

XỬ LÝ THÔNG TIN MỜ TDK

PHÉP HỢP THÀNH

- Cho $R \subseteq X \times Y$, $S \subseteq Y \times Z$, có thể kết hợp R và S tạo thành quan hệ $T = R \circ S \subseteq X \times Z$

$$\mu_T(x,z) = \max_{y \in Y} \min \{ \mu_R(x,y), \mu_S(y,z) \}$$

- Lưu ý:
 - Có thể thay min bằng các t-chuẩn khác
 - Có thể giải thích bằng nguyên lý mở rộng

VÍ DỤ

R	y1	y2	y3	y4	y5	S	z1	z2	z3	z4
x1	0.1	0.2	0	1	0.7	y1	0.9	0	0.3	0.4
x2	0.3	0.5	0	0.2	1	y2	0.2	1	0.8	0
x3	0.8	0	1	0.4	0.3	y3	0.8	0	0.7	1
						y4	0.4	0.2	0.3	0
						y5	0	1	0	0.8
R◦S	y1	y2	y3	y4						
x1	0.4	0.7	0.3	0.7						
x2	0.3	1	0.5	0.8						
x3	0.8	0.3	0.7	1						

CHƯƠNG 4 - LOGIC MỜ

- Nhắc lại logic kinh điển
- Logic mờ

LOGIC TÍNH TOÁN

- Logic trong biểu diễn và xử lý thông tin:
Ý tưởng:

Nhận thức: $KB \cap K_0 \models_{\text{cog}} K_1$

Logic: $KB \cap K_0 \models K_1$, $KB \cap K_0 \vdash K_1$

- Các vấn đề:
giá trị chân lý, các toán tử, suy diễn

LOGIC KINH ĐIỂN

- Ngôn ngữ: Tập thành tố A_R , các kết nối $\{\neg, \wedge, \vee, \rightarrow, \leftrightarrow, (,)\}$,
Tập các biểu thức: là thành tố, hoặc $\neg F$, $F \wedge G$, $F \vee G$, $F \rightarrow G$, $F \leftrightarrow G$, với F, G là các biểu thức
- Ngữ nghĩa: **Diễn dịch** $I : A_R \rightarrow \{0,1\}$
Có thể viết $p \in I$ iff $I(p)=1 \rightarrow$ **mô hình** $I \subset A_R$
 $I \models p$ (**I suy ra p**), nếu $I(p)=1$
Đệ quy: $I \models F$, nếu $I(F)=1$

LOGIC KINH ĐIỂN

- Biểu thức F luôn đúng, nếu $\forall I: I \models F$, biểu thức F thoả nếu $\exists I: I \models F$, biểu thức F có thể sai nếu $\exists I: I \not\models F$, biểu thức F (luôn) không thoả nếu $\forall I: I \not\models F$
- Cho Σ là tập các biểu thức, F là một biểu thức,
 $\Sigma \models F$, nếu mọi mô hình của Σ (các I làm cho mọi biểu thức trong Σ đều đúng) cũng là mô hình của F

LOGIC KINH ĐIỂN

- Hai biểu thức F và G là tương đương (về ngữ nghĩa) ($F \equiv G$), nếu $\forall I, I \models F$ iff $I \models G$
- Biểu thức ở dạng chuẩn PHỦ ĐỊNH chỉ chứa các phép toán \neg, \wedge, \vee , và \neg chỉ đứng trước các thành tố ...dạng chuẩn HỘI, TUYỂN ...
- Cho logic (A, L, \models) , tập các luật dẫn xuất Π , và tập các tiên đề Γ thì có thể xác định được một quan hệ dẫn xuất \vdash

$\Sigma \vdash F$ nghĩa là tồn tại một chuỗi dẫn xuất Σ

$\vdash_r \Sigma_1 \vdash_r \Sigma_2 \vdash_r \dots \vdash_r \Sigma_n, F \in \Sigma_n, \text{ các } r \in \Pi$

VÍ DỤ

- Cho $A_R = \{p, q, r, s\}$, mô hình $I = \{p, r\}$, thì có :
 $I \models (p \vee q) \wedge (r \vee s)$
 $\{r, s\} \not\models (p \vee q) \wedge (r \vee s)$
 $(p \vee q) \wedge (r \vee s)$ là biểu thức thoả, có thể sai
- Cho $\Sigma = \{p \wedge q \rightarrow r, p \rightarrow q\}$ thì có $\Sigma \models p \rightarrow r$
- $\Sigma \cup \{F\} \models G$ iff $\Sigma \models F \rightarrow G$
- $\emptyset \models F$?
- $F_1 \wedge F_2 \wedge \dots \wedge F_n \rightarrow G \equiv \neg F_1 \vee \dots \vee \neg F_n \vee G$
- ...

CÁC VẤN ĐỀ CỦA LOGIC KINH ĐIỂN

- Chỉ có hai giá trị chân lý: đúng, sai
 - Hạn chế về ngôn ngữ: thiếu các lượng từ, trạng từ biến đổi
 - Hạn chế về các phép toán
 - Suy diễn
- ➔ Mở rộng !

LOGIC MỜ

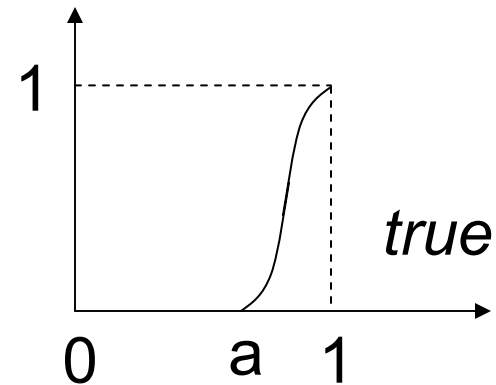
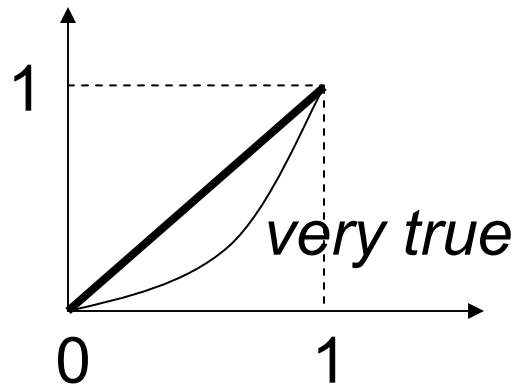
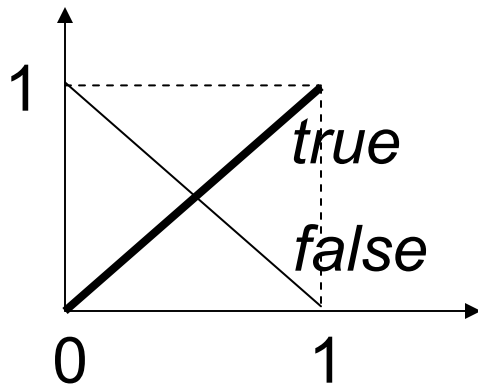
- Biến chân lý
- Mở rộng của logic kinh điển
- Suy luận xấp xỉ
- Phép kéo theo mờ

BIẾN CHÂN LÝ

- Biến chân lý là biến ngôn ngữ trên $[0,1]$ với hai phần tử sinh : *true*, *false*
- Gia tử là toán tử biến đổi ngữ nghĩa của giá trị ngôn ngữ, ví dụ, *very*, *more_or_less*

VÍ DỤ

- $\mu_{\text{true}}(t) = t$, $\mu_{\text{very true}}(t) = t^2$,
- $\mu_{\text{true}}(t) = 2((t-a)/(1-a))^2$, với $a \leq t \leq (a+1)/2$
 $1-2((1-t)/(1-a))^2$, với $(a+1)/2 \leq t \leq a$
 0 , với $t < a$



MỞ RỘNG LOGIC KINH ĐIỂN

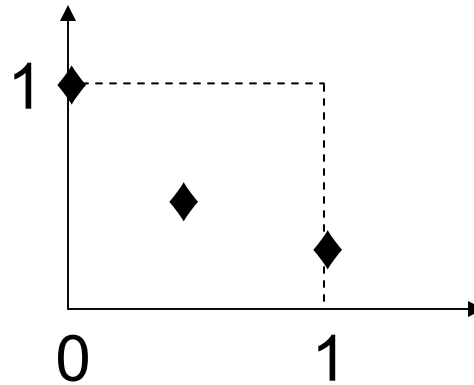
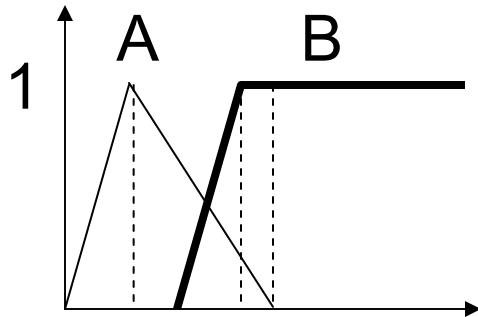
- Thành tố \rightarrow biến ngôn ngữ, các giá trị ngôn ngữ
- $\{0,1\} \rightarrow$ giá trị chân lý, đặc trưng bởi hàm thuộc
- $\neg, \wedge, \vee \rightarrow$ n, t- chuẩn, s- đối chuẩn
- Suy luận xấp xỉ
- Cho $v(A), v(B)$ là giá trị chân lý của các tập mờ A, B , thì $v(A \text{ và } B) = t(v(A), v(B))$, tương tự: $v(A \text{ hoặc } B), v(\text{không } A), \dots$

MỆNH ĐỀ MỜ VỚI GIÁ TRỊ CHÂN LÝ (Baldwin, Tsukamoto)

Cho “V là A”

P = “V là B” với giá trị chân lý \underline{P} ?

$$\mu_{\underline{P}}(t) = \sup_{u: \mu_B(u)=t} \{\mu_A(u)\}$$



→ (V, A, t)

SUY LUẬN XẤP XỈ

- Nếu x là A thì y là B $A, A' \subset X$
 Cho x là A' $B, B' \subset Y$

 Tính y là B'
- Từ $P_1 = "x \text{ là } A"$, $P_2 = "x \text{ là } A'"$, tính được $\underline{P}_1 = v(P_1)$
 $\mu_{\underline{P}_1}(t) = \sup_{u: \mu_A(u)=t} \{\mu_{A'}(u)\}$
- Từ $P_1 \rightarrow Q_1$ (với $Q_1 = "y \text{ là } B"$), tính được $\underline{P}_1 \rightarrow \underline{Q}_1$
 là **toán tử kéo theo** $I: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$,
 $I(\mu_A(u), \mu_B(v)) = \mu_{R(A,B)}(u,v)$
- Tính \underline{Q}_1 là phép hợp thành \underline{P}_1 và $\underline{P}_1 \rightarrow \underline{Q}_1$
- Từ Q_1 và \underline{Q}_1 tính B' , $\mu_{B'}(v) = \mu_{\underline{Q}_1}(\mu_B(v))$, $v \in Y$

PHÉP KÉO THEO MỜ

- $\mu_R(u,v) = \varphi(\mu_A(u), \mu_B(v))$
- Hàm $\varphi:[0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ thường được chọn sao cho phép kéo theo mờ trong các trường hợp đặc biệt “đồng nhất” với phép kéo theo kinh điển:

$$\varphi(1,1) = \varphi(0,1) = \varphi(0,0) = 1$$

$$\varphi(1,0) = 0$$

MỘT SỐ PHÉP KÉO THEO MỜ

- Mamdani (Rc): $\varphi(a,b) = \min \{a,b\}$,
- Lukasiewics (Ra): $\varphi(a,b) = \min \{1, 1-a+b\}$
- Kleene-Dienes (Rb): $\varphi(a,b) = \max \{1-a, b\}$
- Zadeh (Rm): $\varphi(a,b) = \max \{1-a, \min\{a,b\}\}$
- Standard (Rs): $\varphi_s(a,b) = 1$, nếu $a \leq b$, $=0$, $a > b$
- Goedel (Rg): $\varphi_g(a,b) = 1$, nếu $a \leq b$, $=b$, $a > b$
- Rss: $\varphi(a,b) = \min \{\varphi_s(a,b), \varphi_s(1-a,1-b)\}$
- Rsg: $\varphi(a,b) = \min \{\varphi_s(a,b), \varphi_g(1-a,1-b)\}$
- Rgs, Rgg, ...

BÀI TẬP

- Cho $A = \{(1,1), (0.6,2), (0.2,3)\} \subset \{1,2,3,4\}$
 $B = \{(0.2,2), (0.6,3), (1,4)\} \subset \{1,2,3,4\}$
- Hãy tính quan hệ mờ R cho mệnh đề “Nếu x là A thì y là B ” với các phép kéo theo mờ khác nhau !!!

VÍ DỤ - MAMDANI

Rc	1	2	3	4
1	0	0.2	0.6	1
2	0	0.2	0.6	0.6
3	0	0.2	0.2	0.2
4	0	0	0	0

CHƯƠNG 5 – SUY DIỄN MỜ

- Suy diễn mờ đơn điều kiện
- Suy diễn mờ mở rộng
- Nội suy mờ

BÀI TOÁN

- Nếu x là A thì y là B (1)
Cho x là A' (2)
 y là B' ?

Trong đó, A, A' là các tập mờ $\subset X$, B, B' là các tập mờ $\subset Y$, cần xác định B'

- Cách giải quyết:
 - Từ (1), tính quan hệ mờ $R(A, B)$
 - Tính $B' = A' \circ R$

VÍ DỤ

- Nếu x là *nhỏ* thì y là *lớn*

Cho x là *rất nhỏ*

y là B' ?

Với $nhỏ = \{(1,1), (0.6,2), (0.2,3)\} \subset \{1,2,3,4\}$

$lớn = \{(0.2,2), (0.6,3), (1,4)\} \subset \{1,2,3,4\}$,

$rất nhỏ = nhỏ^2 = \{(1,1), (0.36,2), (0.04,3)\}$

- Tính R_c như ở Ví dụ trước
- Kết quả $B' = lớn$
- Tính quan hệ mờ khác !!! Kết quả !!!

TIÊU CHUẨN SUY DIỄN “TỐT”

- Tùy theo việc lựa chọn phép kéo theo mờ, t-norm, s-conorm, ... cho các kết quả suy diễn mờ khác nhau
- Tiêu chuẩn: (i) $A'=A$ thì $B'=B$,
(ii.1) $A'=\text{very } A$ thì $B'=\text{very } B$, (ii-2) $A'=\text{very } A$ thì $B'=B$
(iii-1) $A'=\text{mol } A$ thì $B'=\text{mol } B$, (iii-2) $A'=\text{mol } A$ thì $B'=B$,
(iv) $A'=\text{not } A$ thì $B'=\text{unknown } \dots$

KIỂM TRA THEO TIÊU CHUẨN

- R_m, R_a, R_b thoả tiêu chuẩn (iv)
- R_c thoả tiêu chuẩn (i), (ii-2), (iii-2)
- R_s thoả tiêu chuẩn (i), (ii-1), (iii-1), (iv)
- R_g thoả tiêu chuẩn (i), (ii-2), (iii-1), (iv)
- R_{ss}, R_{sg} thoả tiêu chuẩn (i), (ii-1), (iii-1)
- R_{gg}, R_{gs} thoả tiêu chuẩn (i), (ii-2), (iii-1)
- ...

TIÊU CHUẨN BẮC CẦU

- Nếu x là A thì y là B
Nếu y là B thì z là C

Nếu x là A thì z là C ?
- $R_c, R_s, R_g, R_{sg}, R_{ss}, R_{gg}, R_{gs}$ thoả mãn tiêu chuẩn bắc cầu

SUY DIỄN MỜ MỞ RỘNG

- Nếu x_1 là A_1 và x_2 là A_2 và ... và x_n là A_n thì y là B

Cho x_1 là A'_1 và x_2 là A'_2 và ... và x_n là A'_n
 y là B' ?

Trong đó, A_i, A'_i là các tập mờ của biến x_i ,
 B, B' là các tập mờ của biến y , cần xác định B'

CÁCH GIẢI QUYẾT

- Xây dựng quan hệ mờ $R(A_1, A_2, \dots, A_n; B)$, sau đó tính kết luận B' từ phép hợp thành $(A'_1 \cap A'_2 \cap \dots \cap A'_n)$ và R , hoặc
- Phân tách về các bài toán con:

Nếu x_i là A_i thì y là B

Cho x_i là A'_i

Tính y là B'_i

Sau đó tính B' từ các B'_i

TIÊU CHUẨN

- Nếu dùng Rc thì B' theo cách thứ nhất bằng $B'_1 \cap B'_2 \cap \dots \cap B'_n$ theo cách thứ hai
- Nếu dùng Rm, Rss, Rsg, Rgs, Rgg thì B' theo cách thứ nhất bằng $B'_1 \cup B'_2 \cup \dots \cup B'_n$ theo cách thứ hai
- Nếu dùng Rc, Rs, Rg, Rss, Rsg, Rgs, Rgg thì cũng thoả mãn tiêu chuẩn (i) suy diễn “tốt”

SUY DIỄN MỜ ĐA ĐIỀU KIỆN

- Nếu x là A_1 thì y là B_1
Nếu x là A_2 thì y là B_2
...
Nếu x là A_k thì y là B_k
Cho x là A_0 _____
 y là B_0 ?
- Cách giải quyết: Tích hợp các quan hệ mờ $R_i(A_i, B_i)$ thành quan hệ mờ R , sau đó dùng phép hợp thành

VÍ DỤ (MIZUMOTO)

Fuzzy Rules :

$e, \Delta e \rightarrow \Delta q$

$e \setminus \Delta e$	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
NB				PB			
NM				PM			
NS				PS			
ZO	PB	PM	PS	ZO	NS	NM	NB
PS				NS			
PM				NM			
PB				NB			

