

CÁC HỆ THỐNG THÔNG MINH TDK

Chương 1 – Tổng quan

Chương 2 – Biểu diễn và xử lý thông tin

Chương 3 – Một số kỹ thuật xử lý thông tin

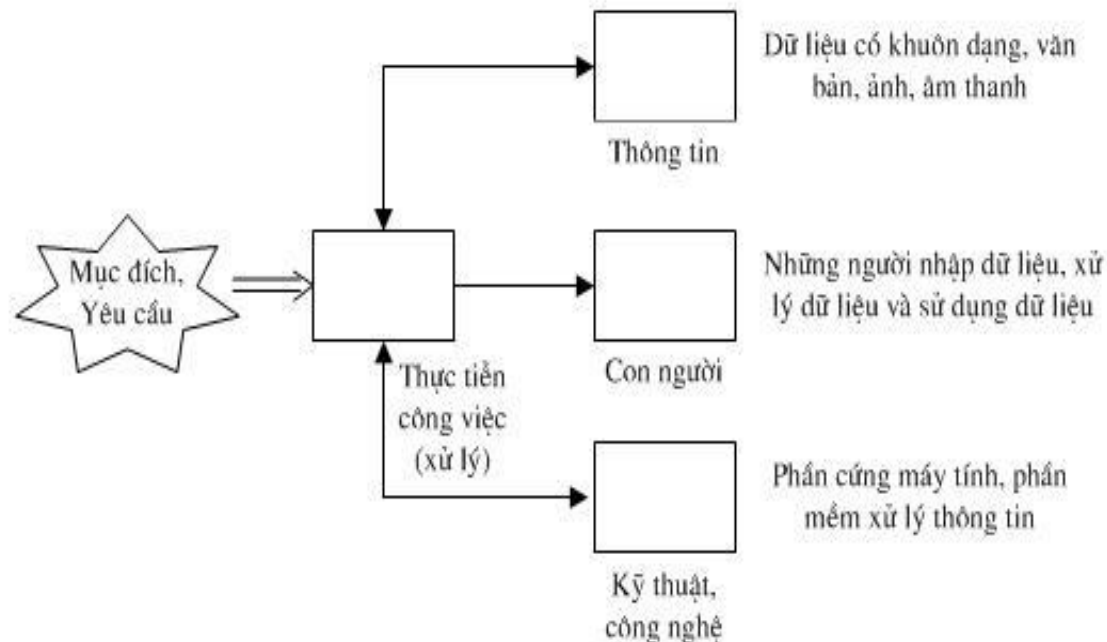
Chương 4 – Các HTTT thông minh

NỘI DUNG

- Các khuôn dạng biểu diễn và xử lý thông tin gắn với ngữ nghĩa của con người
- Các phương pháp, kỹ thuật gắn với: học, dẫn xuất, tích hợp, ra quyết định, đánh giá, lựa chọn
- Các hệ thống thông tin thông minh

Chương 1 - Tổng quan về các hệ thống thông minh

- Hệ thống là nhóm các thành phần tương tác để thực hiện một chức năng xác định hoặc phục vụ cho một mục đích nào đó.
- Hệ thống thông tin là hệ thống có mục đích lưu trữ, xử lý và truyền thông tin.

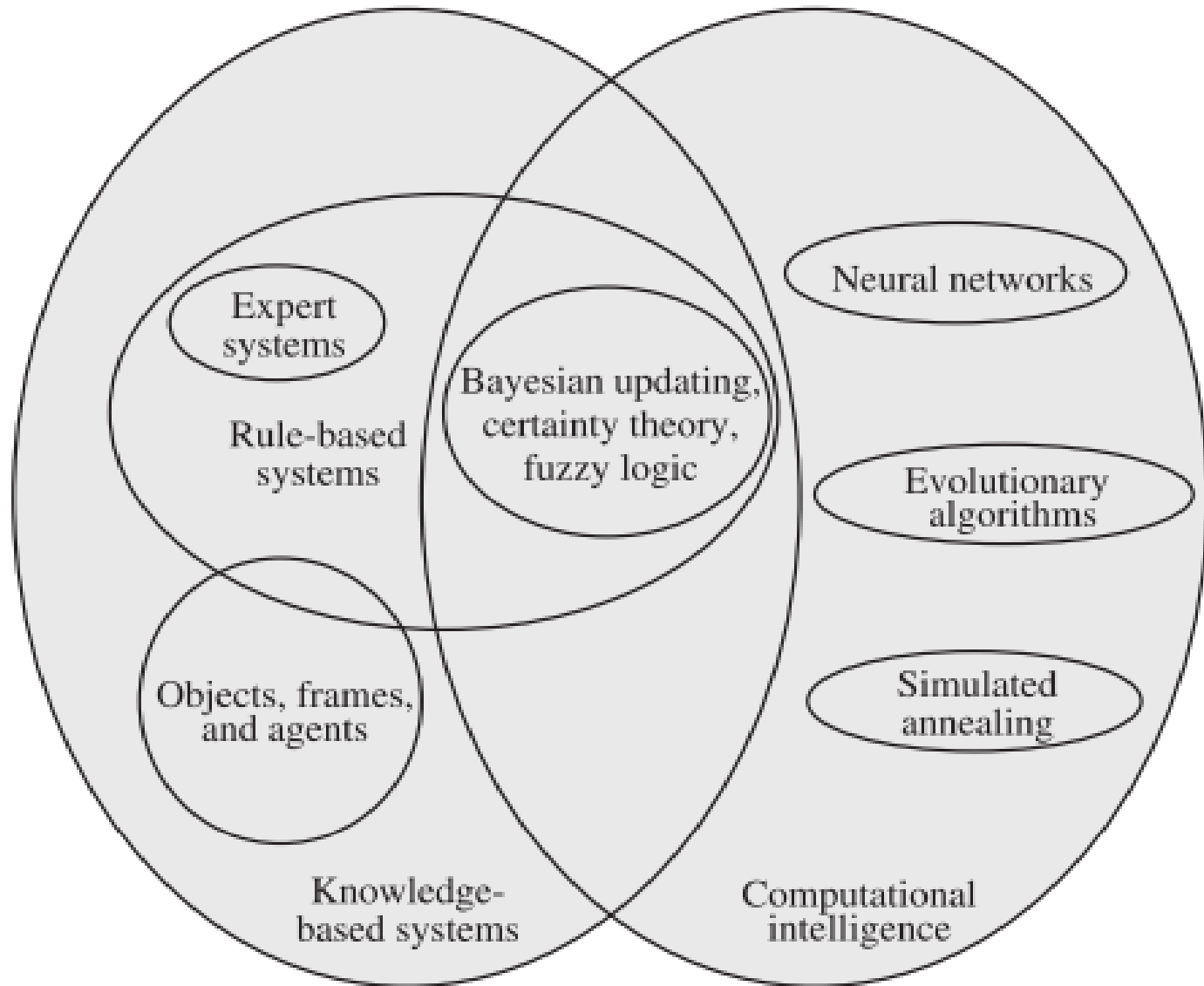


TRÍ TUỆ (intelligence)

- Các đặc trưng của tính thông minh (Gödel, Escher, Bach, D. Hofstadter, 1979): * Phản hồi mềm dẻo với các tình huống không lường trước, mơ hồ, mâu thuẫn ...
* Nhận thức được một cách tương đối tầm quan trọng của thông tin, * Tìm thấy sự tương tự và khác biệt trong số các sự vật, * Sinh ra các ý tưởng mới lạ từ các khái niệm cũ, tạo ra “suy nghĩ khác biệt”
- (Essential English Dictionary, Collins, London, 1990) - Có thể định nghĩa trí tuệ như là các khả năng:
 - Học và hiểu,
 - Giải quyết vấn đề,
 - Ra quyết định “thích hợp”

HỆ THỐNG THÔNG MINH

- Các hệ thống thông minh: * thực hiện các chức năng hữu ích, hướng đích, với các tri thức hiện có, * mô phỏng các quá trình sinh học và nhận thức của con người, * xử lý thông tin để đạt được mục tiêu, * học từ các ví dụ hoặc từ kinh nghiệm, * các chức năng thích ứng với môi trường thay đổi
- Các hệ thống sử dụng các công cụ thuộc lĩnh vực trí tuệ nhân tạo (*giúp giải quyết các bài toán mà trước đây được xem là quá khó, hoặc giúp giải quyết bài toán theo cách hiệu quả hơn*), các hệ thống thể hiện các đặc trưng gắn với trí thông minh trong các hành vi của con người như: hiểu ngôn ngữ, học suy luận, giải quyết vấn đề ...



PHÂN LOẠI CÁC HỆ THỐNG THÔNG MINH

- Các hệ cơ sở tri thức (KBS): tri thức được biểu diễn tường minh trong cơ sở tri thức chứ không ẩn trong cấu trúc của một chương trình. (rule-based, case-based, model-based, frame-based)
- Tính toán thông minh (CIs): những giải pháp cho phép máy tính tự xây dựng mô hình dựa trên quan sát và kinh nghiệm; tri thức không được phát biểu tường minh mà được biểu diễn bởi các tham số mà hệ thống có thể điều chỉnh để nâng cao độ chính xác. (mạng nơ ron nhân tạo, giải thuật di truyền, tập mờ và suy luận xấp xỉ ...)
- Các hệ lai (HS)

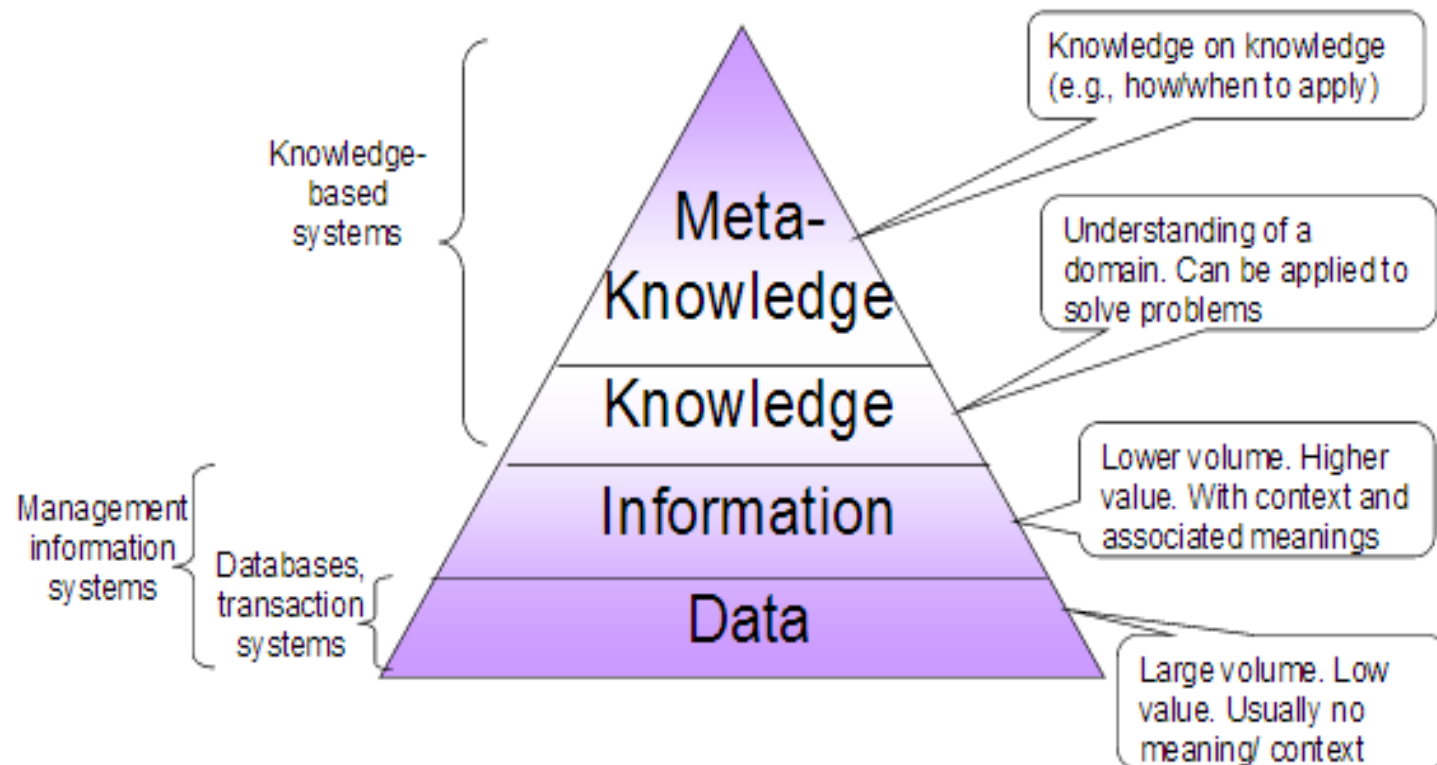
CHƯƠNG 2 - BIỂU DIỄN VÀ XỬ LÝ THÔNG TIN

Nội dung:

- Thông tin, biểu diễn và xử lý thông tin
- Thông tin gắn với ngữ nghĩa của con người

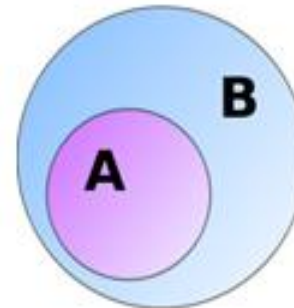
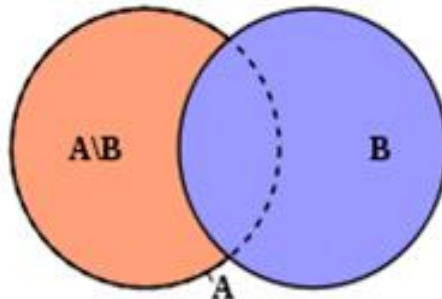
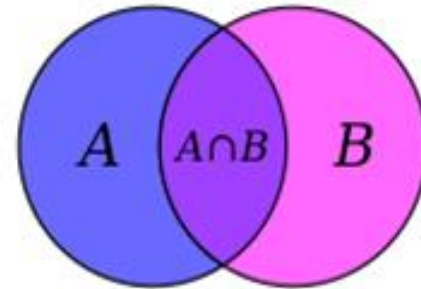
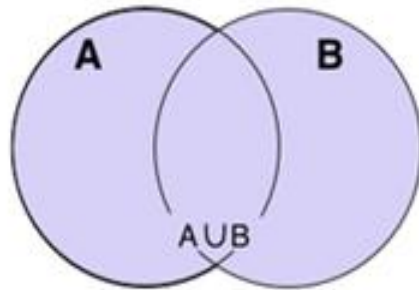
2.1. THÔNG TIN

- Dữ liệu là các ký hiệu hoặc các sự kiện. Thông tin là dữ liệu ở khuôn dạng phù hợp với việc sử dụng của con người, xét theo ngữ cảnh, ngữ nghĩa.

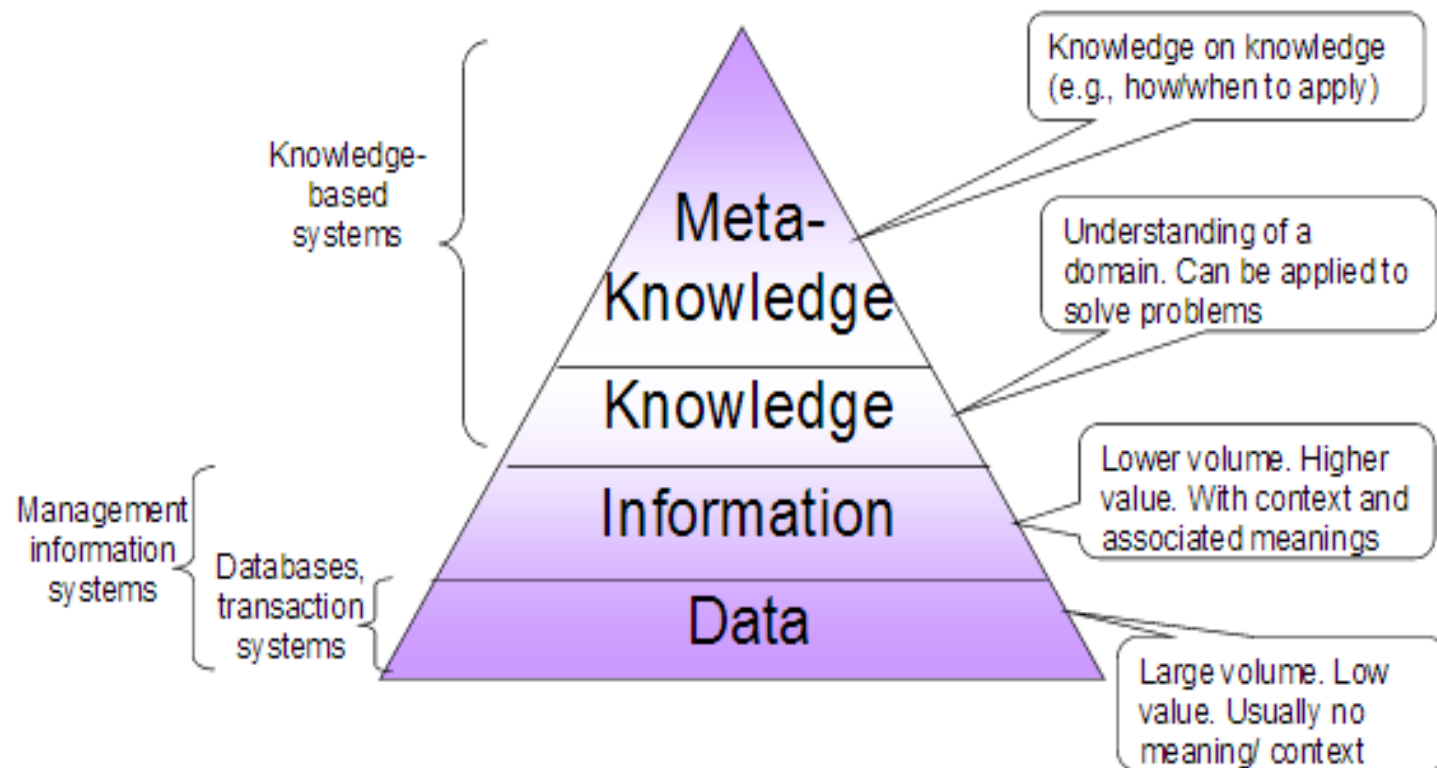


BIỂU DIỄN THÔNG TIN

- Thông tin: tập hợp, quan hệ, ...
- Tập hợp là bộ sưu tập các đối tượng xác định
- Tập con: A là tập con của B (A bao hàm trong B), nếu $\forall x : x \in A$ thì cũng có $x \in B$
- Các phép toán



- Tích đề các của hai tập hợp A và B là một tập hợp chứa tất cả các bộ có dạng (a, b) với a là một phần tử của A và b là một phần tử của B . Ta có $A \times B = \{ (a,b) \mid a \in A \text{ và } b \in B \}$
- Quan hệ R giữa A và B là tập con của tích đề các $A \times B$
- Xử lý thông tin
 - Tuyển, hội thông tin: phép toán hợp, giao
 - Tích hợp thông tin: gộp, lấy trung bình
 - Dẫn xuất thông tin: bắc cầu, hợp giải
- Các bài toán: Tích hợp, đánh giá, sắp xếp, lựa chọn, ra quyết định ...



- Dữ liệu là các ký hiệu hoặc các sự kiện. Thông tin là dữ liệu ở khuôn dạng phù hợp với việc sử dụng của con người, xét theo ngữ cảnh, ngữ nghĩa.

PHÂN LOẠI TRI THỨC

- Tri thức mô tả (what): về tình huống, về lĩnh vực ... biểu diễn không gian bài toán
- Tri thức thủ tục (how): về xử lý bài toán, về phương pháp, ... tìm kiếm trên không gian bài toán
- Tri thức điều khiển (heuristic): ước lượng, suy đoán, ... khi chọn toán tử, chọn đường đi, chọn luật áp dụng
- Trí tuệ, sự thông minh dựa trên nền tảng của tri thức, phụ thuộc vào việc vận dụng, xử lý tri thức

TRI THỨC TRONG GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

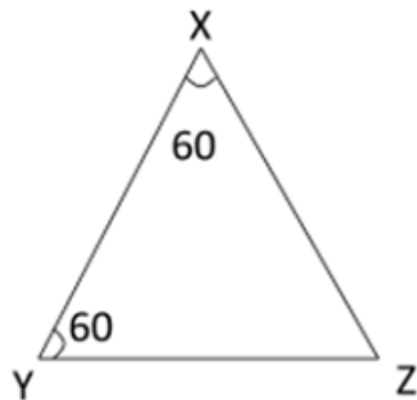
- Tri thức của lĩnh vực:
 - Là toàn bộ những hiểu biết về lĩnh vực đó
 - Gồm: khái niệm, đối tượng, quan hệ giữa chúng, luật tồn tại giữa chúng, ...
 - Cần biểu diễn trong lược đồ ghi nhận tri thức
- Để giải bài toán AI cần:
 - Tri thức về bài toán (có thể nhiều)
 - Phương tiện để xử lý tri thức như: tìm, cập nhật, suy diễn, ...

VÍ DỤ - BÀI TOÁN HÌNH HỌC

Cho $X = 60^\circ$, $Y = 60^\circ$, chứng minh $XY = XZ$, $XY = YZ$

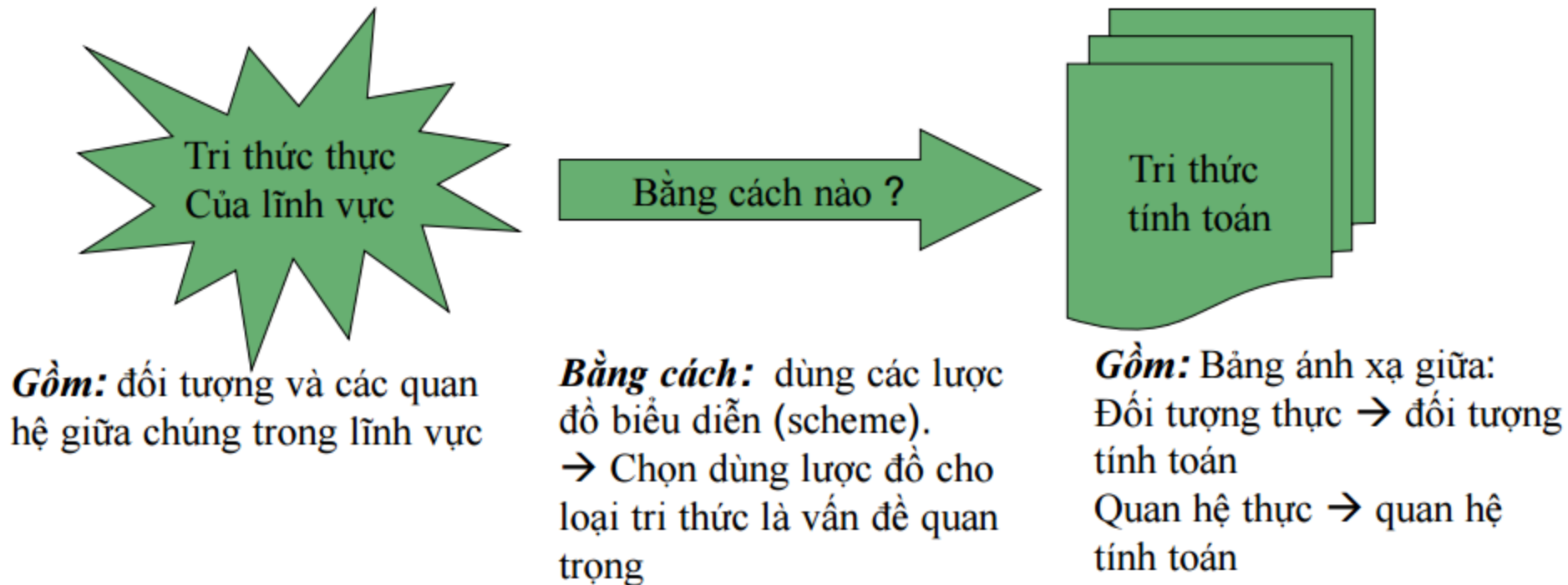
Mô tả:

- Sự kiện: $\text{bangcanh}(XY,ST)$, $\text{bangcoc}(X,Y)$, $\text{bangcanh1}(XT,UV)$, $\text{bangcoc1}(X,a)$
- Luật:
 - $\text{bangcanh}(XY,ST) \Rightarrow \text{bangcanh}(XY,TS)$
 - $\text{bangcanh1}(XY,UV) \wedge \text{bangcanh1}(ST,UV) \Rightarrow \text{bangcanh}(XY,ST)$
 - $\text{bangcanh}(XY,ST) \Rightarrow \text{bangcanh}(ST,XY)$
 - $\text{bangcoc}(X,Y) \Rightarrow \text{bangcanh}(XZ,YZ)$
 - $\text{bangcoc1}(X,a) \wedge \text{bangcoc1}(Y,a) \Rightarrow \text{bangcoc}(X,Y)$
 - $\text{bangcoc1}(X,a) \wedge \text{bangcoc1}(Y,b) \Rightarrow \text{bangcoc1}(Z, 180-a-b)$
- Ban đầu: $\text{bangcoc1}(X,60)$, $\text{bangcoc1}(Y,60)$
- Đích: $\text{bangcanh}(XY,XZ)$, $\text{bangcanh}(XY,YZ)$

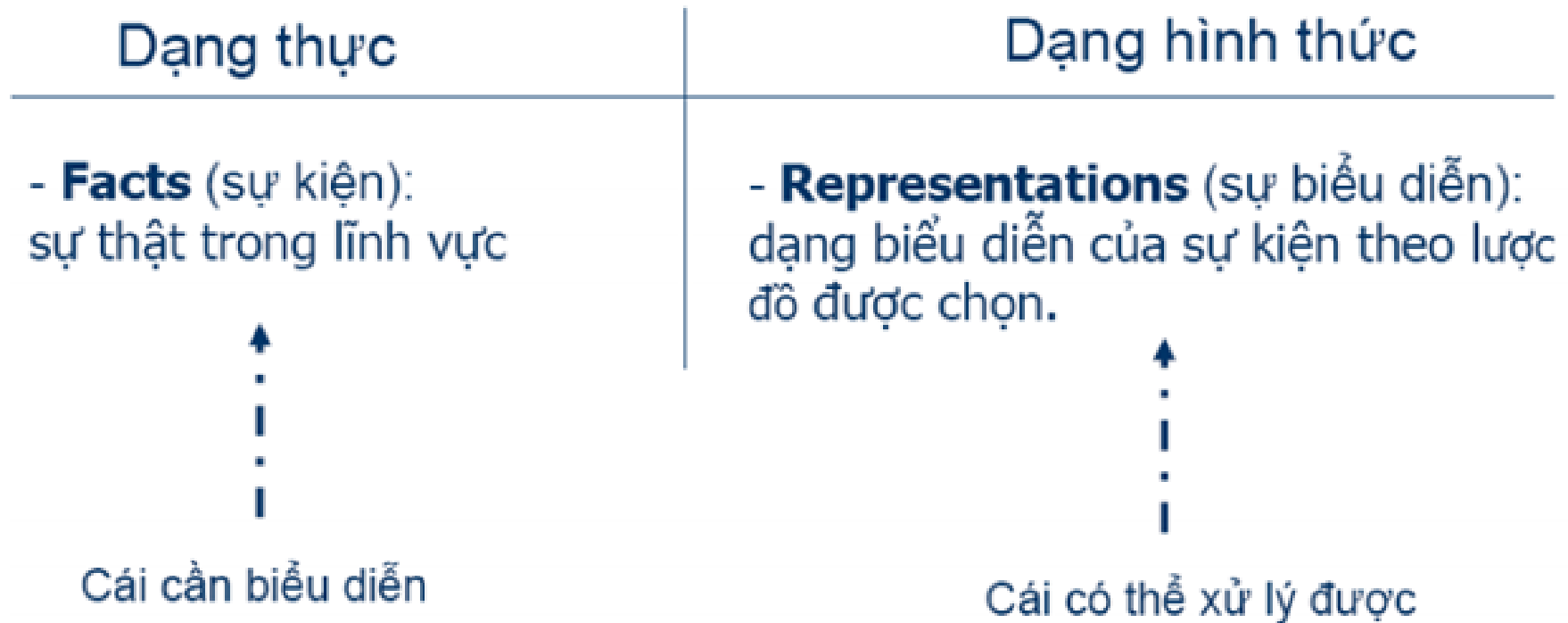


BIỂU DIỄN TRI THỨC

- Biểu diễn tri thức là việc đưa tri thức vào máy tính, có ý nghĩa khi việc xử lý tri thức được thực hiện
- Là phương pháp mã hoá tri thức, nhằm thành lập cơ sở tri thức cho các hệ thống dựa trên tri thức.



HÌNH THỨC HÓA

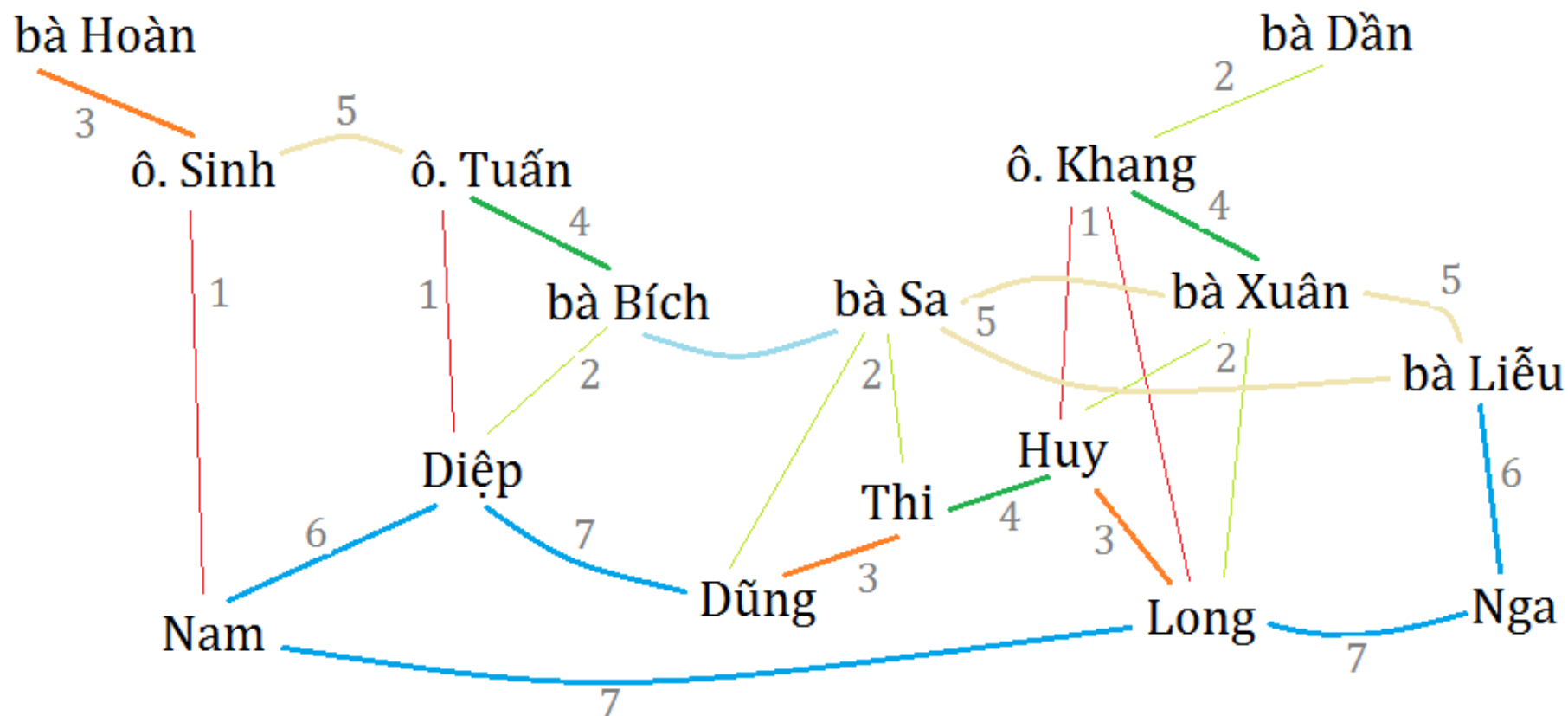


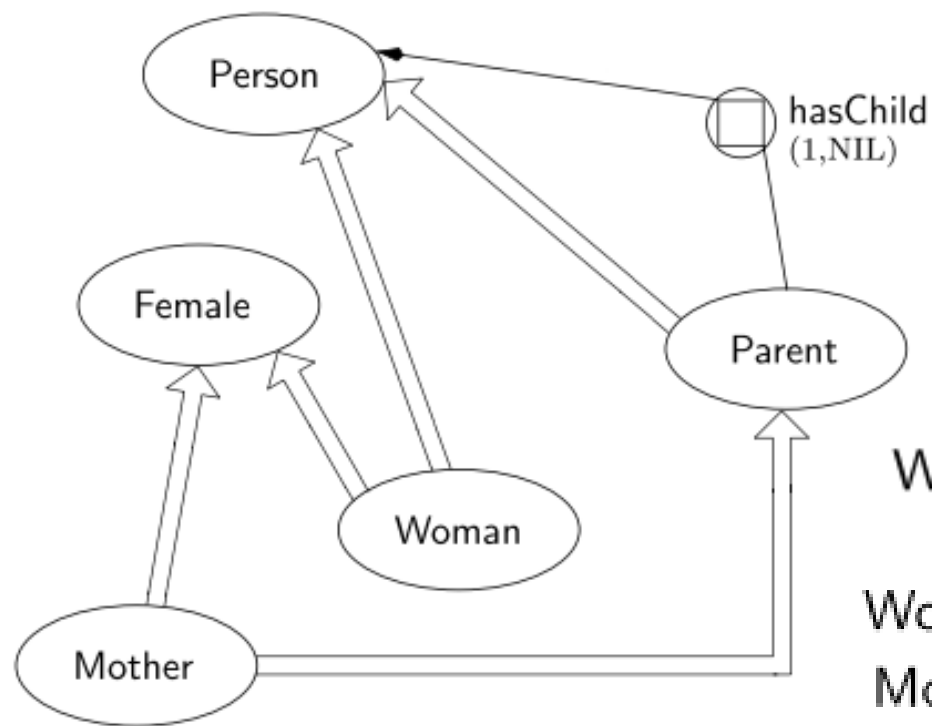
- **Mức tri thức**: các sự kiện, gồm cách hành xử của agent (tác tử) và mục tiêu hiện tại, được mô tả.
- **Mức ký hiệu**: sự biểu diễn các đối tượng trong mức tri thức được viết ra ở dạng ký hiệu để có thể xử lý được bằng chương trình.

CÁC PHƯƠNG PHÁP BIỂU DIỄN

- Lược đồ logic: dùng các biểu thức trong logic hình thức, áp dụng các luật dẫn xuất
- Lược đồ thủ tục: dùng tập các chỉ thị lệnh để giải quyết vấn đề
- Lược đồ mạng: dạng đồ thị; các đỉnh như là các đối tượng hoặc khái niệm, các cung như là quan hệ giữa chúng
- Lược đồ cấu trúc: mở rộng của lược đồ mạng; bằng cách cho phép các nút có thể là một cấu trúc dữ liệu phức tạp gồm các khe (slot) có tên và trị hay một thủ tục

HƯƠNG VỊ TÌNH THÂN





Female \sqcap Person(ANNA)
 hasChild(ANNA, JACOPO)

Woman \sqsubseteq Person

Woman \equiv Person \sqcap Female

Mother \equiv Woman $\sqcap \exists$ hasChild.Person

Man \equiv Person $\sqcap \neg$ Woman

Father \equiv Man $\sqcap \exists$ hasChild.Person

Parent \equiv Father \sqcup Mother

Grandmother \equiv Mother $\sqcap \exists$ hasChild.Parent

MotherWithManyChildren \equiv Mother $\sqcap \geq 3$ hasChild

MotherWithoutDaughter \equiv Mother $\sqcap \forall$ hasChild. \neg Woman


Wife \equiv Woman $\sqcap \exists$ hasHusband.Man

TRI THỨC VÀ SUY DIỄN

- Tri thức là sự hiểu biết về thông tin, về một miền ứng dụng, gắn với giải quyết vấn đề.
- Cho KB là một cơ sở tri thức, $K0, K1$ là (tập) các thể hiện
Quan hệ nhận thức của con người: $KB, K0 \models_{\text{cog}} K1$
Quan hệ suy ra dựa trên tri thức: $KB, K0 \models K1$
Quan hệ dẫn xuất từ tri thức (thủ tục): $KB, K0 \vdash K1$
- Các bài toán:
Kiểm tra KB thỏa, không có mâu thuẫn ?
Cho C là một khái niệm, kiểm tra $KB \models C$?
Cho F là một thể hiện, ví dụ, $F = C(a)$, kiểm tra $KB \models F$?
Truy hồi: tính $\{ a \mid KB \models C(a) \}$
Hiểu, hiện thực: $\{ C \mid KB \models C(a) \}$

2.2. THÔNG TIN GẮN VỚI NGỮ NGHĨA CỦA CON NGƯỜI

- 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

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

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

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

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 được biểu diễn bởi hàm thuộc $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$, với $\mu_A(u)$ là độ thuộc của phần tử $u \in X$ vào
Biểu diễn: $A = \{ (u, \mu_A(u)) \mid u \in X \text{ và } \mu_A: X \rightarrow [0,1] \}$
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

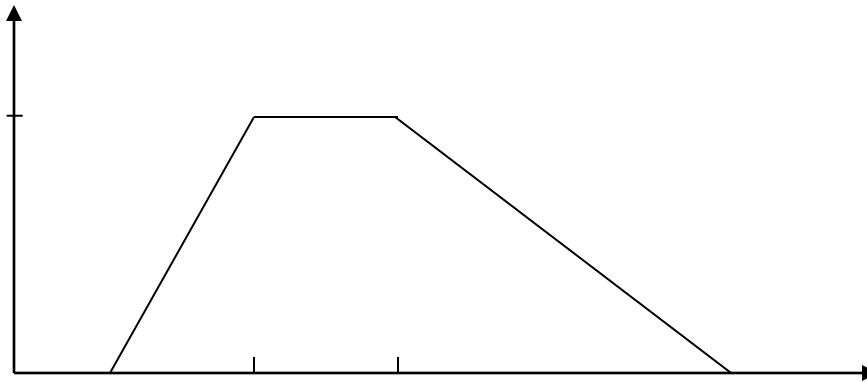
$$A = \frac{\mu_A(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_A(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{\mu_A(u_n)}{u_n} = \sum_{u_i \in X} \frac{\mu_A(u_i)}{u_i}$$

- X không hữu hạn

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

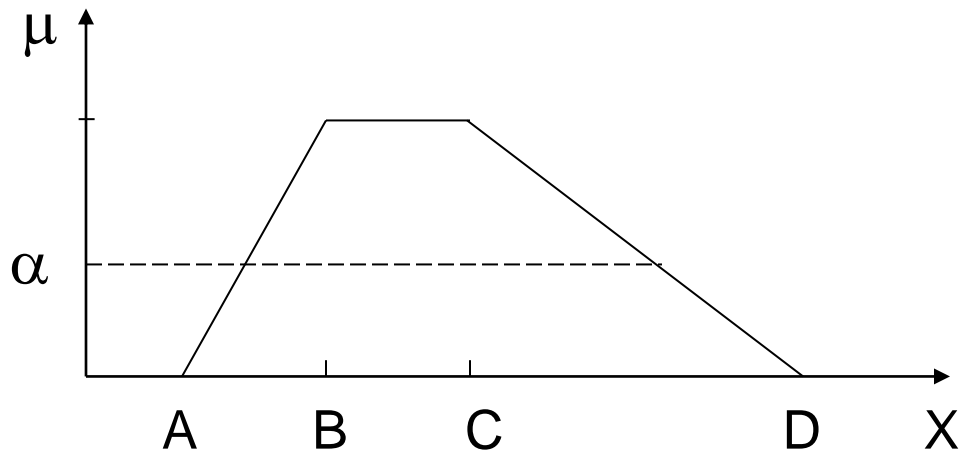
CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA TẬP MỜ

- *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

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

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

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

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

$$A = \frac{0.5}{x_1} + \frac{0.7}{x_2} + \frac{0.8}{x_3} + \frac{0.1}{x_4}$$

$$B = \frac{0.4}{x_1} + \frac{1.0}{x_2} + \frac{0.3}{x_3} + \frac{0.3}{x_4}$$

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

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

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

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: $n(t(a,b)) = s(n(a),n(b))$
- Tổng quát: dùng s cho phép hợp, dùng t cho phép
giao các tập mờ

VÍ DỤ

- Zadeh (t_3, s_3): $\min(a, b)$, $\max(a, b)$, $1-a$
- Hamacher ($t_{2.5}, s_{2.5}$): $ab / (a+b-ab)$,
 $(a+b-2ab) / (1-ab)$, $1-a$
- Algebraic (t_2, s_2): $a.b$, $a+b-a.b$, $1-a$
- Bounded (t_1, s_1): $\max(a+b-1, 0)$, $\min(a+b, 1)$, $1-a$
- Einstein ($t_{1.5}, s_{1.5}$): $ab / [2-(a+b-ab)]$,
 $(a+b) / (1+ab)$, $1-a$
- Cực biên (t_0, s_0): $(b=1: a, a=1: b, \text{ else } 0)$,
 $(b=0: a, a=0: b, \text{ else } 1)$, $1-u$

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

QUAN HỆ MỜ

- Cho các không gian X, Y , quan hệ mờ trên $X \times Y$ là $R = \{((x, y), \mu_R(x, y)) \mid (x, y) \in X \times Y\}$

- Ví dụ:

$$\begin{aligned}\mu_R(x, y) &= 0, \text{ với } x \leq y; \\ &1, \text{ với } x > 1.1y \\ &(x - y) / 10y, \text{ với } y < x \leq 1.1y\end{aligned}$$

- Ví dụ:

$$\begin{aligned}\mu_R(x, y) &= 0, \text{ với } x \leq y \\ &1 / (1 + (x - y)^{-2}), \text{ với } x > y\end{aligned}$$

CÁC PHÉP TOÁN

- Phép \cup , \cap , ... giống như với tập mờ
- Phép chiếu

$$R^{(1)} = \{(x, \max_y \mu_R(x,y)) \mid (x,y) \in X \times Y\} \subseteq X$$

$$R^{(2)} = \{(y, \max_x \mu_R(x,y)) \mid (x,y) \in X \times Y\} \subseteq Y$$

- Lưu ý:
 - Có thể có nhiều quan hệ khác nhau nhưng có kết quả phép chiếu giống nhau
 - Có thể mở rộng quan hệ n-ngôi

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 $T = R \circ S \subseteq X \times Z$

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

- 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		z1	z2	z3	z4					
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					

TÍNH CHẤT PHÉP HỢP THÀNH

- Phép hợp thành max-min thoả tính chất kết hợp
 $(R1 \circ R2) \circ R3 = R1 \circ (R2 \circ R3)$
- Quan hệ mờ trên $X \times X$
 - Phản xạ: $\mu_R(x, x) = 1 \quad \forall x \in X$
 - Đối xứng: $\mu_R(x, y) = \mu_R(y, x) \quad \forall x, y \in X$
 - Phản đối xứng: nếu $\mu_R(x, y) > 0$ và $x \neq y$ thì $\mu_R(y, x) = 0$
 - Bắc cầu: R bắc cầu, nếu $R \circ R \subset R$
 - Nếu R phản xạ và bắc cầu thì $R \circ R = R$
 - Các quan hệ đặc biệt trên $X \times X$: quan hệ xấp xỉ, quan hệ tương tự, quan hệ ưu tiên, ...

PHÉP KÉO THEO MỜ

- Cho $A \subseteq X$, $B \subseteq Y$, thì $A \rightarrow B$ là một quan hệ mờ xác định trên $X \times Y$, với

$$\mu_R(u,v) = \varphi(\mu_A(u), \mu_B(v))$$

- 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, ...

ỨNG DỤNG TRONG SUY LUẬN XẤP XỈ

- 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 $B' = A' \circ R$

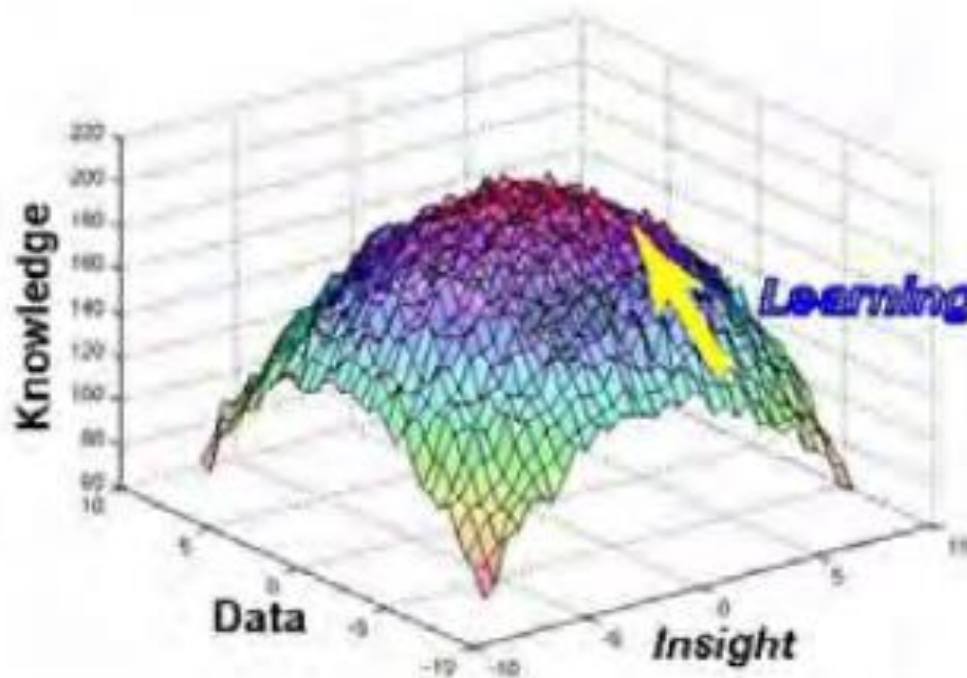
CHƯƠNG 3 - MỘT SỐ KỸ THUẬT XỬ LÝ THÔNG TIN

- Mô hình hóa
- Tích hợp, đánh giá, lựa chọn, ra quyết định
- Dẫn xuất thông tin

3.1. MÔ HÌNH HÓA

- Mô hình là một biểu diễn đơn giản hóa, trừu tượng hóa hiện thực
- Mô hình bao gồm 2 thành phần: (i) một lý thuyết tổng quát, (ii) một mô tả cụ thể cho đối tượng hoặc hệ thống
- Mô hình hóa là thiết lập mô hình cho một bài toán, Quá trình đi từ xác lập các *tham* số của mô hình cho đến khi điều khiển được mô hình "ăn khớp" với hoạt động của hệ thống thực.

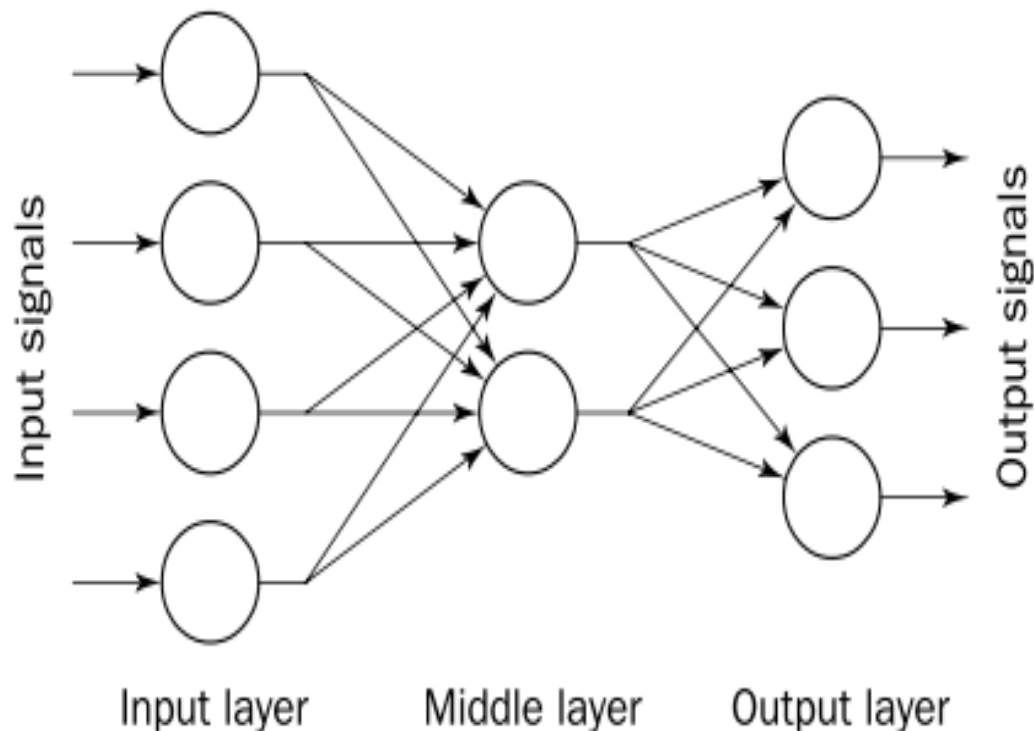
Learning: Data + Insight \rightarrow Knowledge

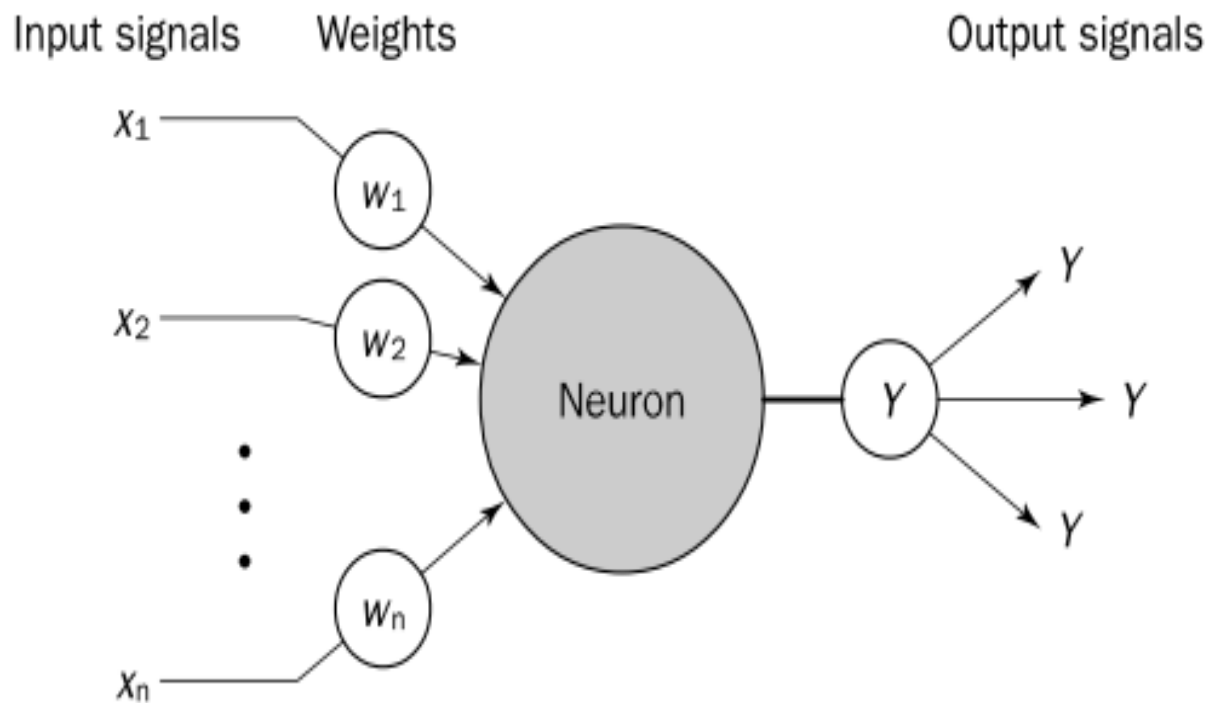


Nguồn: Robert Stengel, Robotics and Intelligent Systems,
Princeton University, 2017,
www.princeton.edu/~stengel/MAE345.html

MẠNG NƠ RON NHÂN TẠO

- Mạng nơ ron: các nơ ron, các lớp vào, lớp giữa, lớp ra, hàm chuyển
- Các tham số của mạng nơ ron: các trọng số w_i





Hàm chuyển

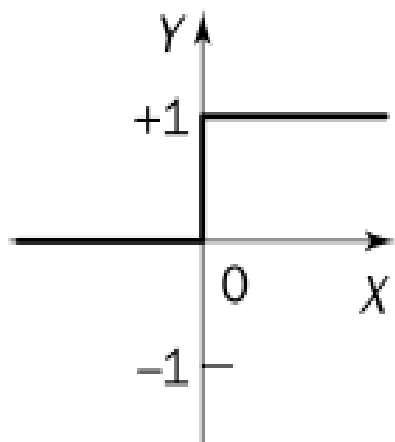
$$X = \sum_{i=1}^n x_i w_i \quad Y = \begin{cases} +1 & \text{if } X \geq \theta \\ -1 & \text{if } X < \theta \end{cases}$$

hoặc là

$$Y = \text{sign} \left[\sum_{i=1}^n x_i w_i - \theta \right]$$

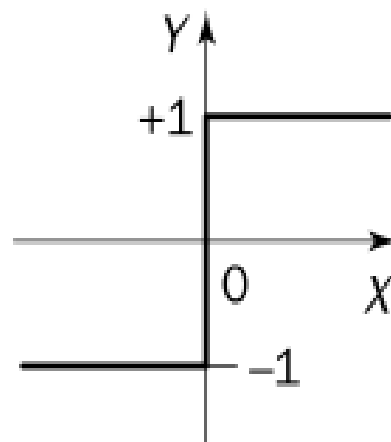
Các dạng hàm chuyển khác

Step function



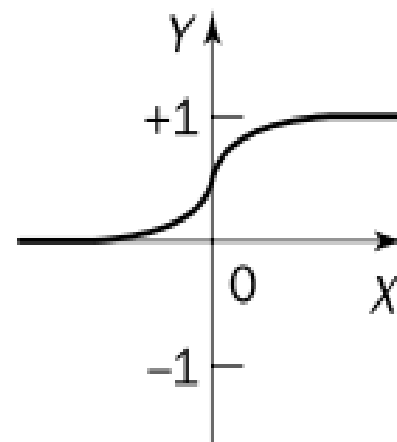
$$y_{step} = \begin{cases} 1, & \text{if } X \geq 0 \\ 0, & \text{if } X < 0 \end{cases}$$

Sign function



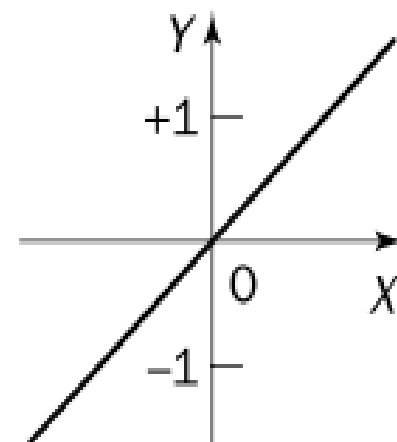
$$y_{sign} = \begin{cases} +1, & \text{if } X \geq 0 \\ -1, & \text{if } X < 0 \end{cases}$$

Sigmoid function



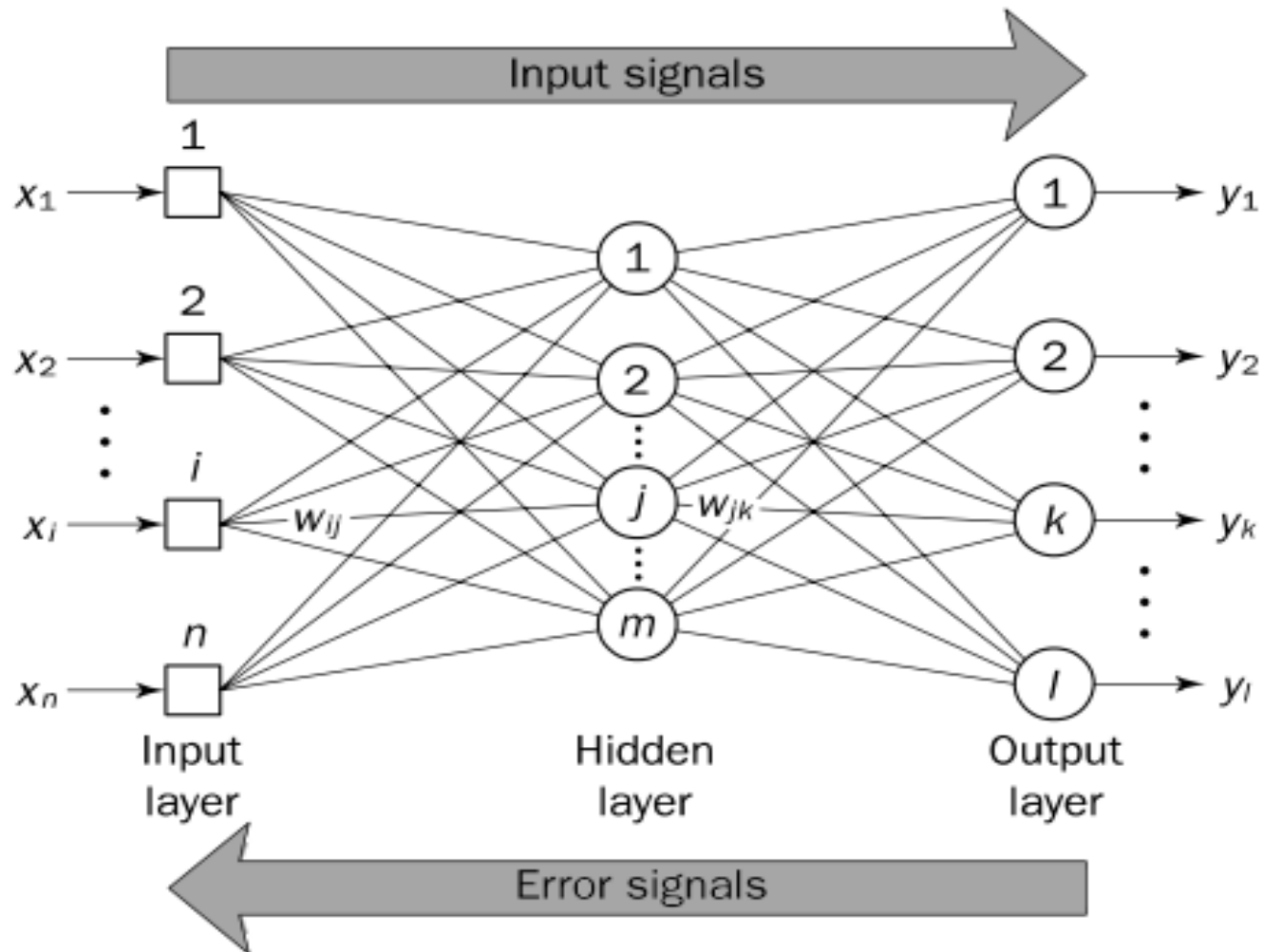
$$y_{sigmoid} = \frac{1}{1 + e^{-X}}$$

Linear function



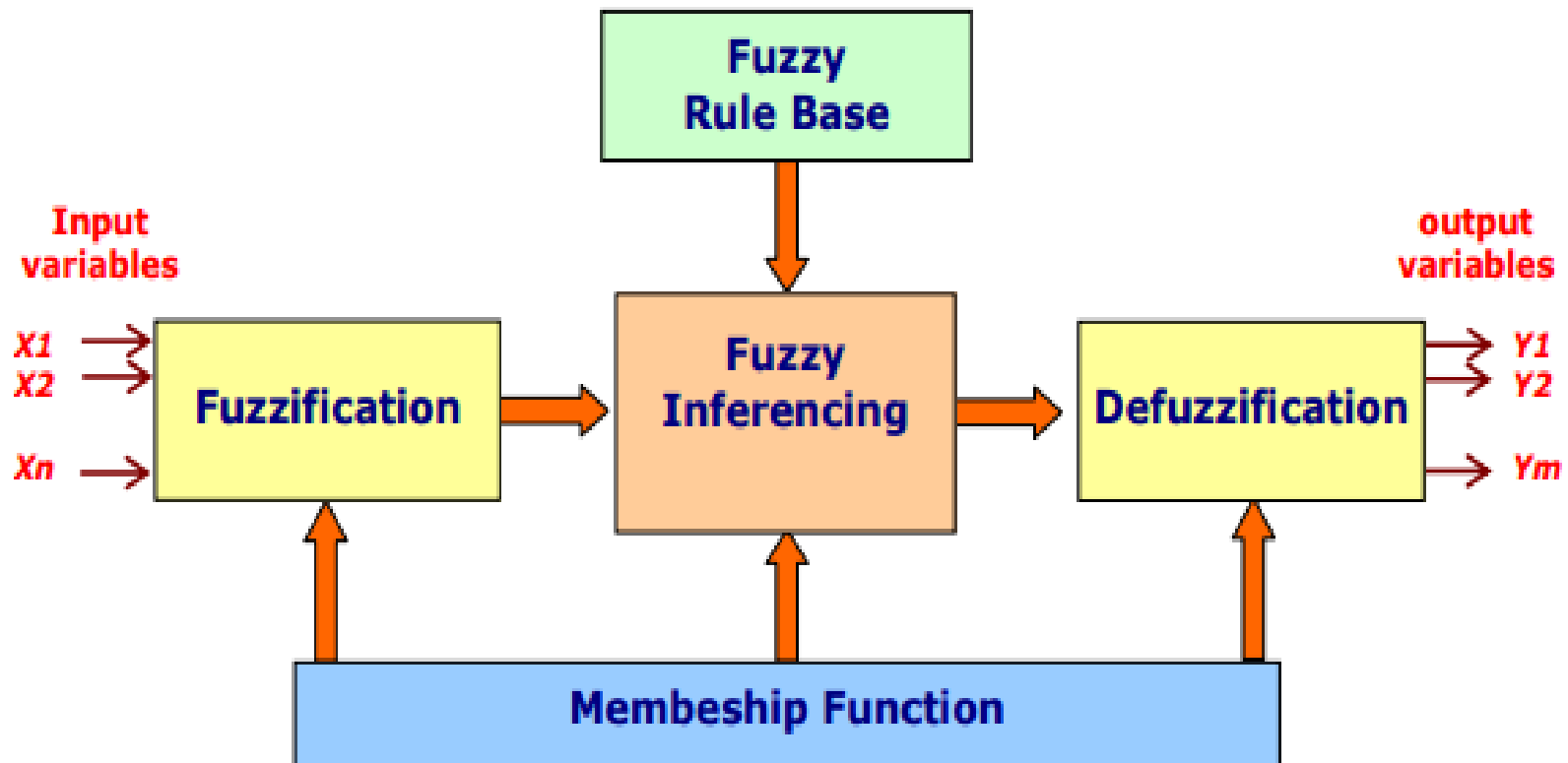
$$y_{linear} = X$$

Huấn luyện mạng: quá trình lặp, tính toán trọng số thông qua lan truyền ngược sai số



MÔ HÌNH MỜ

- Các thành phần : mờ hóa, suy diễn mờ, khử mờ, luật mờ và các hàm thuộc
- Các tham số của mô hình mờ : hàm thuộc của các tập mờ



Xây dựng hệ mờ từ bộ dữ liệu vào – ra:

Cho: N bộ dữ liệu $(x_1^p, \dots, x_n^p, y^p)$, với $p = 1, 2, \dots, N$

Cần xây dựng hệ mờ có n biến vào X_1, \dots, X_n và 1 biến ra Y

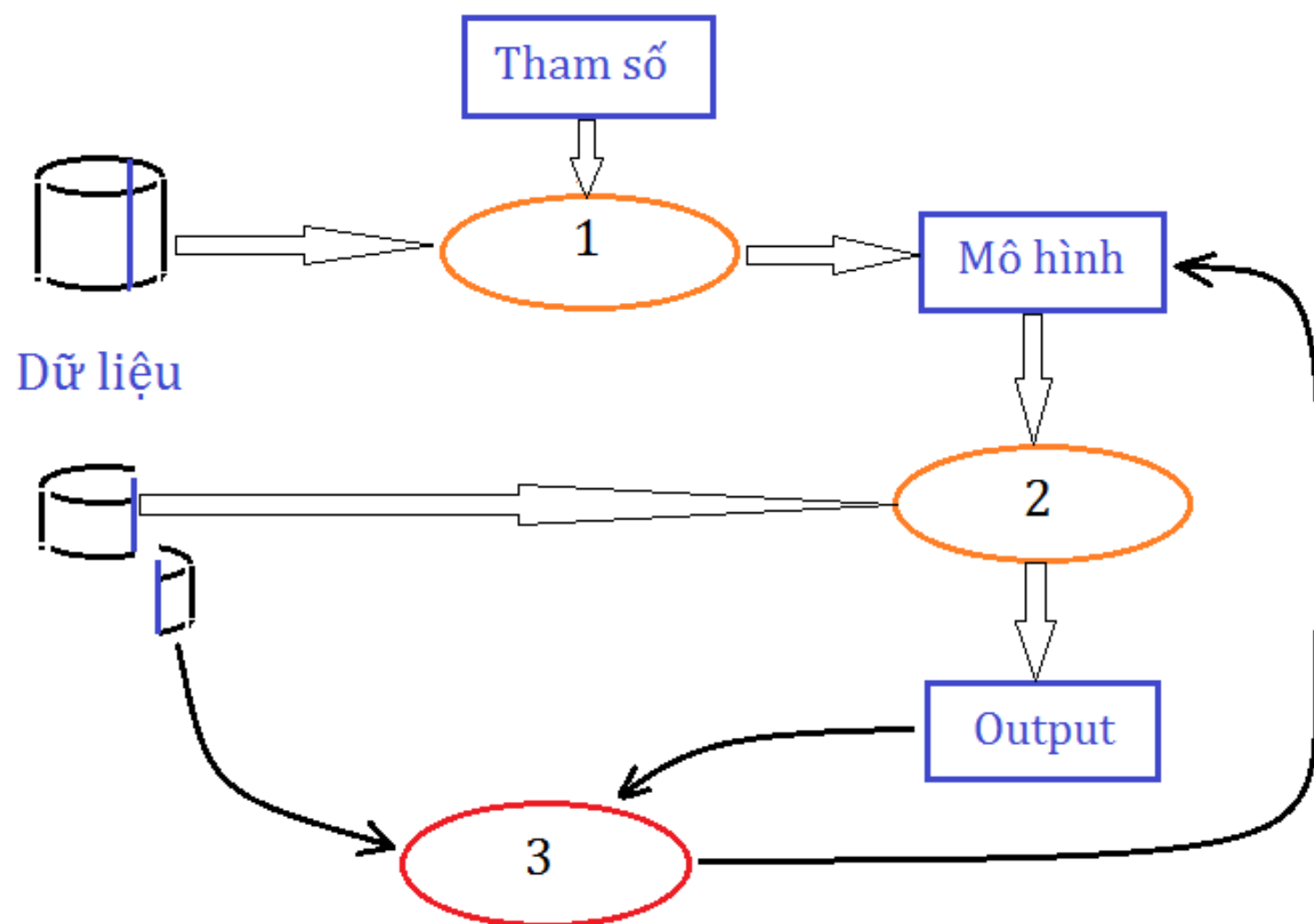
Bước 1: Xác định các tập mờ cho mỗi biến, sao cho, hợp các giá đỡ các tập mờ của một biến chứa tất cả dữ liệu tương ứng với biến đó trong bộ dữ liệu. Ví dụ, biến X_i có các tập mờ $A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ir}$, có $\bigcup \text{supp}(A_{ij}) = [\alpha_i, \beta_i]$ và mọi $x_i^p \in [\alpha_i, \beta_i]$

(có thể dùng các dạng tập mờ tam giác, hình thang, ...)

Bước 2: Với bộ dữ liệu $(x_1^p, \dots, x_n^p, y^p)$, giả sử với biến vào X_i , có $x_i^p \in \text{supp}(A_{ij})$, với độ thuộc μ_{ij}^p , $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, r$, và biến ra Y , có $y^p \in \text{supp}(B_j)$, với độ thuộc μ_{n+1}^p , thì sinh được một luật

Nếu X_1 là A_{1j} và ... và X_n là A_{nj} thì Y là B_j với độ thuộc $\prod \mu_{ij}^p$

Bước 3: Với mỗi bộ $(A_{1j}, \dots, A_{nj}, B_j)$ có thể có nhiều luật được sinh ra, thì chỉ giữ lại luật có độ thuộc lớn nhất. Nếu có các luật có cùng về trái, nhưng khác về phải, thì chỉ giữ lại luật có độ thuộc lớn hơn



3.2. RA QUYẾT ĐỊNH, TÍCH HỢP, LỰA CHỌN, ĐÁNH GIÁ

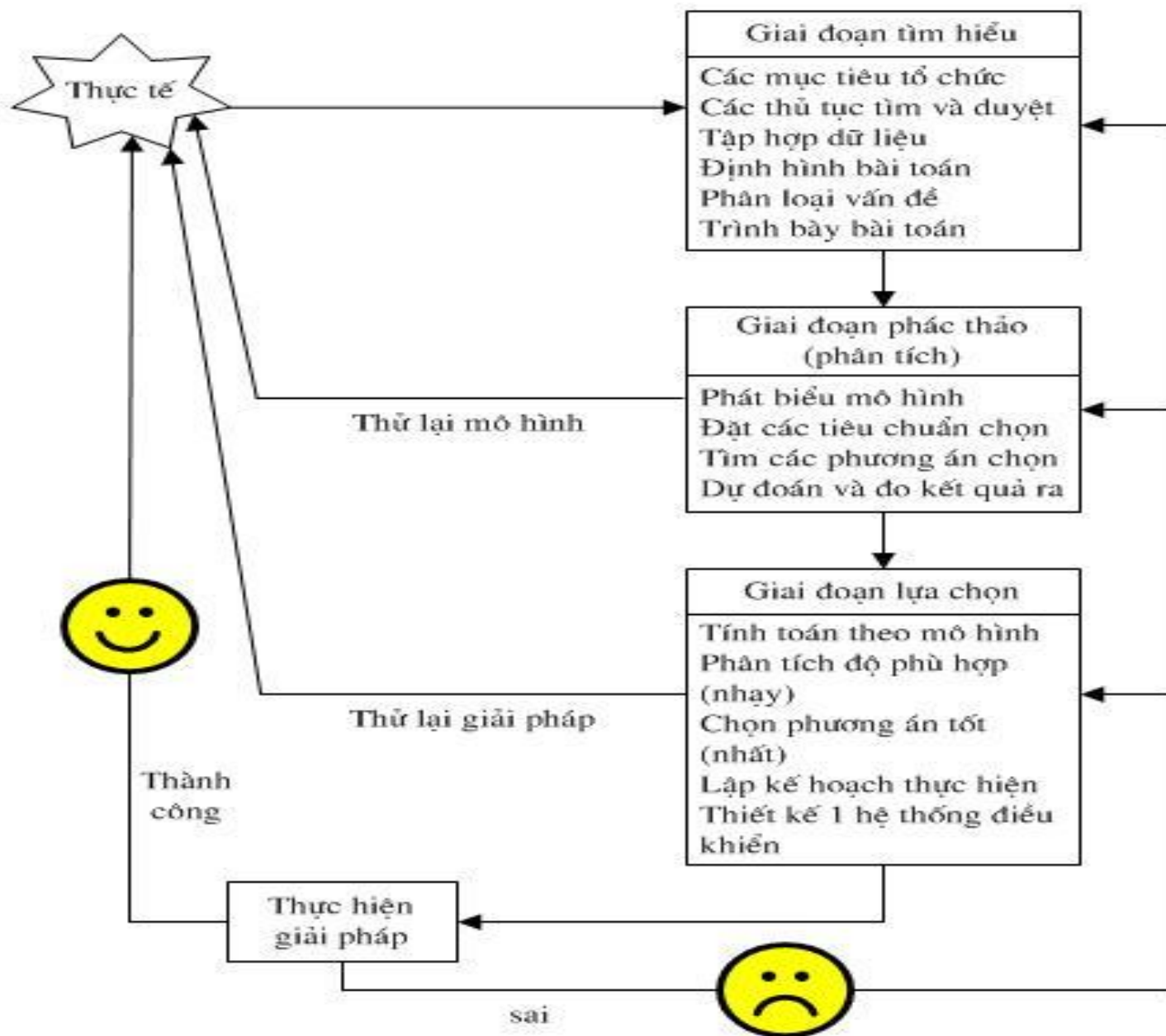
Nội dung:

Đánh giá, lựa chọn, ra quyết định

Tích hợp thông tin

QUÁ TRÌNH RA QUYẾT ĐỊNH CỦA CON NGƯỜI





ĐẶT BÀI TOÁN RA QUYẾT ĐỊNH

$O = f (cv_1, cv_2, \dots, cv_m, uv_1, uv_2, \dots, uv_n)$,
trong đó:

O là hàm mục tiêu,

cv_i là các biến quyết định (biến điều khiển được),

uv_i là các biến môi trường (biến không điều khiển được)

RA QUYẾT ĐỊNH ĐA THUỘC TÍNH

- Lựa chọn trong số các phương án được đặc trưng bởi nhiều thuộc tính
- Dùng bảng biểu diễn giá trị của các phương án tại các thuộc tính tương ứng

Các phương án	Các thuộc tính
	Các giá trị

- Ví dụ: chọn trong số 3 phương án A1, A2, A3

<u>Phương án chọn</u>	<u>Số người bị ảnh hưởng</u>	<u>Số tiền tiết kiệm được</u>	<u>Chi phí phát sinh</u>
A1	30	174170	trung bình
A2	29	74683	thấp
A3	12	22496	rất thấp

BẢNG QUYẾT ĐỊNH

- Thuộc tính: thể hiện đặc trưng của đối tượng. Các thuộc tính có thể gắn với trọng số ứng với từng thuộc tính:
 $w_j \in [0,1], \sum w_j = 1$
- Chuẩn hóa các giá trị của một thuộc tính: chuyển về các giá trị $\in [0,1]$, trong đó các giá trị “tốt” gần với 1, “kém” gần với 0.
 - Chuẩn hóa với thuộc tính đơn điệu, lợi ích (cao thì tốt):
Chuẩn hóa tuyến tính: $r_{ij} = x_{ij} / x_j^*$, với x_j^* là giá trị lớn nhất trong miền giá trị của thuộc tính X_j
Chuẩn hóa vector: $r_{ij} = x_{ij} / (\sum_k x_{kj}^2)^{1/2}$
 - Chuẩn hóa với thuộc tính đơn điệu, giá (thấp thì tốt):
chuyển về thuộc tính lợi ích bằng cách lấy nghịch đảo, hoặc phần bù, ... sau đó chuẩn hóa

- Chuẩn hóa với thuộc tính không đơn điệu:
 $r_{ij} = \exp(-z^2/2)$, với $z = (x_{ij} - x_j^0) / \sigma_j$
 x_j^0 là giá trị tốt nhất, σ_j là phương sai
- Chuẩn hóa với thuộc tính định tính: dùng thang điểm đánh giá, ví dụ, {rất cao, cao, trung bình, thấp, rất thấp} $\rightarrow \{5, 4, 3, 2, 1\}$
- Kết quả sau quá trình chuẩn hóa, ta có bảng quyết định với các giá trị đều trong khoảng $[0,1]$

Phương pháp TOPSIS

- Quan sát thêm các phương án lý tưởng với các giá trị tốt nhất (xấu nhất) ở các thuộc tính, sau đó tính khoảng cách và độ tương tự của các phương án so với các phương án lý tưởng. Dựa vào đó để sắp xếp thứ tự hoặc lựa chọn.
 - Bước 1: chuẩn hoá, đưa các giá trị về $r_{ij} \in [0,1]$
 - Bước 2: tính giá trị theo trọng số $v_{ij} = r_{ij} * w_j$
 - Bước 3: tính các giải pháp lý tưởng
$$A^* = (v_1^*, v_2^*, \dots, v_m^*), \text{ với } v_j^* \text{ là giá trị tốt nhất của } X_j$$
$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_m^-), \text{ với } v_j^- \text{ là giá trị xấu nhất của } X_j$$
 - Bước 4: tính khoảng cách so với A^*, A^-
$$S_i^* = (\sum_j (v_{ij} - v_j^*)^2)^{1/2}, S_i^- = (\sum_j (v_{ij} - v_j^-)^2)^{1/2}$$
 - Bước 5: tính độ tương tự: $C_i^* = S_i^- / (S_i^* + S_i^-)$

Phương pháp PROMETHEE

	G1	G2	. . .	Gn
A1				
. a				
. b				
Am				

$$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b)$$

Tính độ ưa thích hơn: $P_j(a,b) = 1$, nếu $d_j(a,b) > 0$;
 $= 0$, nếu ngược lại

Độ ưa thích hơn trung bình: (phương án a so với b):

$$\pi(a,b) = \sum_j (P_j(a,b) * w_j)$$

Dòng hơn cấp dương: $\Phi^+(a) = (1 / (n-1)) * \sum_{x \in A} \pi(a, x)$

Dòng hơn cấp âm: $\Phi^-(a) = (1 / (n-1)) * \sum_{x \in A} \pi(x, a)$

Xếp hạng PROMETHEE 1:

aPb nếu $[\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ và } \Phi^-(a) < \Phi^-(b)]$ hoặc
 $[\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ và } \Phi^-(a) < \Phi^-(b)]$ hoặc
 $[\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ và } \Phi^-(a) = \Phi^-(b)]$
alb nếu $\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ và } \Phi^-(a) = \Phi^-(b)$
aRb nếu $[\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ và } \Phi^-(a) > \Phi^-(b)]$ hoặc
 $[\Phi^+(a) < \Phi^+(b) \text{ và } \Phi^-(a) < \Phi^-(b)]$

Xếp hạng PROMETHEE 2:

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

Xếp hạng toàn phần:

aPb nếu $\Phi(a) > \Phi(b)$

alb nếu $\Phi(a) = \Phi(b)$

Phương pháp AHP

- Bài toán ra quyết định được phân cấp thành các mức: ĐÍCH – TIÊU CHUẨN – PHƯƠNG ÁN, các tiêu chuẩn thỏa mãn đích, các phương án thỏa mãn tiêu chuẩn ...
- Thang đo khi so sánh về mức độ thỏa mãn của hai phần tử ngang cấp, ví dụ, quan trọng ngang (=1), quan trọng hơn (=3), quan trọng hơn nhiều (=5), quan trọng hơn rất nhiều (=7) ...
- Từ ma trận bội đánh giá các phần tử ngang cấp, có thể tính được mức độ quan trọng (trọng số) của phần tử đó, đóng góp vào mức trên.
- Cuối cùng, gộp các mức độ quan trọng của các phương án để đánh giá.

TÍCH HỢP THÔNG TIN

- Trong quá trình ra quyết định, người ta thường phải kết nhập nhiều thông tin lại để lấy ra một kết quả tổng quát, ví dụ khi phải xét cùng một lúc nhiều tiêu chuẩn, khi có nhiều ý kiến đánh giá của chuyên gia,...
- Một cách hình thức, nếu x_1, \dots, x_n là nhóm các dữ liệu, thì $\text{Agg}(x_1, \dots, x_n) = a$ là hàm tích hợp, cho giá trị đầu ra theo yêu cầu
- Toán tử tích hợp nằm giữa phép toán hội và phép tuyển

TÍNH CHẤT

Toán tử tích hợp thường thỏa mãn một số tính chất sau:

- (1) Giới hạn tự nhiên: Khi chỉ có 1 phần tử vào thì kết quả chính là giá trị đó: $\text{Agg}(a)=a$
- (2) Tự đồng nhất: Nếu $a=\text{Agg}(x_1,\dots,x_n)$ thì $\text{Agg}(x_1,\dots,x_n,a)=\text{Agg}(x_1,\dots,x_n)=a$
- (3) Đơn điệu: Nếu $a_i \leq b_i \ \forall i=1..n$ thì $\text{Agg}(a_1,\dots,a_n) \leq \text{Agg}(b_1,\dots,b_n)$
- (4) Kết hợp: $\text{Agg}(x,y,z)=\text{Agg}(x,\text{Agg}(y,z))=\text{Agg}(\text{Agg}(x,y),z)$
- (5) Giao hoán: $\text{Agg}(x_1,\dots,x_n)=\text{Agg}(X_1,\dots,X_n)$
với (X_1,\dots,X_n) là một hoán vị bất kỳ của (x_1,\dots,x_n)

NHẬN XÉT

- Toán tử tích hợp không cần thỏa mãn tất cả các tính chất trên, nhưng thường thỏa mãn (1), (2), (3)
- Từ tính chất (1), (2) có thể chứng minh được tính lũy đẳng $\text{Agg}(a, \dots, a) = a$
- Đặt $a = \min_i [x_i]$, $b = \max_i [x_i]$ thì có tính bù trừ được suy ra từ (1), (2), (3): $a \leq \text{Agg}(x_1, \dots, x_n) \leq b$
- Từ (2), (3), nếu $K > \text{Agg}(x_1, \dots, x_n)$ thì $\text{Agg}(x_1, \dots, x_n, K) \geq \text{Agg}(x_1, \dots, x_n)$
Nếu $K < \text{Agg}(x_1, \dots, x_n)$ thì $\text{Agg}(x_1, \dots, x_n, K) \leq \text{Agg}(x_1, \dots, x_n)$

CÁC LỚP TOÁN TỬ TÍCH HỢP

- Lớp toán tử tích hợp “trung bình”

$$\text{Agg}(x_1, \dots, x_n) = ((x_1^\alpha + \dots + x_n^\alpha) / n)^{1/\alpha}, \text{ với } \alpha \in \mathbb{R}, \alpha \neq 0$$

- Lớp toán tử tích hợp có trọng số tuyến tính

$$\text{Agg}_w(x_1, \dots, x_n) = \sum w_i x_i, \text{ với } w_i \geq 0, \forall i \text{ và } \sum w_i = 1$$

- Lớp các toán tử tích hợp Uninorm $\text{Agg}(a, e) = a$

- Lớp toán tử trung bình có trọng số sắp thứ tự (OWA)

Một toán tử OWA n -chiều là một ánh xạ $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$,

$$f_w(a_1, \dots, a_n) = \sum w_i b_i,$$

với các trọng số $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, $w_i \geq 0, \forall i$ và

$\sum w_i = 1$, trong đó (b_1, \dots, b_n) là hoán vị không tăng của (a_1, \dots, a_n)

Các tiêu chuẩn đánh giá toán tử OWA

Tiêu chuẩn Entropy : Sự phân bố của các trọng số

$$\text{Disp} (W) = - \sum w_i \cdot \ln w_i$$

Tính HOẶC: $\text{ORness} (W) = (1 / (n-1)) \cdot \sum_{i=1}^n (n-i) w_i$

Tính VÀ: $\text{ANDness} (W) = 1 - \text{ORness} (W)$

Nếu $\text{ORness} (W) > 0.5$: nghiêng về phép tuyển

Nếu $\text{ORness} (W) < 0.5$: nghiêng về phép hội

3.3. DẪN XUẤT THÔNG TIN

- Nhắc lại logic kinh điển
- Mở rộng

LOGIC TÍNH TOÁN

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

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

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 $\{\neg, \wedge, \vee, \rightarrow, \leftrightarrow, (,)\}$,

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 $I(p)=1$

Thế nào là: $I \models F$?

QUAN HỆ SUY RA

- 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 $F = G \leftrightarrow H$

BÀI TOÁN SUY DIỄN

- 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

DẠNG CHUẨN

- Hai biểu thức F và G là tương đương (về ngữ nghĩa) ($F \equiv G$), nếu $\forall I, I \models F \text{ iff } I \models G$
- 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, TUYẾN ...
- Biểu thức ở dạng chuẩn HỘI nếu đã ở dạng chuẩn PHỦ ĐỊNH và có dạng là hội (\wedge) của các biểu thức con, trong đó mỗi biểu thức con đều là tuyển (\vee) của các literals (là thành tố hoặc phủ định của thành tố).
- Biểu thức ở dạng chuẩn TUYẾN nếu đã ở dạng chuẩn PHỦ ĐỊNH và có dạng là tuyển (\vee) của các biểu thức con, trong đó mỗi biểu thức con đều là hội (\wedge) của các literals

HỆ DẪN XUẤT

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

- Từ các luật dẫn xuất xác định các hệ dẫn xuất (thủ tục dẫn xuất):
 - Luật HỢP GIẢI: $\{p \vee q, \neg p \vee r\} \Rightarrow \{q \vee r\} \rightarrow$ Thủ tục hợp giải: lan truyền, tìm mâu thuẫn (sinh âm)
 - Luật MODUS PONENS: $\{p \rightarrow q, p\} \Rightarrow \{q\} \rightarrow$ Thủ tục suy diễn tiến, sinh, thỏa ...

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 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*
- 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
- 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: $v(A \text{ hoặc } B), v(\text{không } A), \dots$
- Suy luận xấp xỉ
- Phép kéo theo mờ

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, ...

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 $B' = A' \circ R$

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

SUY DIỄN MỜ ĐA ĐIỀU KIỆN

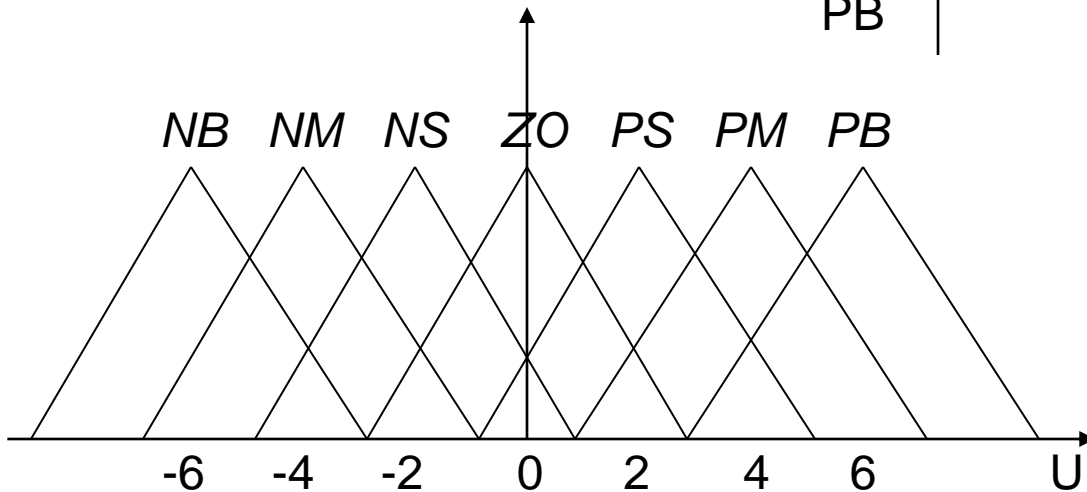
- Nếu x là A_1 thì y là B_1
Nếu x là A_2 thì y là B_2
...
Nếu x là A_k thì y là B_k
Cho x là A_0 _____
 y là B_0 ?
- Cách giải quyết: Tích hợp các quan hệ mờ $R_i(A_i, B_i)$ thành quan hệ mờ R , sau đó dùng phép hợp thành

VÍ DỤ (MIZUMOTO)

Fuzzy Rules :

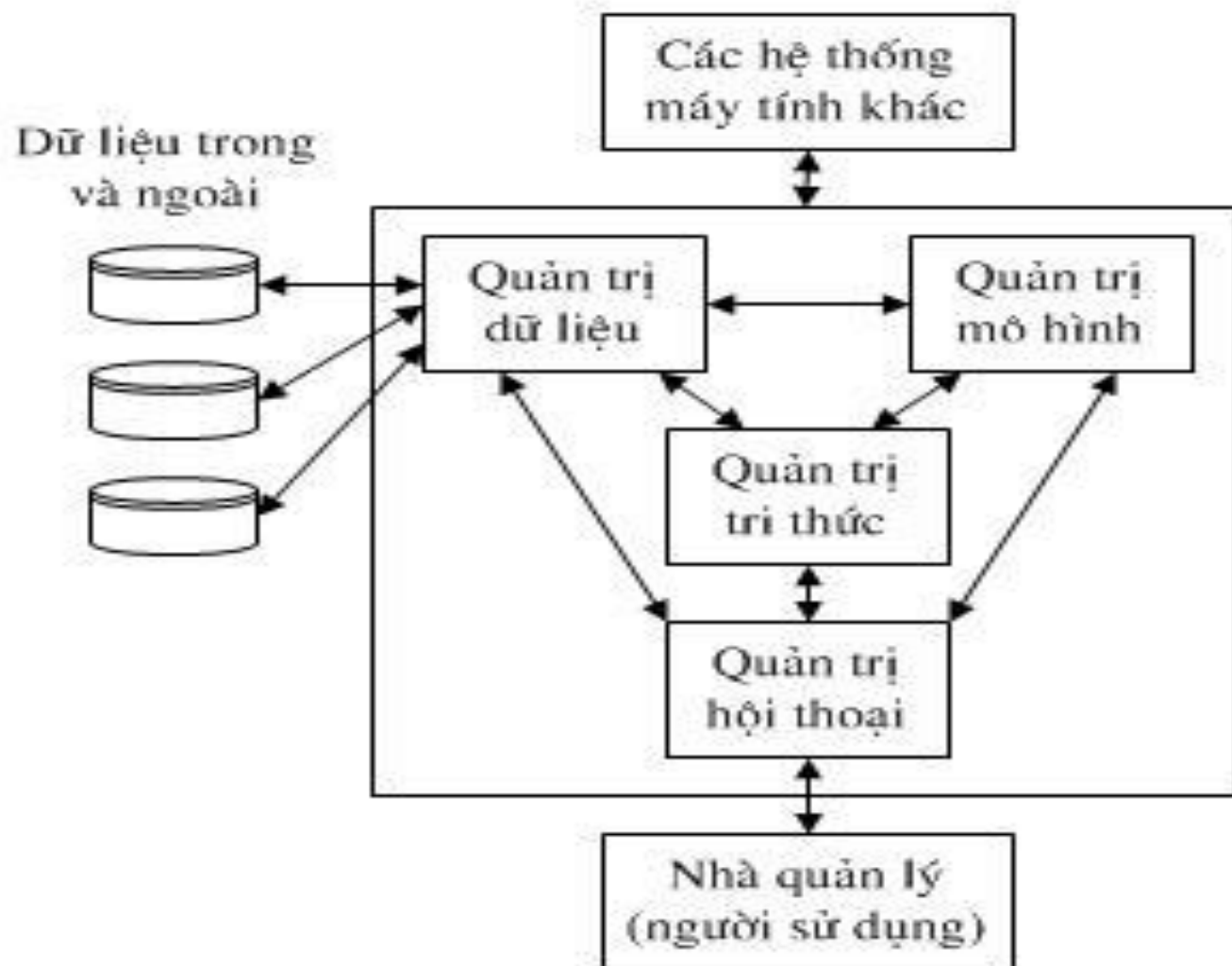
$e, \Delta e \rightarrow \Delta q$

$e \setminus \Delta e$	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			



CHƯƠNG 4 – CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN THÔNG MINH

- Hệ trợ giúp quyết định
- Sự phát triển của các hệ thống thông tin
- Xu thế phát triển, tích hợp các công nghệ
- Thực tiễn công việc - trợ giúp



Các loại:

- Hệ truy cập thông tin từ tệp dữ liệu (File drawer system) DL
- Hệ phân tích dữ liệu (Data analysis system) MH
- Hệ thống thông tin phân tích (Analysis information system) CSDL+MH
- Các mô hình tính toán (Accounting models) DL+CSMH
- Hệ tối ưu hóa (Optimization system) CSDL+CSMH
- Hệ gợi mở, gợi ý (Suggestion system) CSDL+CSMH+CSTT

Tài liệu tham khảo

- [1] Adrian A. Hopgood, Intelligent systems for engineers and scientists, CRC Press LLC. 2001
- [2] Michael Negnevitsky, Artificial Intelligence - A Guide to Intelligent Systems, Pearson Education Limited, 2005
- [3] Efraim Turban, Jay E. Aronson, Ting-Peng Liang, Decision support systems and intelligent systems, Prentice Hall, 2005
- [4] Trần Đình Khang, Hệ trợ giúp quyết định, NXB Bách khoa, 2016