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
x1	0.1	0.2	0	1	0.7
x2	0.3	0.5	0	0.2	1
x3	0.8	0	1	0.4	0.3

S	z1	z2	z3	z4
y1	0.9	0	0.3	0.4
y2	0.2	1	0.8	0
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: $KB \cup K_0 \models_{cog} K_1$

  Logic: $KB \cup K_0 \models K_1$, $KB \cup K_0 \vdash K_1$
- 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 {┐ , $\wedge$, $\vee$, $\rightarrow$, $\leftrightarrow$,(,)},

  Tập các biểu thức: là thành tố, hoặc ┐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 $I(p)=1$ ➔ mô hình $I \subset A_R$

  $I \models p$ (I suy ra p), nếu $I(p)=1$

  Thế nào là: $I \models F$?

LOGIC KINH ĐIỂN

- Định nghĩa: $I \models F$ khi và chỉ khi
  $I(F)=1$ với $F \in A_R$, hoặc
  $I \not\models G$ với $F= \neg G$, hoặc
  $I \models G$ và $I \models H$ với $F=G \wedge H$, hoặc
  $I \models G$ hoặc $I \models H$ với $F=G \vee H$, hoặc
  $I \not\models G$ hoặc $I \models H$ với $F=G \rightarrow H$, hoặc
  $I \models G \rightarrow H$ và $I \models H \rightarrow G$ với $F=G \leftrightarrow H$

LOGIC KINH ĐIỂN

- Biểu thức F luôn đúng, nếu $\forall \mathrm{I}: \mathrm{I} \models F$, biểu thức F thoả nếu $\exists \mathrm{I}: \mathrm{I} \models F$, biểu thức F có thể sai nếu $\exists \mathrm{I}: \mathrm{I} \not\models F$, biểu thức F (luôn) không thoả nếu $\forall \mathrm{I}: \mathrm{I} \not\models F$
- 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 $\neg$, $\wedge$, v, 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

  $\Sigma \vdash_r \Sigma_1 \vdash_r \Sigma_2 \vdash_r \ldots \vdash_r \Sigma_n$, $F \in \Sigma_n$, các $r \in \Pi$

VÍ DỤ

- Cho $A_R=\{p,q,r,s\}$, mô hình $\mathrm{I}=\{p,r\}$, thì có :
  $\mathrm{I} \models (p \vee q) \wedge (r \vee s)$
  $\{r,s\} \not\models (p \vee q) \wedge (r \vee s)$
  $(p \vee q) \wedge (r \vee s)$ 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 $\Sigma \models F \rightarrow G$
- $\varnothing \models F$?
- $F_1 \wedge F_2 \wedge \ldots \wedge F_n \rightarrow G \equiv \neg F_1 \vee \ldots \vee \neg F_n \vee G$
- …

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

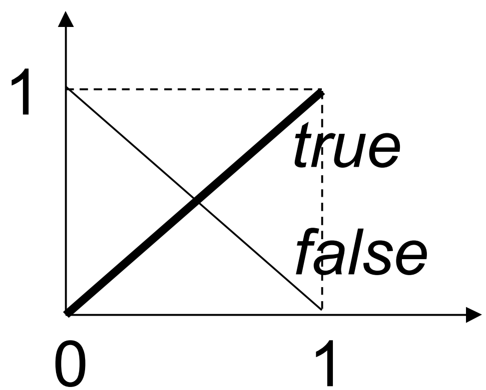
- Biến chân lý là biến ngôn ngữ trên [0,1] với hai phần tử sinh : *true*, *false*
- Gia tử là toán tử biến đổi ngữ nghĩa của giá trị ngôn ngữ, ví dụ, *very*, *more_or_less*

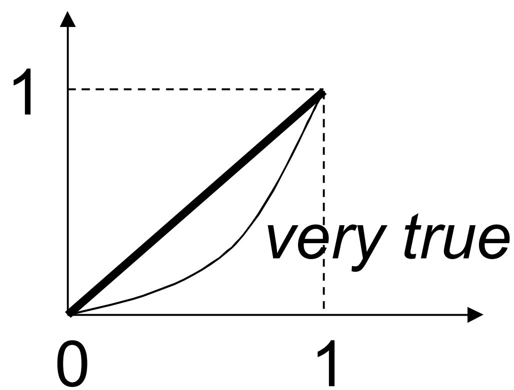
VÍ DỤ

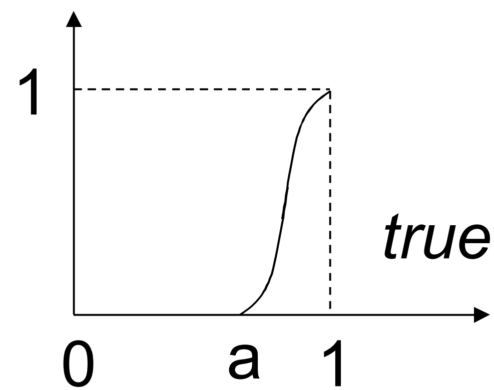
- $\mu_{true}(t) = t$, $\mu_{very\ true}(t) = t^2$,
- $\mu_{true}(t) = 2((t\text{-}a)/(1\text{-}a))^2$, với $a \le t \le (a+1)/2$

  $1\text{-}2((1\text{-}t)/(1\text{-}a))^2$, với $(a+1)/2 \le t \le a$

  0, với $t<a$







MỞ RỘNG LOGIC KINH ĐIỂN

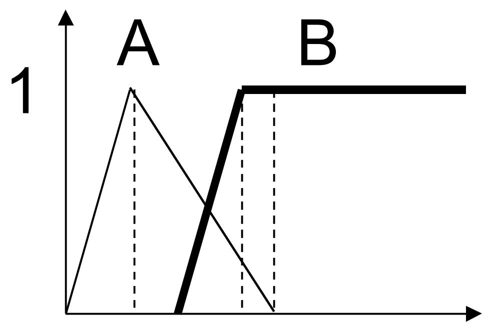
- Thành tố → biến ngôn ngữ, các giá trị ngôn ngữ
- {0,1} → giá trị chân lý, đặc trưng bởi hàm thuộc
- ┐, ∧, ∨ → n, t- chuẩn, s- đối chuẩn
- Suy luận xấp xỉ
- Cho v(A), v(B) là giá trị chân lý của các tập mờ A, B, thì v(A *và* B) = t(v(A),v(B)), tương tự: v(A *hoặc* B), v(*không* A), …

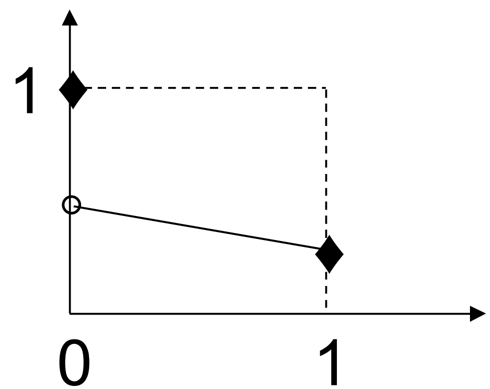
MỆNH ĐỀ MỜ VỚI GIÁ TRỊ CHÂN LÝ (Baldwin, Tsukamoto)

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 $\qquad$ A, A’ $\subset$ X
  <u>Cho x là A’</u> $\qquad$ B, B’ $\subset$ Y
  Tính y là B’
- Từ P_1=“x là A”, P_2=“x 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 là B”), tính được $\underline{P_1 \rightarrow Q_1}$ 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 $\underline{P_1 \rightarrow Q_1}$
- 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 $a \le b$, $=0$, $a > b$
- Goedel (Rg): $\varphi_g(a,b) = 1$, nếu $a \le b$, $=b$, $a > b$
- 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

5.1. SUY DIỄN MỜ ĐƠN ĐIỀU KIỆN

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

TIÊU CHUẨN SUY DIỄN “TỐT”

- Tuỳ 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’=very A thì B’=very B, (ii-2) A’=very A thì B’=B

  (iii-1) A’=mol A thì B’=mol B, (iii-2) A’=mol A thì B’=B,

  (iv) A’=not A thì B’=unknown …

KIỂM TRA THEO TIÊU CHUẨN

- Rm, Ra, Rb thoả tiêu chuẩn (iv)
- Rc thoả tiêu chuẩn (i), (ii-2), (iii-2)
- Rs thoả tiêu chuẩn (i), (ii-1), (iii-1), (iv)
- Rg thoả tiêu chuẩn (i), (ii-2), (iii-1), (iv)
- Rss, Rsg thoả tiêu chuẩn (i), (ii-1), (iii-1)
- Rgg, Rgs 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 ?

- Rc, Rs, Rg, Rsg, Rss, Rgg, Rgs thoả mãn tiêu chuẩn bắc cầu

5.2. 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
  <u>Cho x_1 là A'_1 và x_2 là A'_2 và … và x_n là A'_n</u>
  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 $R(A_1,A_2,\ldots,A_n;B)$, sau đó tính kết luận B’ từ phép hợp thành $(A'_1 \cap A'_2 \cap \ldots \cap A'_n)$ 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 $B'_1 \cap B'_2 \cap \ldots \cap B'_n$ theo cách thứ hai
- Nếu dùng Rm, Rss, Rsg, Rgs, Rgg thì B’ theo cách thứ nhất bằng $B'_1 \cup B'_2 \cup \ldots \cup B'_n$ 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 A1 thì y là B1
  Nếu x là A2 thì y là B2
  …
  Nếu x là Ak thì y là Bk
  Cho x là A0

  y là B0 ?
- Cách giải quyết: Tích hợp các quan hệ mờ Ri(Ai,Bi) thành quan hệ mờ R, sau đó dùng phép hợp thành

VÍ DỤ (MIZUMOTO)

Fuzzy Rules :

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

e \ Δe	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