_r , không có tác động lẫn nhau, cho $A_1 \subset X_1, A_2 \subset X_2, \dots, A_r \subset X_r$, thì Tích đề các $A = A_1 \times A_2 \times \dots \times A_r$ là tập mờ xác định trên không gian $X_1 \times X_2 \times \dots \times X_r$ với hàm thuộc
$$\mu_A(u_1, u_2, \dots, u_r) = \min \{ \mu_{A_1}(u_1), \mu_{A_2}(u_2), \dots, \mu_{A_r}(u_r) \}$$
- Hình chiếu trên X_1 của tập mờ $A \subset X_1 \times X_2$ là:
với $u_1 \in X_1$: $\mu_{\text{Proj}_{X_1}(A)}(u_1) = \sup_{u_2 \in X_2} \mu_A(u_1, u_2)$

VÍ DỤ

$$A = \frac{0.5}{x_1} + \frac{0.7}{x_2}$$

$$B = \frac{0.4}{y_1} + \frac{1.0}{y_2} + \frac{0.3}{y_3}$$

$$A \times B = \frac{0.4}{(x_1, y_1)} + \frac{0.5}{(x_1, y_2)} + \frac{0.3}{(x_1, y_3)} + \frac{0.4}{(x_2, y_1)} + \frac{0.7}{(x_2, y_2)} + \frac{0.3}{(x_2, y_3)}$$

$$\text{Pr } oj_X(A \times B) = \frac{\sup\{0.4, 0.5, 0.3\}}{x_1} + \frac{\sup\{0.4, 0.7, 0.3\}}{x_2}$$

NGUYÊN LÝ MỞ RỘNG

- Cho tập mờ $A \subset X$ và ánh xạ $\varphi: X \rightarrow Y$, thì có thể định nghĩa tập mờ $B \subset Y$ thông qua A và φ như sau:
- Với $y \in Y$,

$$\mu_B(y) = \sup_{\{x \in X \text{ và } y = \varphi(x)\}} \mu_A(x), \text{ nếu } \varphi^{-1}(y) \neq \emptyset$$

$$\mu_B(y) = 0, \text{ nếu } \varphi^{-1}(y) = \emptyset$$

- Ví dụ: $A = \{(2, 0.4), (3, 0.7), (4, 0.2)\}$,

$$\varphi(2) = \text{nâu}, \varphi(3) = \text{nâu}, \varphi(4) = \text{đỏ}$$

$$\rightarrow B = \{(\text{nâu}, 0.7), (\text{đỏ}, 0.2)\}$$

! Ý nghĩa: dẫn xuất thông tin