

# Các Hệ cơ sở tri thức

## **KBS: Knowledge Based Systems**

Nguyễn Đình Thuận  
Khoa Công nghệ Thông tin  
Đại học Nha Trang  
Email: [thuanvinh@vnn.vn](mailto:thuanvinh@vnn.vn)

Nha Trang 4-2007

1

## Hệ cơ sở tri thức

Chương 1: **Tổng quan về Hệ cơ sở tri thức**

Chương 2: **Biểu diễn và suy luận tri thức**

Chương 3: **Hệ MYCIN**

Chương 4: **Hệ học**

Chương 5: **Hệ thống mờ cho các biến liên tục**

2

## Tài liệu tham khảo

- [1] Rich Elaine. *Artificial Intelligence*. Addison Wesley 1983
- [2] Robert I. Levine. *Knowledge based systems*. Wissenschafts Verlag, 1991
- [3] Đỗ Trung Tuấn. *Hệ chuyên gia*. NXB Giáo dục 1999
- [4] Hoàng Kiếm. *Giáo trình Các hệ cơ sở tri thức*. ĐHQG TP Hồ Chí Minh. 2002

3

## Chương 1: Tổng quan về Hệ cơ sở tri thức

### 1.1 Khái niệm về Hệ Cơ sở tri thức

- Hệ cơ sở tri thức là chương trình máy tính được thiết kế để mô hình hoá khả năng giải quyết vấn đề của chuyên gia con người.
- Hệ CSTT là hệ thống dựa trên tri thức, cho phép mô hình hoá các tri thức của chuyên gia, dùng tri thức này để giải quyết vấn đề phức tạp thuộc cùng lĩnh vực.
- Hai yếu tố quan trọng trong Hệ CSTT là: tri thức chuyên gia và lập luận, tương ứng với hệ thống có 2 khối chính là Cơ sở tri thức và động cơ suy diễn.

4

## 1.1 Khái niệm về Hệ CSTT (Tiếp)

- Hệ Chuyên gia là một loại cơ sở tri thức được thiết kế cho một lĩnh vực ứng dụng cụ thể.

Ví dụ: Hệ Chuyên gia về chẩn đoán bệnh trong Y khoa, Hệ Chuyên gia chẩn đoán hỏng hóc của đường dây điện thoại,...

- Hệ Chuyên gia làm việc như một chuyên gia thực thụ và cung cấp các ý kiến dựa trên kinh nghiệm của chuyên gia con người đã được đưa vào Hệ Chuyên gia.

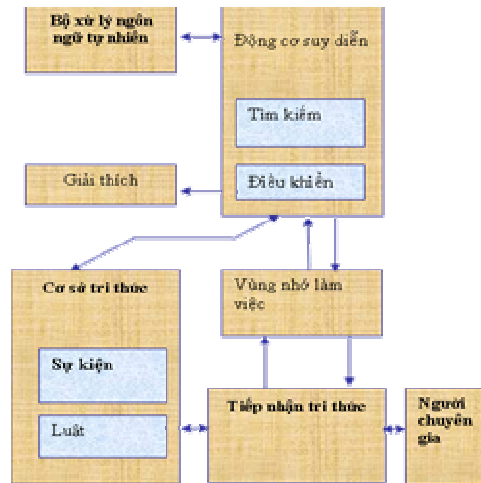
5

## 1.1 Khái niệm về Hệ CSTT (Tiếp)

- Cơ sở tri thức: Chứa các tri thức chuyên sâu về lĩnh vực như chuyên gia. Cơ sở tri thức bao gồm: các sự kiện, các luật, các khái niệm và các quan hệ.
- Động cơ suy diễn: bộ xử lý tri thức theo mô hình hoá theo cách lập luận của chuyên gia. Động cơ hoạt động trên thông tin về vấn đề đang xét, so sánh với tri thức lưu trong cơ sở tri thức rồi rút ra kết luận.
- Kỹ sư tri thức (Knowledge Engineer): người thiết kế, xây dựng và thử nghiệm Hệ Chuyên gia.

6

## 1.2 Cấu trúc của Hệ Chuyên gia



7

## 1.2 Cấu trúc của Hệ Chuyên gia(tiếp)

1. **Giao diện người máy (User Interface):** Thực hiện giao tiếp giữa Hệ Chuyên gia và User. Nhận các thông tin từ User (các câu hỏi, các yêu cầu về lĩnh vực) và đưa ra các câu trả lời, các lời khuyên, các giải thích về lĩnh vực đó. Giao diện người máy bao gồm: Menu, bộ xử lý ngôn ngữ tự nhiên và các hệ thống tương tác khác.
2. **Bộ giải thích (Explanation system):** Giải thích các hoạt động khi có yêu cầu của User.
3. **Động cơ suy diễn (Inference Engine):** Quá trình trong Hệ Chuyên gia cho phép khớp các sự kiện trong vùng nhớ làm việc với các tri thức về lĩnh vực trong cơ sở tri thức, để rút ra các kết luận về vấn đề đang giải quyết.

8

## 1.2 Cấu trúc của Hệ Chuyên gia(tiếp)

4. **Bộ tiếp nhận tri thức (Knowledge editor):** Làm nhiệm vụ thu nhận tri thức từ chuyên gia con người (human expert), từ kỹ sư tri thức và User thông qua các yêu cầu và lưu trữ vào cơ sở tri thức

5. **Cơ sở tri thức:** Lưu trữ, biểu diễn các tri thức mà hệ đảm nhận, làm cơ sở cho các hoạt động của hệ. Cơ sở tri thức bao gồm các sự kiện (facts) và các luật (rules).

6. **Vùng nhớ làm việc (working memory):** Một phần của Hệ Chuyên gia chứa các sự kiện của vấn đề đang xét.

9

## 1.3 Hệ hỗ trợ ra quyết định

DSS (Decision Support System)

- Chức năng: Hỗ trợ ra quyết định
- Hoạt động theo cách tương tác với người sử dụng

Các tính chất của DSS:

- Hướng đến các quyết định của người quản lý
- Uyển chuyển với hoàn cảnh
- Trả lời câu hỏi trong tình huống
- Do người sử dụng khởi động và kiểm soát

10

## 1.4 Hệ học

- Trong nhiều tình huống, sẽ không có sẵn tri thức như:
  - Kỹ sư tri thức cần thu nhận tri thức từ chuyên gia lĩnh vực.
  - Cần biết các luật mô tả lĩnh vực cụ thể.
  - Bài toán không được biểu diễn tường minh theo luật, sự kiện hay các quan hệ.
- Có hai tiếp cận cho hệ thống học:
  - Học từ ký hiệu: bao gồm việc hình thức hóa, sửa chữa các luật tường minh, sự kiện và các quan hệ.
  - Học từ dữ liệu số: được áp dụng cho những hệ thống được mô hình dưới dạng số liên quan đến các kỹ thuật nhằm tối ưu các tham số. Học theo dạng số bao gồm mạng Neural nhân tạo, thuật giải di truyền, bài toán tối ưu truyền thống. Các kỹ thuật học theo số không tạo ra CSTT tường minh.

11

## 1.5 Hệ điều khiển mờ

- Mờ hóa: Chuyển đổi giá trị rõ đầu vào thành các vector mờ
- Xác định các luật hợp thành và thuật toán xác định giá trị mờ
- Giải mờ: Phương pháp điểm trọng tâm

12

## 1.6 Ứng dụng của Hệ Cơ sở tri thức

1. Diễn giải (Interpretation): Mô tả tình huống các dữ liệu thu thập được
2. Dự báo (Prediction): đưa ra các tri thức về dự báo một tình huống: dự báo giá cả, ...
3. Thiết kế (Design): Lựa chọn cấu hình phù hợp, ví dụ: sắp xếp công việc.
4. Chẩn đoán (Diagnosis): Dựa vào các dữ liệu quan sát được, xác định các lỗi hỏng hóc.

13

## 1.6 Ứng dụng của Hệ Cơ sở tri thức(tiếp)

5. Vạch kế hoạch (Planing): tạo lập các phương án hành động.
6. Dẫn dắt (Monotoring): So sánh dữ liệu và các kết quả hoạt động.
7. Gỡ rối (Debugging): Mô tả các phương pháp khắc phục của hệ thống.
8. Giảng dạy (Instruction): Sửa chữa các lỗi của người học trong quá trình học tập.
9. Điều khiển (Control): dẫn dắt đáng điều tổng thể của hệ thống.

14

## Chương 2: Biểu diễn và suy luận tri thức

### 2.1. Mở đầu

- *tri thức, lĩnh vực và biểu diễn tri thức.*

### 2.2. Các loại tri thức: được chia thành 5 loại

1. Tri thức thủ tục: mô tả cách thức giải quyết một vấn đề. Loại tri thức này đưa ra giải pháp để thực hiện một công việc nào đó. Các dạng tri thức thủ tục tiêu biểu thường là các luật, chiến lược, lịch trình và thủ tục.
2. Tri thức khai báo: cho biết một vấn đề được thấy như thế nào. Loại tri thức này bao gồm các phát biểu đơn giản, dưới dạng các khẳng định logic đúng hoặc sai. Tri thức khai báo cũng có thể là một danh sách các khẳng định nhằm mô tả đầy đủ hơn về đối tượng hay một khái niệm nào đó.

15

### 2.2. Các loại tri thức (tiếp)

3. **Siêu tri thức:** mô tả *tri thức về tri thức*. Loại tri thức này giúp lựa chọn tri thức thích hợp nhất trong số các tri thức khi giải quyết một vấn đề. Các chuyên gia sử dụng tri thức này để điều chỉnh hiệu quả giải quyết vấn đề bằng cách hướng các lập luận về miền tri thức có khả năng hơn cả.
4. **Tri thức heuristic:** mô tả các "mẹo" để dẫn dắt tiến trình lập luận. Tri thức heuristic là *tri thức* không đảm bảo hoàn toàn 100% chính xác về kết quả giải quyết vấn đề. Các chuyên gia thường dùng các tri thức khoa học như sự kiện, luật, ... sau đó chuyển chúng thành các tri thức heuristic để thuận tiện hơn trong việc giải quyết một số bài toán.
5. **Tri thức có cấu trúc:** mô tả tri thức theo cấu trúc. Loại tri thức này mô tả mô hình tổng quan hệ thống theo quan điểm của chuyên gia, bao gồm khái niệm, khái niệm con, và các đối tượng; diễn tả chức năng và mối liên hệ giữa các tri thức dựa theo cấu trúc xác định.

16



## Ví dụ: Hãy phân loại các tri thức sau

1. Nha Trang là thành phố đẹp.
2. Bạn Lan thích đọc sách.
3. Modus Ponens.
4. Modus Tollens.
5. Thuật toán tìm kiếm BFS, DFS
6. Thuật giải Greedy
7. Một số cách chiếu tướng trong việc chơi cờ tướng.
8. Hệ thống các khái niệm trong hình học.
9. Cách tập viết chữ đẹp.
10. Tóm tắt quyển sách về Hệ chuyên gia.
11. Chọn loại cổ phiếu để mua cổ phiếu.

17

## 2.3. CÁC KỸ THUẬT BIỂU DIỄN TRI THỨC

- 2.3.1 Bộ ba Đối tượng-Thuộc tính-Giá trị
- 2.3.2 Các luật dẫn
- 2.3.3 Mạng ngữ nghĩa
- 2.3.4 Frames
- 2.3.5 Logic

18

### 2.3.1 Bộ ba Đối tượng-Thuộc tính-Giá trị

- Một sự kiện có thể được dùng để xác nhận giá trị của một thuộc tính xác định của một vài đối tượng. Ví dụ, mệnh đề "quả bóng màu đỏ" xác nhận "đỏ" là giá trị thuộc tính "màu" của đối tượng "quả bóng". Kiểu sự kiện này được gọi là bộ ba Đối tượng-Thuộc tính-Giá trị (O-A-V – Object-Attribute-Value).



Hình 2.1. Biểu diễn tri thức theo bộ ba O-A-V

19

### 2.3.1 Bộ ba Đối tượng-Thuộc tính-Giá trị (tiếp)

- Trong các sự kiện O-A-V, một đối tượng có thể có nhiều thuộc tính với các kiểu giá trị khác nhau. Hơn nữa một thuộc tính cũng có thể có một hay nhiều giá trị. Chúng được gọi là các sự kiện *đơn trị* (single-valued) hoặc *đa trị* (multi-valued). Điều này cho phép các hệ tri thức linh động trong việc biểu diễn các tri thức cần thiết.
- Các sự kiện không phải lúc nào cũng bảo đảm là đúng hay sai với độ chắc chắn hoàn toàn. Ví thể, khi xem xét các sự kiện, người ta còn sử dụng thêm một khái niệm là *độ tin cậy*. Phương pháp truyền thống để quản lý thông tin không chắc chắn là sử dụng nhân tố chắc chắn CF (certainly factor). Khái niệm này bắt đầu từ hệ thống MYCIN (khoảng năm 1975), dùng để trả lời cho các thông tin suy luận. Khi đó, trong sự kiện O-A-V sẽ có thêm một giá trị xác định độ tin cậy của nó là CF.

20

## 2.3.2 Các luật dẫn

- Luật là cấu trúc tri thức dùng để liên kết thông tin đã biết với các thông tin khác giúp đưa ra các suy luận, kết luận từ những thông tin đã biết.
- Trong hệ thống dựa trên các luật, người ta thu thập các tri thức lĩnh vực trong một tập và lưu chúng trong cơ sở tri thức của hệ thống. Hệ thống dùng các luật này cùng với các thông tin trong bộ nhớ để giải bài toán. Việc xử lý các luật trong hệ thống dựa trên các luật được quản lý bằng một module gọi là *bộ suy diễn*.

21

## 2.3.2 Các luật dẫn(tiếp)

### Các dạng luật cơ bản: 7 dạng

#### 1. Quan hệ:

IF Bình điện hỏng  
THEN Xe sẽ không khởi động được

#### 2. Lời khuyên:

IF Xe không khởi động được  
THEN Đi bộ

#### 3. Hướng dẫn

IF Xe không khởi động được AND Hệ thống nhiên liệu tốt  
THEN Kiểm tra hệ thống điện

22

## 2.3.2 Các luật dẫn(tiếp)

### 4. Chiến lược

IF Xe không khởi động được  
THEN Đầu tiên hãy kiểm tra hệ thống nhiên liệu, sau đó  
kiểm tra hệ thống điện

### 5. Diễn giải

IF Xe nổ AND tiếng giòn  
THEN Động cơ hoạt động bình thường

### 6. Chẩn đoán

IF Sốt cao AND hay ho AND Họng đỏ  
THEN Viêm họng

### 7. Thiết kế

IF Là nữ AND Da sáng  
THEN Nên chọn Xe Spacy AND Chọn màu sáng

23

## 2.3.2 Các luật dẫn(tiếp)

### Mở rộng cho các luật

Trong một số áp dụng cần thực hiện cùng một phép toán trên một tập hay các đối tượng giống nhau. Lúc đó cần các *luật có biến*.

Ví dụ: IF X là nhân viên AND Tuổi của X > 65  
THEN X có thể nghỉ hưu

- Khi mệnh đề phát biểu về sự kiện, hay bản thân sự kiện có thể không chắc chắn, người ta dùng hệ số chắc chắn CF. Luật thiết lập quan hệ không chính xác giữa các sự kiện giả thiết và kết luận được gọi là *luật không chắc chắn*.

Ví dụ: IF Lạm phát CAO THEN Hầu như chắc chắn lãi suất sẽ CAO

*Luật này được viết lại với giá trị CF có thể như sau:*

IF Lạm phát cao THEN Lãi suất cao, CF = 0.8

- Dạng luật tiếp theo là *siêu luật*:

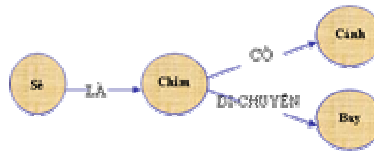
Một luật với chức năng mô tả cách thức dùng các luật khác. Siêu luật sẽ đưa ra chiến lược sử dụng các luật theo lĩnh vực chuyên dụng, thay vì đưa ra thông tin mới.

Ví dụ: IF Xe không khởi động AND Hệ thống điện làm việc bình thường  
THEN Có thể sử dụng các luật liên quan đến hệ thống điện

24

### 2.3.3 Mạng ngữ nghĩa

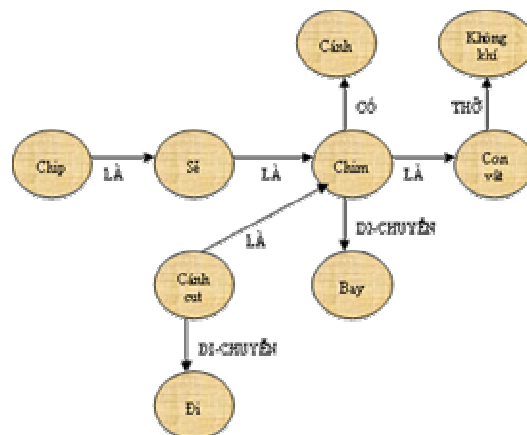
Mạng ngữ nghĩa là một phương pháp biểu diễn tri thức dùng đồ thị trong đó nút biểu diễn đối tượng và cung biểu diễn quan hệ giữa các đối tượng.



Hình 2.3. "Sẻ là Chim" thể hiện trên mạng ngữ nghĩa

25

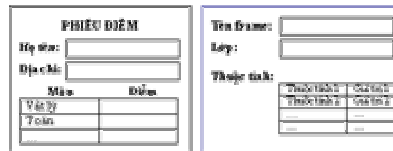
### 2.3.3 Mạng ngữ nghĩa(tiếp)



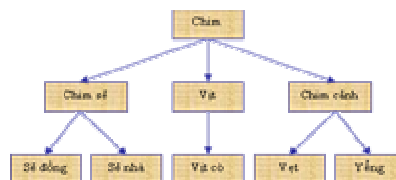
Hình 2.4. Phát triển mạng ngữ nghĩa

26

## 2.3.4 Frame



Hình 2.6. Cấu trúc frame



Hình 2.7. Nhiều mức của frame mô tả quan hệ phức tạp hơn

27

## 2.3.5 Logic

### 1. Logic mệnh đề

IF Xe không khởi động được (A)

AND Khoảng cách từ nhà đến chỗ làm là xa (B)

THEN Sẽ trễ giờ làm (C)

- Luật trên có thể biểu diễn lại như sau:  $A \wedge B \Rightarrow C$

### 2. Logic vị từ

- Logic vị từ, cũng giống như logic mệnh đề, dùng các ký hiệu để thể hiện tri thức. Những ký hiệu này gồm **hằng số**, **vị từ**, **biến** và **hàm**.

28

## 2.4 SUY DIỄN DỮ LIỆU

### 1. Modus ponens

1.  $E1$
2.  $E1 \rightarrow E2$
3.  $E2$

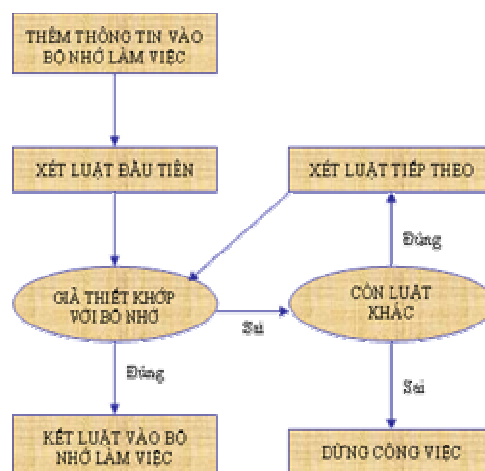
Nếu có tiên đề khác, có dạng  $E2 \rightarrow E3$  thì  $E3$  được đưa vào danh sách.

### 2. Modus tollens

1.  $\neg E2$
2.  $E1 \rightarrow E2$
3.  $\neg E1$

29

### 2.4.2 Các hoạt động của Hệ thống Suy diễn tiến



30

## Ví dụ về Suy diễn tiến

- Luật 1.** IF Bệnh nhân rất họng **AND** Nghi viêm nhiễm  
THEN Tin rằng bệnh nhân viêm họng, đi chữa họng.
- Luật 2.** IF Nhiệt độ bệnh nhân quá 37 độ  
THEN Bệnh nhân bị sốt
- Luật 3.** IF Bệnh nhân ốm trên 1 tuần **AND** Bệnh nhân sốt  
THEN Nghi bệnh nhân viêm nhiễm.

Thông tin từ bệnh nhân là:

- Bệnh nhân có nhiệt độ 39 độ
- Bệnh nhân đã ốm hai tuần
- Bệnh nhân họng rát

Khi hệ thống thấy giả thiết của luật khớp với thông tin trong bộ nhớ, câu kết luận của luật được bổ sung vào bộ nhớ.

Minh họa

Ví dụ suy diễn lùi

31

## Cơ chế suy diễn

### Suy diễn với logic mệnh đề:

#### 1. Thuật toán suy diễn tiến

**Input:** - Tập luật Rule= { $r_1, r_2, \dots, r_m$ }  
- GT, KL

**Output:** Thông báo “thành công” nếu  $GT \rightarrow KL$   
Ngược lại, thông báo “không thành công”

**Method:**

```
TD=GT;  
T=Loc(Rule, TD);  
While (KL  $\not\subseteq$  TD) AND (T $\neq\emptyset$ ) Do  
{  
    r = Get(T);  
    TD=TD $\cup$ {q}; // r:left $\rightarrow$ q  
    Rule = Rule \ {r};  
    T=Loc(Rule, TD);  
}  
If KL $\subseteq$  TD THEN Return “True”  
else Return “False”
```

Ví dụ: Rule = { $r_1:a \rightarrow c, r_2:b \rightarrow d, r_3:a \rightarrow e, r_4:a \wedge d \rightarrow e, r_5:b \wedge c \rightarrow f, r_6:e \wedge f \rightarrow g$ }  
Hỏi  $a \wedge b \rightarrow g$ ?

32



## Thuật toán suy diễn lùi

```

If  $KL \subseteq GT$  THEN Return "True"
Else {TĐích=∅; Vết = ∅; First=1; Quaylui= False;}
For Each  $q \in KL$  DO TĐích=TĐích $\cup\{(q,0)\}$ ;
Repeat
    first ++;
    ((f,i)=Get(TĐích);
    If ( $f \notin GT$ ) THEN
    {
        j = Timluật(f,i,Rule);      //  $r_i: Left_j \rightarrow f$ 
        If (Tìm có  $r_j$ ) THEN
            { Vet = Vet  $\cup\{(f,j)\}$ ;
              For Each  $t \in (Left_j \setminus GT)$  DO TĐích = TĐích $\cup\{(t,0)\}$ ;
            }
        else
            { Quaylui=True;
              While ( $f \notin KL$ ) AND Quaylui DO
              {
                  Repeat          { (g,k)=Get(Vết);
                                  TĐích = TĐích  $\setminus Left_k$ ;
                  }
                  Until  $f \in Left_k$ ;
                  l=Timluật(g,k,Rule);
            }
        }
    }

```

33

## Thuật toán suy diễn lùi

```

If (Tìm có  $r_1$ ) THEN
    { TĐích = TĐích  $\setminus Left_k$  ;
      For Each  $t \in (Left_1 \setminus GT)$  DO
          TĐích = TĐích $\cup\{(t,0)\}$ ;
      Vết = Vết  $\cup \{(g,l)\}$ ;
      Quaylui = False;
    } //end if3
else f=g;
} //end while
} //enf if2
} //end if1
Until (TĐích = ∅) OR (( $f \in KL$ ) and (First>2));
If ( $f \in KL$ ) then Return False else Return True;

```

Ví dụ: Rule = $\{r_1:a \rightarrow c, r_2:b \rightarrow d, r_3:a \rightarrow e, r_4:a \wedge d \rightarrow e, r_5:b \wedge c \rightarrow f, r_6:e \wedge f \rightarrow g\}$   
 Hỏi  $a \wedge b \rightarrow g$ ?

Ví dụ 2: Rule = $\{r_1:a \wedge b \rightarrow c, r_2:a \wedge h \rightarrow d, r_3:b \wedge c \rightarrow e, r_4:a \wedge d \rightarrow m, r_5:a \wedge b \rightarrow p, r_6:p \wedge e \rightarrow m\}$  Hỏi i)  $a \wedge b \rightarrow m$ ? ii)  $a \rightarrow m$ ?

34

### 2.4.3 Ưu điểm

#### \* Suy diễn tiến

- Ưu điểm chính của suy diễn tiến là làm việc tốt khi bài toán về bản chất đi thu thập thông tin rồi thấy điều cần suy diễn.
- Suy diễn tiến cho ra khối lượng lớn các thông tin từ một số thông tin ban đầu. Nó sinh ra nhiều thông tin mới.
- Suy diễn tiến là tiếp cận lý tưởng đối với loại bài toán cần giải quyết các nhiệm vụ như lập kế hoạch, điều hành điều khiển và diễn dịch.

#### \* Suy diễn lùi

- Một trong các ưu điểm chính của suy diễn lùi là phù hợp với bài toán đưa ra giả thuyết rồi xem hiệu quả giả thiết đó có đúng không.
- Suy diễn lùi tập trung vào đích đã cho. Nó tạo ra một loạt câu hỏi chỉ liên quan đến vấn đề đang xét, đến hoàn cảnh thuận tiện đối với người dùng.
- Khi suy diễn lùi muốn suy diễn cái gì đó từ các thông tin đã biết, nó chỉ tìm trên một phần của cơ sở tri thức thích đáng đối với bài toán đang xét.

35

### 2.4.4 Nhược điểm

#### \* Suy diễn tiến

- Một nhược điểm chính của hệ thống suy diễn tiến là không cảm nhận được rằng chỉ một vài thông tin là quan trọng. Hệ thống hỏi các câu hỏi có thể hỏi mà không biết rằng chỉ một ít câu đã đi đến kết luận được.
- Hệ thống có thể hỏi cả câu không liên quan. Có thể các câu trả lời cũng quan trọng, nhưng làm người dùng lúng túng khi phải trả lời các câu không dính đến chủ đề.

#### \* Suy diễn lùi

- Nhược điểm cơ bản của suy diễn này là nó thường tiếp theo dòng suy diễn, thay vì đúng ra phải đứng ở đó mà sang nhánh khác. Tuy nhiên có thể dùng nhân tố tin cậy và các luật meta để khắc phục.

36

## Chương 3: Hệ MYCIN

### 3.1 Giới thiệu

MYCIN là một hệ lập luận trong y học được hoàn tất vào năm 1970 tại đại học Stanford, Hoa Kỳ. Đây là một hệ chuyên gia dựa trên luật và sự kiện. MYCIN sử dụng cơ chế lập luật gần đúng để xử lý các luật suy diễn dựa trên độ đo chắc chắn. Tiếp theo sau MYCIN, hệ EMYCIN ra đời. EMYCIN là một hệ chuyên gia tổng quát được tạo lập bằng cách loại phần cơ sở tri thức ra khỏi hệ MYCIN. EMYCIN cung cấp một cơ chế lập luận và tùy theo bài toán cụ thể sẽ bổ sung tri thức riêng của bài toán đó để tạo thành hệ chuyên gia.

Các đặc điểm chính:

- Sử dụng kỹ thuật suy diễn lùi.
- Có khả năng phân tích tri thức và điều khiển.
- Có tích hợp Meta-Rule.
- Có thể dùng khi thiếu thông tin hoặc thông tin không chắc chắn.
- Dễ sử dụng, giao tiếp bằng tiếng Anh.
- Cung cấp các chức giải thích: HOW, WHY.

37

## Một phiên làm việc cụ thể với MYCIN:

### ?Thông tin về bệnh nhân

- MYCIN:           Họ và tên?
- User: Jack Durkin.
- MYCIN:           Tuổi?
- User: 24.
- MYCIN:           Giới tính?
- User: Nam.
- MYCIN:           Chủng tộc?
- User: CAUCASIAN. ....

### ? Xác định bản chất lây nhiễm

- MYCIN:           Có bất kỳ phép cấy vi khuẩn cho Jack Durkin liên quan đến bệnh hiện tại?
- User: Có.
- MYCIN:           Mẫu vật lấy từ đâu?
- User: CSF.
- MYCIN:           Ngày giờ thực hiện cấy:
- User: 5-6-77 8:09 AM
- .....
- MYCIN:           Gần đây Jack Durkin có các triệu
- chứng như: choáng váng, hôn mê không?
- User: Có.
- .....

38

## CÁC THÀNH PHẦN CỦA HỆ MYCIN

1. Chương trình tư vấn: Cung cấp cho các Bác sĩ các lời khuyên để chọn phương pháp điều trị thích hợp bằng cách xác định rõ cách thức điều trị bởi các dữ liệu lấy ra từ các phòng thí nghiệm lâm sàng thông qua các câu trả lời của bác sĩ cho câu hỏi của máy tính.
2. Khả năng giải thích có tác động qua lại: Cho phép chương trình tư vấn giải thích các kiến thức của nó về các phương pháp điều trị và chứng minh các chú thích về các phương pháp điều trị đặc biệt.
3. Thu nạp tri thức: cho phép các chuyên gia con người trong lĩnh vực điều trị các căn bệnh truyền nhiễm dạy cho MYCIN các luật quyết định theo phương pháp điều trị mà họ tìm thấy trong thực tế lâm sàng.

39

## PHẠM VI SỬ DỤNG CỦA HỆ MYCIN

1. Chẩn đoán nguyên nhân gây bệnh: đối với các bác sĩ điều trị, khi xét nghiệm cho bệnh nhân để có kết quả chẩn đoán chắc chắn mất 24-48 giờ. Nhiều trường hợp phải điều trị cả ngay khi chưa có kết luận hoàn chỉnh. MYCIN giúp chẩn đoán nguyên nhân gây bệnh nhanh hơn; khi gọi chương trình MYCIN, các bác sĩ trả lời các câu hỏi về tiền sử bệnh nhân, bệnh án, các kết quả xét nghiệm, các triệu chứng, ... từ đó MYCIN đưa ra chẩn đoán bệnh.
2. Tạo ra phương pháp điều trị: Sau khi nhận được các câu trả lời của bác sĩ về tình trạng bệnh nhân thông qua đối thoại. Trong trường hợp câu trả lời không biết hoặc biết không chắc chắn, thì MYCIN sẽ suy luận từ các thông tin không hoàn chỉnh.
3. Dự đoán diễn biến của bệnh: Bằng các câu hỏi "HOW, WHY", MYCIN sẽ giải thích các nguyên nhân và lý do cho các bác sĩ. Sau khi việc chẩn đoán bệnh và kê đơn hoàn tất, bác sĩ có thể theo dõi toàn bộ quá trình chẩn đoán bệnh của MYCIN và qua đó theo dõi diễn biến của bệnh.

40

## NGUYÊN NHÂN THÀNH CÔNG CỦA MYCIN

1. Sự cần thiết của việc tư vấn dùng kháng sinh của các bác sĩ: vào thời điểm này việc lạm dụng kháng sinh đã đem lại không ít phản ứng phụ.
2. Cơ sở tri thức của MYCIN được thu nạp từ các chuyên gia xuất sắc nhất trong lĩnh vực.
3. MYCIN không bao giờ đi đến ngay kết luận để luôn có thêm các thông tin cốt yếu qua mỗi bước.
4. MYCIN được hình thành từ một chương trình trí tuệ nhân tạo đã được áp dụng thực tế (DENDRAL) và đã được thực hiện tại trung tâm y tế nổi tiếng với các tri thức mới nhất về bệnh học và dược học.

41

## 3.2 LÝ THUYẾT VỀ SỰ CHẮC CHẮN

MB (Measure of Belief in): độ đo sự tin cậy

MD (Measure of Disbelief in): độ đo sự không tin cậy

CF (Certainly Factor): Hệ số chắc chắn

Gọi: **MB**(H/E) là độ đo sự tin cậy của giả thuyết H khi có chứng cứ E.

**MD**(H/E) là độ đo sự không tin cậy của giả thuyết H khi có chứng cứ E.

Khi đó:  $0 < \mathbf{MB}(H/E) < 1$  trong khi  $\mathbf{MD}(H/E) = 0$

$0 < \mathbf{MD}(H/E) < 1$  trong khi  $\mathbf{MB}(H/E) = 0$

Độ đo chắc chắn **CF**(H/E) được tính bằng công thức:

$$\mathbf{CF}(H/E) = \mathbf{MB}(H/E) - \mathbf{MD}(H/E)$$

42

### 3.2 LÝ THUYẾT VỀ SỰ CHẮC CHẮN(tiếp)

#### 1. Luật đơn giản: If(e) then (c)

CF(e) là độ đo chắc chắn của chứng cứ.

CF(r) là độ đo chắc chắn của luật suy diễn.

Khi đó: CF(c) là độ đo chắc chắn của kết luận sẽ được tính bằng công thức:

$$CF(c) = CF(e) * CF(r)$$

#### 2. Luật phức tạp:

- If(e1 AND e2) then (c)

$$CF(e1 \text{ AND } e2) = \text{MIN}(CF(e1), CF(e2))$$

- if (e1 OR e2) then (c)

$$CF(e1 \text{ OR } e2) = \text{MAX}(CF(e1), CF(e2))$$

43

### 3.2 LÝ THUYẾT VỀ SỰ CHẮC CHẮN(tiếp)

#### 3. Với luật: if ((e1 AND e2) OR e3) then (c)

$$CF((e1 \text{ AND } e2) \text{ OR } e3) = \text{MAX}(\text{MIN}(CF(e1), CF(e2)), CF(e3))$$

#### 4. CF(NOT e) = - CF(e)

#### 5. Kết hợp nhiều luật có cùng kết luận:

- Luật 1: If(e1) then (c) với CF(r1): độ đo chắc chắn của luật 1

- Luật 2: If(e2) then (c) với CF(r2): độ đo chắc chắn của luật 2

- Với CF(t1), CF(t2) là CF của kết luận của luật 1 và 2, khi CF(t1) và CF(t2) đều dương thì:

$$\text{Ctổng} = CF(t1) + CF(t2) - CF(t1) * CF(t2)$$

- Khi CF(t1) và CF(t2) đều âm thì:

$$\text{Ctổng} = CF(t1) + CF(t2) + CF(t1) * CF(t2)$$

- Nếu CF(t1) khác dấu với CF(t2) thì:

$$\text{Ctổng} = (CF(t1) + CF(t2)) / (1 - \text{MIN}(\text{ABS}(CF(t1)), \text{ABS}(CF(t2))))$$

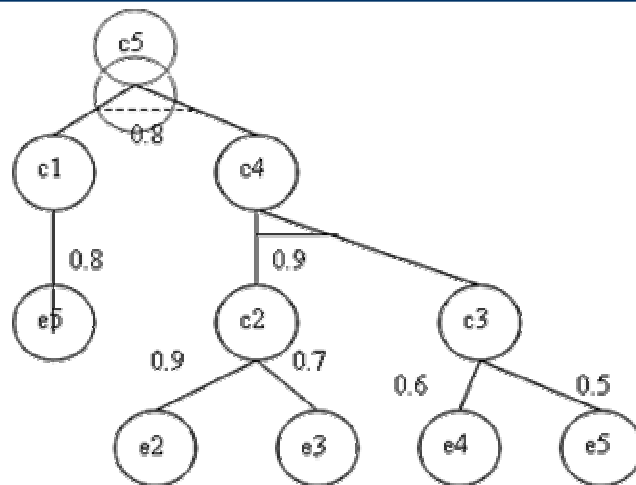
44

## Ví dụ về lập luận trong Hệ MYCIN

- Ví dụ: Có 7 luật sau đây:  
r1: If (e1) Then (c1)  $CF(r1) = 0,8$   
r2: If (e2) Then (c2)  $CF(r2) = 0,9$   
r3: If (e3) Then (c2)  $CF(r3) = 0,7$   
r4: If (e4) Then (c3)  $CF(r4) = 0,6$   
r5: If (NOT e5) Then (c3)  $CF(r5) = 0,5$   
r6: If (c2 AND c3) Then (c4)  $CF(r6) = 0,9$   
r7: If (c1 OR c4) Then (c5)  $CF(r7) = 0,8$
- Bảng luật này tạo thành mạng suy diễn ở hình 3.1 với c5 là giả thuyết cần hướng đến.

45

## Hình 3.1. Mạng suy diễn



46

## Lập luận trên mạng suy diễn

- Giả sử các chứng cứ  $e_1, e_2, e_3, e_4, e_5$  có độ đo chắc chắn như sau:

$$CF(e_1) = 0,9$$

$$CF(e_2) = 0,9$$

$$CF(e_3) = -0,3$$

$$CF(e_4) = 0,4$$

$$CF(e_5) = -0,3$$

47

## Lập luận trên mạng suy diễn (tiếp)

- Chúng ta sẽ lập luận từ các **CF** của chứng cứ dần lên giả thuyết  $c_5$  như sau:
- Dựa vào luật  $r_1$  tính được **CF**( $c_1$ ):
- CF**( $c_1$ ) = **CF**( $e_1$ ) \* **CF**( $r_1$ ) =  $0,8 * 0,9 = 0,72$
- Dựa vào luật  $r_2, r_3$  tính được **CF**( $c_2$ )
- Với luật  $r_2$ : **CF**( $c_2$ ) = **CF**( $e_2$ ) \* **CF**( $r_2$ ) =  $0,9 * 0,9 = 0,81$
- Với luật  $r_3$ : **CF**( $c_2$ ) = **CF**( $e_3$ ) \* **CF**( $r_3$ ) =  $-0,3 * 0,7 = -0,21$
- Do **CF**( $c_2$ ) của  $r_2$  trái dấu với **CF**( $c_2$ ) của  $r_3$ , nên:  
**CF**( $c_2$ )<sub>tổng</sub> =  $(0,81 + (-0,21)) / (1 - \text{MIN}(0,81, 0,21)) = 0,74$

48



## Lập luận trên mạng suy diễn (tiếp)

- Dựa vào luật r4, r5 ta tính được  $CF(c3)$
- Với luật r4:
  - $CF(c3) = CF(e4) * CF(r4) = 0,4 * 0,6 = 0,24$
- Với luật r5:
  - $CF(c3) = CF(\text{NOT } e5) * CF(r5) = -CF(e5) * CF(r5) = 0,3 * 0,5 = 0,15$
- Do  $CF(c3)$  của r4 và  $CF(c3)$  của r5 cùng dương nên  $CF(c3)_{\text{tổng}} = 0,24 + 0,15 = 0,39$
- Dựa vào luật r6 ta tính được  $CF(c4)$ :
  - $CF(c4) = \text{MIN}(CF(c2), CF(c3)) * CF(r6) = \text{MIN}(0,74, 0,39) * 0,9 = 0,39 * 0,9 = 0,351$
- Dựa vào luật r7 ta tính được  $CF(c5)$ 
  - $CF(c5) = \text{MAX}(CF(c1), CF(c4)) * CF(r7) = \text{MAX}(0,72, 0,351) * 0,8 = 0,5808$
- Như thế độ chắc chắn của giả thuyết c5 là 0,5808.

49

## Chương 4 Hệ học

### 4.1 MỞ ĐẦU

- Các chương trước đã thảo luận về biểu diễn và suy luận tri thức. Trong trường hợp này giả định đã có sẵn tri thức và có thể biểu diễn tường minh tri thức.
- Tuy vậy trong nhiều tình huống, sẽ không có sẵn tri thức như:
  - Kỹ sư tri thức cần thu nhận tri thức từ chuyên gia lĩnh vực.
  - Cần biết các luật mô tả lĩnh vực cụ thể.
  - Bài toán không được biểu diễn tường minh theo luật, sự kiện hay các quan hệ.
- Có hai tiếp cận cho hệ thống học:
  - Học từ ký hiệu: bao gồm việc hình thức hóa, sửa chữa các luật tường minh, sự kiện và các quan hệ.
  - Học từ dữ liệu số: được áp dụng cho những hệ thống được mô hình dưới dạng số liên quan đến các kỹ thuật nhằm tối ưu các tham số. Học theo dạng số bao gồm mạng Neural nhân tạo, thuật giải di truyền, bài toán tối ưu truyền thống. Các kỹ thuật học theo số không tạo ra CSTT tường minh.

50

## 4.2 CÁC HÌNH THỨC HỌC

1. **Học vẹt:** Hệ tiếp nhận các khẳng định của các quyết định đúng. Khi hệ tạo ra một quyết định không đúng, hệ sẽ đưa ra các luật hay quan hệ đúng mà hệ đã sử dụng. Hình thức học vẹt nhằm cho phép chuyên gia cung cấp tri thức theo kiểu tương tác.
2. **Học bằng cách chỉ dẫn:** Thay vì đưa ra một luật cụ thể cần áp dụng vào tình huống cho trước, hệ thống sẽ được cung cấp bằng các chỉ dẫn tổng quát. Ví dụ: "gas hầu như bị thoát ra từ van thay vì thoát ra từ ống dẫn". Hệ thống phải tự mình đề ra cách biến đổi từ trừu tượng đến các luật khả dụng.
3. **Học bằng qui nạp:** Hệ thống được cung cấp một tập các ví dụ và kết luận được rút ra từ từng ví dụ. Hệ liên tục lọc các luật và quan hệ nhằm xử lý từng ví dụ mới.

51

## 4.2 CÁC HÌNH THỨC HỌC (Tiếp)

4. **Học bằng tương tự:** Hệ thống được cung cấp đáp ứng đúng cho các tác vụ tương tự nhưng không giống nhau. Hệ thống cần làm thích ứng đáp ứng trước đó nhằm tạo ra một luật mới có khả năng áp dụng cho tình huống mới.
5. **Học dựa trên giải thích:** Hệ thống phân tích tập các lời giải ví dụ (và kết quả) nhằm ấn định khả năng đúng hoặc sai và tạo ra các giải thích dùng để hướng dẫn cách giải bài toán trong tương lai.
6. **Học dựa trên tình huống:** Bất kỳ tính huống nào được hệ thống lập luận đều được lưu trữ cùng với kết quả cho dù đúng hay sai. Khi gặp tình huống mới, hệ thống sẽ làm thích nghi hành vi đã lưu trữ với tình huống mới.
7. **Khám phá hay học không giám sát:** Thay vì có mục tiêu tường minh, hệ khám phá liên tục tìm kiếm các mẫu và quan hệ trong dữ liệu nhập. Các ví dụ về học không giám sát bao gồm gom cụm dữ liệu, học để nhận dạng các đặc tính cơ bản như cạnh từ các điểm ảnh.

52

## Ví dụ về CÁC HÌNH THỨC HỌC

Ví dụ:

- **Hệ MYCIN**
- **Mạng Neural nhân tạo**
- **Thuật toán học Quinlan**
- **Bài toán nhận dạng**
- **Máy chơi cờ carô, cờ tướng**

53

## 4.3 THUẬT GIẢI Quinlan

- Là thuật toán học theo quy nạp dùng luật, đa mục tiêu.
- Do Quinlan đưa ra năm 1979.
- Ý tưởng: Chọn thuộc tính quan trọng nhất để tạo cây quyết định.
- Thuộc tính quan trọng nhất là thuộc tính phân loại Bảng quan sát thành các bảng con sao cho từ mỗi bảng con này dễ phân tích để tìm quy luật chung.

54

### 4.3.1 THUẬT GIẢI A. Quinlan

STT	Size	Nationality	Family	Conclusion
1	Small	German	Single	A
2	Large	French	Single	A
3	Large	German	Single	A
4	Small	Italian	Single	B
5	Large	German	Married	B
6	Large	Italian	Single	B
7	Large	Italian	Married	B
8	Small	German	Married	B

55

### Với mỗi thuộc tính của bảng quan sát:

- Xét vector  $V$ : có số chiều bằng số phân loại
  - $V_{(Size=Small)} = (A_{Small}, B_{Small})$
  - $A_{Small}$  = Số quan sát A có Size là Small / Tổng số quan sát có Size=Small
  - $B_{Small}$  = Số quan sát B có Size là Small / Tổng số quan sát có Size=Small
$$V_{(Size=Small)} = (1/3, 2/3)$$
$$V_{(Size=Large)} = (2/5, 3/5)$$
- Với thuộc tính Nationality
  - $V_{(Nat = German)} = (2/4, 2/4)$
  - $V_{(Nat = French)} = (1, 0)$
  - $V_{(Nat = Italian)} = (0, 1)$
- Thuộc tính Family:
  - $V_{(Family=Single)} = (2/5, 3/5)$
  - $V_{(Family = Married)} = (0, 1)$

56

## Với mỗi thuộc tính của bảng quan sát:

### Chỉ còn xét German

#### •Thuộc tính Size:

$$V_{(Size=Small)} = (1/2, 1/2)$$

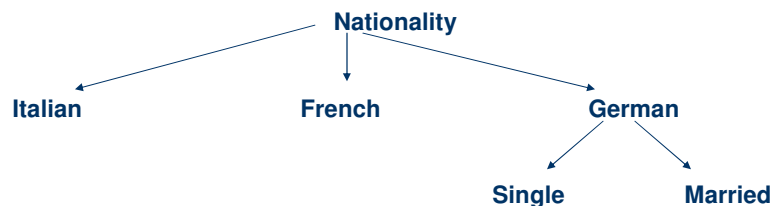
$$V_{(Size=Large)} = (1/2, 1/2)$$

#### •Thuộc tính Family:

$$V_{(Family=Single)} = (1, 0)$$

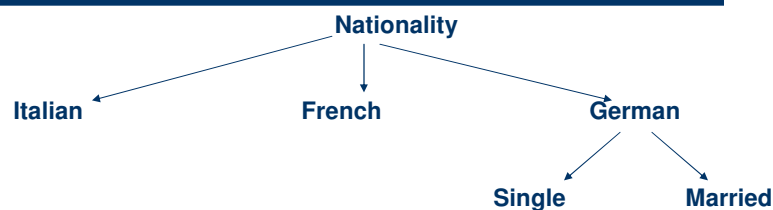
$$V_{(Family=Married)} = (0, 1)$$

STT	Size	Family	Conclusion
1	Small	Single	A
2	Large	Single	A
3	Large	Married	B
4	Small	Married	B



57

## Với mỗi thuộc tính của bảng quan sát(tiếp)



Rule 1: If (Nationality IS Italian) then (Conclusion IS B)

Rule 2: If (Nationality IS French) then (Conclusion IS A)

Rule 3: If (Nationality IS German) AND (Family IS Single)  
then (Conclusion IS A)

Rule 4: If (Nationality IS German) AND (Family IS Married)  
then (Conclusion IS B)

58

## Thuật giải: Học theo độ bất định

Stt	Age	Competition	Type	Profit
1	Old	No	Software	Down
2	Midle	Yes	Software	Down
3	Midle	No	Hardware	Up
4	Old	No	Hardware	Down
5	New	No	Hardware	Up
6	New	No	Software	Up
7	Midle	No	Software	Up

59

## Học theo độ bất định(tiếp)

- Độ bất định của X:

$$E(X) = -\sum_{i=1}^k p_i \log_2 p_i$$

- Tính Entropy cho mỗi thuộc tính và chọn thuộc tính có Entropy nhỏ nhất.

$$E(C / A) = -\sum_{i=1}^k p(c_i, a_i) \log_2 p(c_i, a_i)$$

$$E(C /_{Competition=No}) = -\frac{4}{6} \log_2 \frac{4}{6} - \frac{2}{6} \log_2 \frac{2}{6} = 0.918$$

$$E(C /_{Competition=Yes}) = -\frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} - \frac{3}{4} \log_2 \frac{3}{4} = 0.811$$

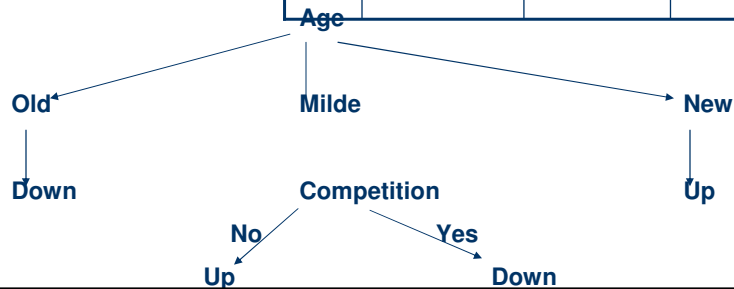
$$E(C /_{Competition}) = 0.6 * 0.918 + 0.4 * 0.811 = 0.8752$$

60

## Học theo độ bất định(tiếp)

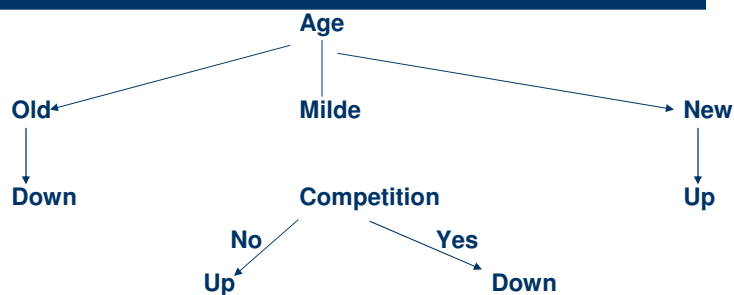
- Tương tự:  
 $E(C/Age) = 0.4$   
 $E(C/Type) = 1$
- Age cho nhiều thông tin nhất

STT	Competition	Type	Profit
1	Yes	Software	Down
2	No	Hardware	Up
3	No	Software	Up
4	Yes	Hardware	Down



61

## Học theo độ bất định(tiếp)



Rule 1: If (Age IS Old) then (Profit IS Down)

Rule 2: If (Age IS New) then (Profit IS Up)

Rule 3: If (Age IS Midle) And (Competition IS No)  
 then (Profit IS Up)

Rule 4: If (Age IS Midle) And (Competition IS Yes)  
 then (Profit IS Down)

62

#### 4.4 THUẬT GIẢI ILA(Inductive Learning Algorithm)

##### Xác định dữ liệu

1. Tập mẫu được liệt kê trong một bảng, với mỗi dòng tương ứng một mẫu, và mỗi cột thể hiện một thuộc tính trong mẫu.
2. Tập mẫu có  $m$  mẫu, mỗi mẫu gồm  $k$  thuộc tính và trong đó có một thuộc tính quyết định. Tổng số  $n$  các giá trị của thuộc tính quyết định chính là số lớp của tập mẫu.
3. Tập luật  $R$  có giá trị khởi tạo là  $\emptyset$
4. Tất cả các dòng trong bảng ban đầu chưa được đánh dấu (kiểm tra).

63

#### 4.4 THUẬT GIẢI ILA(tiếp)

- *Bước 1:* Chia bảng  $m$  mẫu ban đầu thành  $n$  bảng con. Mỗi bảng con ứng với một giá trị của thuộc tính phân lớp của tập mẫu.
- (\* thực hiện các bước 2 đến 8 cho mỗi bảng con\*)
- *Bước 2:* Khởi tạo biến đếm kết hợp thuộc tính  $j$ ,  $j=1$ .
  - *Bước 3:* Với mỗi bảng con đang khảo sát, phân chia danh sách các thuộc tính theo các tổ hợp phân biệt, mỗi tổ hợp ứng với  $j$  thuộc tính phân biệt.
  - *Bước 4:* Với mỗi tổ hợp các thuộc tính, tính số lượng các giá trị thuộc tính xuất hiện theo cùng tổ hợp thuộc tính trong các dòng chưa được đánh dấu của bảng con đang xét (mà đồng thời không xuất hiện với tổ hợp thuộc tính này trên các bảng còn lại). Gọi tổ hợp đầu tiên (trong bảng con) có số lần xuất hiện nhiều nhất là *tổ hợp lớn nhất*.

64



## 4.4 THUẬT GIẢI ILA(tiếp)

- *Bước 5:* Nếu tổ hợp lớn nhất bằng  $\emptyset$ , tăng  $j$  lên 1 và quay lại bước 3.
- *Bước 6:* Đánh dấu các dòng thoả tổ hợp lớn nhất của bảng con đang xử lý theo lớp.
- *Bước 7:* Thêm luật mới vào tập luật  $R$ , với vế trái là tập các giá trị của thuộc tính ứng với tổ hợp lớn nhất (kết hợp các thuộc tính bằng toán tử AND) và vế phải là giá trị thuộc tính quyết định tương ứng.
- *Bước 8:* Nếu tất cả các dòng đều đã được đánh dấu phân lớp, tiếp tục thực hiện từ bước 2 cho các bảng con còn lại. Ngược lại (nếu chưa đánh dấu hết các dòng) thì quay lại bước 4. Nếu tất cả các bảng con đã được xét thì kết thúc, kết quả thu được là tập luật cần tìm.

65

## Mình họa thuật giải ILA

Mẫu số	Size	Color	Shape	Decision
1	medium	blue	brick	yes
2	small	red	wedge	no
3	small	red	sphere	yes
4	large	red	wedge	no
5	large	green	pillar	yes
6	large	red	pillar	no
7	large	green	sphere	yes

66

**Bảng 4.1** Tập mẫu học cho bài toán phân lớp đối tượng

## Minh họa thuật giải ILA(tiếp): Bước 1

<i>Bảng con 1</i>					
Mẫu số cũ, mới		Size	Color	Shape	Decision
1	1	medium	blue	brick	yes
3	2	small	red	sphere	yes
5	3	large	green	pillar	yes
7	4	large	green	sphere	yes
<i>Bảng con 2</i>					
Mẫu số cũ mới		Size	Color	Shape	Decision
2	1	small	red	wedge	no
4	2	large	red	wedge	no
6	3	large	red	pillar	no

67

**Bảng 4.2.** Với  $n=2$ , Chia thành hai bảng con theo thuộc tính Decision

## Minh họa thuật giải ILA(tiếp)

- Áp dụng bước 2 của thuật giải vào bảng con thứ nhất trong bảng trên. Với  $j=1$ , danh sách các tổ hợp thuộc tính gồm có {Size}, {Color}, và {Shape}.
- Với tổ hợp {Size}, giá trị thuộc tính "medium" xuất hiện trong bảng con thứ nhất nhưng không có trong bảng con thứ hai, do đó giá trị tổ hợp lớn nhất là "medium". Bởi vì các giá trị thuộc tính "small" và "large" xuất hiện trong cả hai bảng con, nên không được xét trong bước này. Với tổ hợp {Size}, giá trị thuộc tính "medium" chỉ bằng 1

68

## Minh họa thuật giải ILA(tiếp)

- Xét tiếp cho tổ hợp {Color} thì giá trị tổ hợp lớn nhất là bằng 2, ứng với thuộc tính "green", còn thuộc tính "blue" là bằng 1.
- Tương tự, với tổ hợp {Shape}, ta có "brick" xuất hiện một lần, và "sphere" hai lần. Đến cuối bước 4, ta có tổ hợp {Color} với thuộc tính "green" và {Shape} với thuộc tính "sphere" đều có số lần xuất hiện lớn nhất là 2. Thuật toán mặc định chọn trường hợp thứ nhất để xác định luật tổ hợp lớn nhất. Dòng 3 và 4 được đánh dấu đã phân lớp, ta có luật dẫn như sau:

**Rule 1: IF color IS green THEN decision IS yes**

69

## Minh họa thuật giải ILA(tiếp)

- Tiếp tục thực hiện bước 4 đến 8 cho các mẫu còn lại (chưa đánh dấu) trong bảng con này (tức dòng 1 và 2). Áp dụng tương tự như trên, ta thấy giá trị thuộc tính "medium" của {Size}, "blue" của "Color", "brick" và "sphere" của {Shape} đều xuất hiện một lần. Bởi vì số lần xuất hiện này giống nhau, thuật giải áp dụng luật mặc định chọn trường hợp đầu tiên. Ta có thêm luật sau:

**Rule 2: IF size IS medium THEN decision IS yes**

Đánh dấu cho dòng 1 trong bảng con thứ nhất. Tiếp tục áp dụng bước 4 đến 8 trên dòng còn lại (tức dòng 2). Giá trị thuộc tính "sphere" của {Shape} xuất hiện một lần, ta có luật thứ ba:

**Rule 3: IF shape IS sphere THEN decision IS yes**

Dòng 2 được đánh dấu. Như vậy, tất cả các dòng trong bảng con 1 đã được đánh dấu, ta chuyển qua xử lý tiếp bảng con 2.

70

## Minh họa thuật giải ILA(tiếp)

•Thuộc tính "wedge" của {Shape} xuất hiện hai lần trong dòng 1 và 2 của bảng con này. Đánh dấu các dòng này với luật dẫn thứ tư sau:

**Rule 4: IF shape IS wedge THEN decision IS no**

• Với dòng còn lại (tức dòng 3) của bảng con 2, ta có thuộc tính {Size} với giá trị "large" có xuất hiện trong bảng con 1. Do đó, theo thuật giải, ta loại bỏ trường hợp này. Tương tự như vậy cho giá trị "red" của {Color} và "pillar" của {Shape}. Khi đó, ILA tăng  $j$  lên 1, và khởi tạo các tổ hợp 2 thuộc tính là {Size và Color}, {Size và Shape}, và {Color và Shape}. Các tổ hợp thứ nhất và thứ ba thoả mãn điều kiện không xuất hiện trong bảng con 1 với các cặp thuộc tính hiện có của dòng này. Theo luật mặc định, ta chọn luật theo trường hợp thứ nhất. Đánh dấu dòng này, ta có thêm luật dẫn thứ 5:

**Rule 5: IF size IS large AND color IS red THEN decision IS no**

71

## Minh họa thuật giải ILA(tiếp)

Rule 1: IF color IS green THEN decision IS yes

Rule 2: IF size IS medium THEN decision IS yes

Rule 3: IF shape IS sphere THEN decision IS yes

Rule 4: IF shape IS wedge THEN decision IS no

Rule 5: IF size IS large AND color IS red THEN decision IS no

Đánh giá thuật giải:

- Số lượng các luật thu được xác định mức độ thành công của thuật giải. Đây chính là mục đích chính của các bài toán phân lớp thông qua một tập mẫu học. Ngoài ra, để đánh giá các hệ học quy nạp là khả năng hệ thống có thể phân lớp các mẫu được đưa vào sau này.
- Thuật giải ILA được đánh giá mạnh hơn hai thuật giải về phương pháp học quy nạp trước đây là ID3 và AQ).

72

## Chương 5: Hệ thống mờ cho các biến liên tục

### 5.1 Các khái niệm

#### 1. Tập rõ và hàm đặc trưng

- Ngôn ngữ tự nhiên và logic mờ.
- Tập rõ (crisp set): Gọi  $A$  là một tập hợp rõ, một phần tử  $x$  có thể có  $x \in A$  hoặc  $x \notin A$ . Có thể sử dụng hàm  $\chi$  để mô tả khái niệm thuộc về. Nếu  $x \in A$ ,  $\chi(x) = 1$ , ngược lại nếu  $x \notin A$ ,  $\chi(x) = 0$ . Hàm  $\chi$  được gọi là hàm đặc trưng của tập hợp  $A$ .
- Tập mờ và hàm thành viên: Khác với tập rõ, khái niệm thuộc về được mở rộng nhằm phản ánh mức độ  $x$  là phần tử của tập mờ  $A$ . Một tập mờ (fuzzy set):  $A$  được đặc trưng bằng hàm thành viên  $\mu$  và cho  $x$  là một phần tử,  $\mu_A(x)$  phản ánh mức độ  $x$  thuộc về  $A$ .
- Một tập mờ  $A$  trong tập vũ trụ  $U$  được xác định bởi hàm:  
$$\mu_A: U \rightarrow [0,1]$$

73

### 5.1 Các khái niệm về Logic mờ

- Ví dụ về tập mờ:
  - High
  - Young
  - Số gần 7
  - Tốc độ nhanh

Biểu diễn tập mờ:

1. Nếu tập vũ trụ  $U$  là rời rạc và hữu hạn thì tập mờ  $A$  trong  $U$  được biểu diễn:

$$A = \sum_{x \in U} \frac{\mu_A(x)}{x}$$

Ví dụ: Cho  $U = \{a, b, c, d\}$ . Ta có thể xác định một tập mờ  $A$  như sau:

$$A = \frac{0.3}{a} + \frac{0.5}{b} + \frac{0}{c} + \frac{0.7}{d}$$

74

## 5.1 Các khái niệm về Logic mờ(tiếp)

2. Nếu tập vũ trụ U là liên tục thì tập mờ A trong U được biểu diễn:

$$A = \int_{x \in U} \frac{\mu_A(x)}{x} dx$$

Ví dụ: Tập mờ A={"Số gần 2"} có thể xác định hàm thuộc như sau:

$$\mu_A(x) = e^{-(x-2)^2}$$
$$A = \int_{x \in U} \frac{e^{-(x-2)^2}}{x} dx$$

75

## 5.1 Các khái niệm về Logic mờ(tiếp)

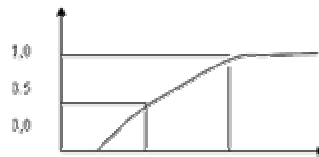
Ghi chú: Đồ thị hàm thuộc cho tập mờ A={"Số gần 2"} có thể xác định cách khác như sau:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{nếu } x < 1 \\ x-1 & \text{nếu } 1 \leq x < 2 \\ 1 & \text{nếu } x = 2 \\ -x+3 & \text{nếu } 2 < x \leq 3 \\ 0 & \text{nếu } x > 3 \end{cases}$$

76

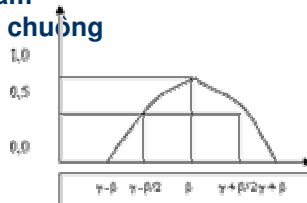
## 5.2 Các dạng của hàm thành viên

- Các hàm thành viên của tập mờ có 3 dạng cơ bản là: dạng tăng, dạng giảm và dạng chuông
- Dạng S tăng



Hình 4.2. Hàm S tăng

- b) Dạng S giảm
- c) Dạng hình chuông



Hình 4.3. Hàm dạng chuông

77

## 5.3 Biến ngôn ngữ (Linguistic Variable)

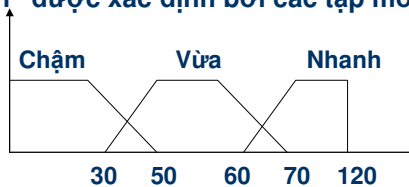
- Logic mờ liên quan đến lập luận trên các thuật ngữ mờ và mờ hồ trong ngôn ngữ tự nhiên của con người.
- Biến nhận các từ trong ngôn ngữ tự nhiên làm giá trị gọi là biến ngôn ngữ.
- Biến ngôn ngữ được xác định bởi bộ bốn  $(x, T, U, M)$ :
  - $x$  là tên biến. Ví dụ: “nhiệt độ”, “tốc độ”, “áp suất”, ...
  - $T$  là tập các từ (các giá trị ngôn ngữ) mà  $x$  có thể nhận. Ví dụ:  $x$  là “tốc độ” thì  $T$  có thể là  $T = \{\text{chậm, vừa, nhanh}\}$
  - $U$  là miền giá trị mà  $x$  có thể nhận. Ví dụ, nếu  $x$  là “tốc độ” của xe máy thì  $U = [0 .. 120 \text{ km/h}]$
  - $M$  là luật ngữ nghĩa, ứng với mỗi từ  $t \in T$  với một tập mờ  $A$ .

78

## 5.4 Biến ngôn ngữ (tiếp)

Biến ngôn ngữ	Các giá trị điển hình
Nhiệt độ	Nóng, lạnh
Độ cao	Thấp, trung bình, cao
Tốc độ	Chậm, vừa, nhanh

Ví dụ: Cho  $x$  là tốc độ,  $T=\{\text{chậm, vừa, nhanh}\}$ , các từ “chậm”, “vừa”, “nhanh” được xác định bởi các tập mờ trong hình sau:



79

## 5.5 Gia tử

- Gia tử làm mờ hồ thêm các câu như: **rất, hơi, có vẻ, ...**

1. **Rất:**  $\mu_{\text{Rất}(A)}(x) = (\mu_A(x))^2$

Ví dụ: Tập mờ gồm những người rất cao

2. **Co giãn / một ít:**  $\mu_{\text{Co giãn}(A)}(x) = (\mu_A(x))^{0.5}$

Ví dụ: A là tập những người tầm thước thì Co giãn A là tập những người thiên về cao và thấp trong những người tầm thước.

3. **Nhấn mạnh/ thực sự là:**

$$\mu_{\text{Nhấn mạnh}(A)}(x) = 2(\mu_A(x))^2 \quad \text{nếu } 0 \leq \mu_A(x) \leq 0.5$$

$$\mu_{\text{Nhấn mạnh}(A)}(x) = 1 - 2(1 - \mu_A(x))^2 \quad \text{nếu } 0.5 \leq \mu_A(x) \leq 1$$

Ví dụ: Sau khi dùng phép toán này với tập mờ cao ta được tập những người thực sự cao

4. **Mạnh mẽ / rất rất:**  $\mu_{\text{Rất rất}(A)}(x) = (\mu_A(x))^n$

Ví dụ: Sau khi dùng phép toán này với tập mờ cao ta được tập những người thực sự cao

80



## 5.6 Các phép toán trên tập mờ

Cho ba tập mờ A, B, C với  $\mu_A(x)$ ,  $\mu_B(x)$ ,  $\mu_C(x)$

- $C = A \cap B$ :  $\mu_C(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$
- $C = A \cup B$ :  $\mu_C(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$
- $C = \neg A$ :  $\mu_C(x) = 1 - \mu_A(x)$

Xét tập mờ “cao” và “thấp” về chiều cao của người:

Cao =  $0.0/1.5 + 0.2/1.55 + 0.5/1.60 + 0.8/1.65 + 1.0/1.70$

Thấp =  $1.0/1.5 + 0.8/1.55 + 0.5/1.60 + 0.2/1.65 + 0.0/1.70$

- $\mu_{\text{Cao} \cap \text{Thấp}}(x) = 0.0/1.5 + 0.2/1.55 + 0.5/1.60 + 0.2/1.65 + 0.0/1.70$

Dùng để chỉ những người tầm thước: giá trị cao nhất ở giữa tập, thấp nhất ở 2 bên

- $\mu_{\text{Cao} \cup \text{Thấp}}(x) = 1.0/1.5 + 0.8/1.55 + 0.5/1.60 + 0.8/1.65 + 1.0/1.70$

Dùng để chỉ những người không tầm thước

- $\mu_{\neg \text{Cao}}(x) = 1.0/1.5 + 0.8/1.55 + 0.5/1.60 + 0.2/1.65 + 0.0/1.70$

Dùng để chỉ những người không cao hay tầm thước hay thấp.

81

## 5.7 Suy diễn mờ

Mệnh đề mờ là mệnh đề khẳng định giá trị cho biến ngôn ngữ.

<Miền xác định X> is <tập mờ A>

Ví dụ: Chiều cao là tầm thước

- Logic mờ sử dụng tập mờ trong các mệnh đề mờ.

IF X is A THEN Y is B

Ví dụ: Nếu chiều cao là tầm thước thì trọng lượng là trung bình

- Nếu A và B là tập mờ thì Hệ chuyên gia lưu trữ liên kết (A,B) trong ma trận M (hay ký hiệu R).

- Có thể thể hiện cả A và B như các vector (A, B) thích hợp và đặt quan hệ này vào ma trận M.

- Ma trận liên kết mờ M ánh xạ tập mờ A sang tập mờ B.

- Hai kỹ thuật suy diễn thông dụng là;

- Suy diễn Max-Min
- Suy diễn cực đại.

82

### 5.7.1 Nhân ma trận vector mờ

Cho  $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  với  $a_i = \mu_A(x_i)$

Cho  $B = (b_1, b_2, \dots, b_p)$  với  $b_j = \mu_B(y_j)$

Ma trận  $M_{n \times p}$  được xác định như sau:  $A \circ M = B$

Trong đó  $b_j = \text{Max} \{ \text{Min}(a_i, m_{ij}) \} \quad 1 \leq j \leq p$

Ví dụ: Cho  $A = (0.2, 0.4, 0.6, 1)$

Cho

$$M = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.6 & 0.8 \\ 0.6 & 0.8 & 0.6 \\ 0.8 & 0.6 & 0.5 \\ 0.0 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$b_1 = \text{Max}\{\text{Min}(0.2, 0.1), \text{Min}(0.4, 0.6), \text{Min}(0.6, 0.8), \text{Min}(1, 0.0)\} = 0.6$

Tương tự  $b_2 = 0.6$  và  $b_3 = 0.5$

Như vậy,  $B = (0.6, 0.6, 0.5)$

83

### 5.7.2 Suy diễn Max-Min

- Khi biết ma trận A và B hãy tạo ma trận M

- Cho A' hãy tính B'

- **Suy diễn Max-Min:**  $m_{ij} = \text{Min}(a_i, b_j)$

Ví dụ: X: nhiệt độ, tập mờ A trên X: "nhiệt độ bình thường"

Y: tốc độ, tập mờ B trên Y: "tốc độ vừa phải"

Giả sử có luật: IF nhiệt độ bình thường THEN tốc độ vừa phải".

Giả sử các tập mờ thể hiện bằng các vector sau:

Nhiệt độ bình thường =  $(0/100, 0.5/125, 1/150, 0.5/175, 0/200)$

Tốc độ vừa phải =  $(0/10, 0.6/20, 1/30, 0.6/40, 0/50)$

Ma trận M được tạo ra như sau:

$$M = \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.0 \\ 0.0 & 0.6 & 1.0 & 0.6 & 0.0 \\ 0.0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \end{bmatrix}$$

Cho tập  $A' = (0/100, 0.5/125, 0/150, 0/175, 0/200)$

Ta có  $b_1 = \text{max}\{\text{min}(0,0), \text{min}(0.5,0), \text{min}(0,0), \text{min}(0,0), \text{min}(0,0)\} = 0$

$B' = (0/10, 0.5/20, 0.5/30, 0.5/40, 0/50)$

84

### 5.7.3 Suy diễn Tích cực đại

- Dùng phép nhân để tạo các thành phần của ma trận M

**Suy diễn Tích cực đại:**  $m_{ij} = a_i * b_j$

- Sau đó dùng cách tính Max-Min để suy ra B' từ A'

Ví dụ: A = (0, 0.5, 1, 0.5, 0)

B = (0, 0.6, 1, 0.6, 0)

Ma trận M được tạo ra như sau:

$$M = \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.3 & 0.5 & 0.3 & 0.0 \\ 0.0 & 0.6 & 1.0 & 0.6 & 0.0 \\ 0.0 & 0.3 & 0.5 & 0.3 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \end{bmatrix}$$

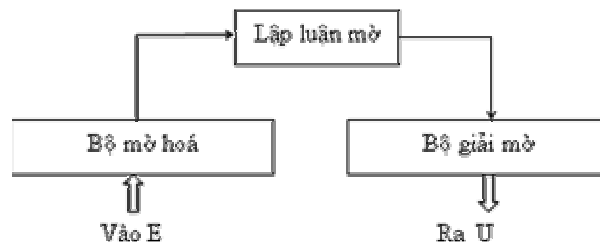
Cho tập A' = (0, 0.5, 0, 0, 0)

Ta có  $b_1 = \max\{\min(0,0), \min(0.5,0), \min(0,0), \min(0,0), \min(0,0)\}=0$

B' = (0, 0.3, 0.5, 0.3, 0)

85

### 5.8 NGUYÊN LÝ XỬ LÝ CÁC BÀI TOÁN MỜ



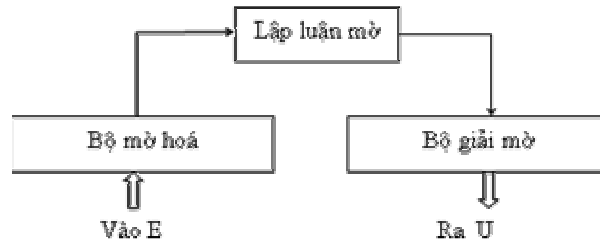
Hình 9.4. Hệ thống mờ

1. Mờ hóa: Chuyển đổi giá trị rõ đầu vào thành vector  $\mu_i$
2. Xác định các luật hợp thành và thuật toán xác định giá trị mờ
3. Giải mờ: Phương pháp điểm trọng tâm

$$x_0 = \frac{\int x \mu_A(x) dx}{\int \mu_A(x) dx}$$

86

## 5.8 NGUYÊN LÝ XỬ LÝ BÀI TOÁN MỜ(tiếp)



Hình 9.4. Hệ thống mờ

**Bài toán 1:** Dữ liệu Input là các giá trị rõ.

Ví dụ: Xét bài toán mờ xác định bởi các luật sau:

**Luật 1:** if x is A1 and y is B1 Then z is C1

**Luật 2:** if x is A2 or y is B2 Then z is C2

Vào: trị x0, y0

Ra : trị z0 tương ứng

87

## 5.8 NGUYÊN LÝ XỬ LÝ BÀI TOÁN MỜ(tiếp)

Ứng với tập mờ  $A_1$  ta có hàm thành viên  $\mu_{A_1}(x)$

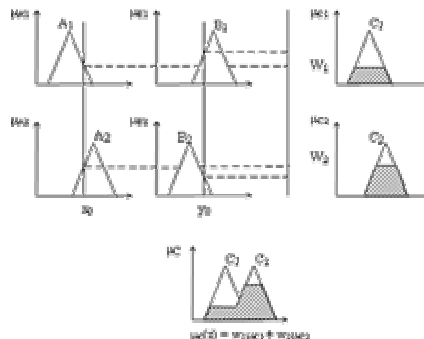
Ứng với tập mờ  $A_2$  ta có hàm thành viên  $\mu_{A_2}(x)$

Ứng với tập mờ  $B_1$  ta có hàm thành viên  $\mu_{B_1}(y)$

Ứng với tập mờ  $B_2$  ta có hàm thành viên  $\mu_{B_2}(x)$

Ứng với tập mờ  $C_1$  ta có hàm thành viên  $\mu_{C_1}(x)$

Ứng với tập mờ  $C_2$  ta có hàm thành viên  $\mu_{C_2}(x)$

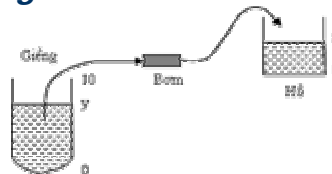


88

**Ví dụ: Giải bài toán điều khiển tự động mờ cho hệ thống bơm nước lấy nước từ giếng.**

**Trong khi hồ hết nước và trong giếng có nước thì máy bơm tự động bơm.**

	H.Đầy	H.Lưng	H.Cạn
N.Cao	0	B.Vừa	B.Lâu
N.Vừa	0	B.Vừa	B.HơiLâu
N.Ít	0	0	0

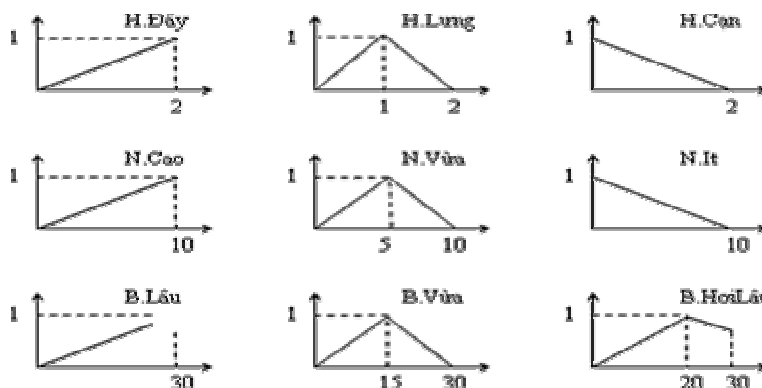


- Với biến ngôn ngữ Hồ có các tập mờ hồ đầy (H.Đầy), hồ lưng (H.Lưng) và hồ cạn (H.Cạn).
- Với biến ngôn ngữ Giếng có các tập mờ nước cao (N.Cao), nước vừa (N.Vừa), nước ít (N.Ít).
- Với biến ngôn ngữ kết luận xác định thời gian bơm sẽ có các tập mờ bơm vừa (B.Vừa), bơm lâu (B.Lâu), bơm hơi lâu (B.HơiLâu).

89

## Ví dụ (tiếp)

Trong đó x chỉ độ sâu của Hồ ( $0 \leq x \leq 2$ ), y chỉ độ sâu của Giếng ( $0 \leq y \leq 10$ ) và z chỉ thời gian bơm ( $0 \leq z \leq 30$ ).



90

## Ví dụ (tiếp)

Từ bảng trên ta có các luật:

- Luật 1: if  $x$  is H.Lưng and  $y$  is N.Cao Then  $z$  is B.Vừa
- Luật 2: if  $x$  is H.Cạn and  $y$  is N.Cao Then  $z$  is B.Lâu
- Luật 3: if  $x$  is H.Lưng and  $y$  is N.Vừa Then  $z$  is B.Vừa
- Luật 4: if  $x$  is H.Cạn and  $y$  is N.Vừa Then  $z$  is B.Hơi lâu

Nếu nhập trị Input  $x_0 = 1$  (Độ cao của nước trong hồ),  
 $y_0 = 3$  (Độ cao của nước trong giếng)

$$\left. \begin{array}{l} \mu_{H.Lưng}(x_0) = 1 \\ \mu_{N.Cao}(y_0) = 3/10 \end{array} \right\} \Rightarrow W_1 = \min(1, 3/10)$$

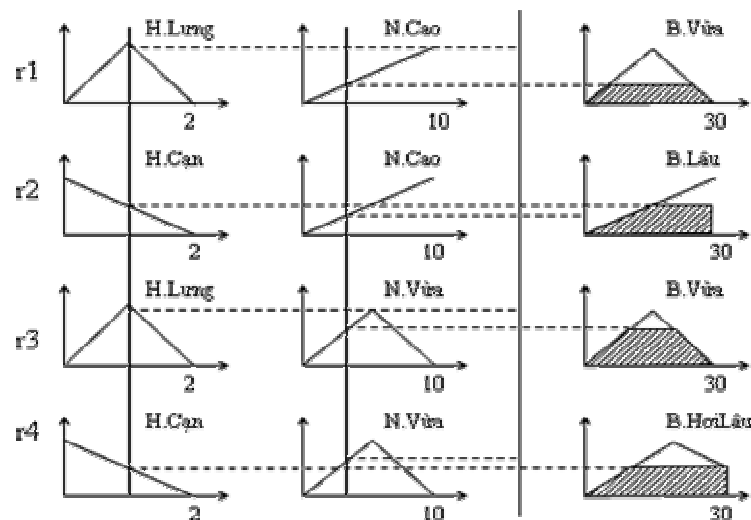
$$\left. \begin{array}{l} \mu_{H.Cạn}(x_0) = 0.5 \\ \mu_{N.Cao}(y_0) = 3/5 \end{array} \right\} \Rightarrow W_2 = \min(0.5, 3/5) = 0.5$$

$$\left. \begin{array}{l} \mu_{H.Lưng}(x_0) = 1 \\ \mu_{N.Vừa}(y_0) = 3/5 \end{array} \right\} \Rightarrow W_3 = \min(1, 3/5) = 3/5$$

$$\left. \begin{array}{l} \mu_{H.Cạn}(x_0) = 0.5 \\ \mu_{N.Vừa}(y_0) = 3/5 \end{array} \right\} \Rightarrow W_4 = \min(0.5, 3/5) = 0.5$$

91

## Ví dụ (tiếp)



92

## Ví dụ (tiếp)

Các  $W_i$  gọi là các trọng số của luật thứ  $i$

Theo lý thuyết hàm thành viên của kết luận cho bởi công thức:

$$\mu_c(z) = \sum W_i \mu_{K1i}(Z) \quad i = 1 \dots N$$

$$\mu_c(z) = W_1 \cdot B.Vừa(z) + W_2 \cdot B.Lâu(z) + W_3 \cdot B.Vừa(z) + W_4 \cdot B.Hơi Lâu(z)$$

$$\mu_c(z) = 3/10 \cdot B.Vừa(z) + 0.5 \cdot B.Lâu(z) + 3/5 \cdot B.Vừa(z) + 0.5 \cdot B.Hơi Lâu(z)$$

Bước tiếp theo là ta phải giải mờ từ hàm thành viên của kết luận bằng cách tính trọng tâm của hàm  $\mu_c(z)$

Moment  $\mu_c(z)$  là  $\int_U z \mu_c(z) dz$

$$\text{và } z_0 = \frac{\int_U z \mu_c(z) dz}{\int_U \mu_c(z) dz} = 16.06$$

Vậy Defuzzy(z) = 16.06

Do đó nếu mực nước trong hồ và giếng là 1m và 3m thì thời gian cần bơm là 16 phút và 06 giây.

93

## Khử mờ: Lấy điểm trọng tâm

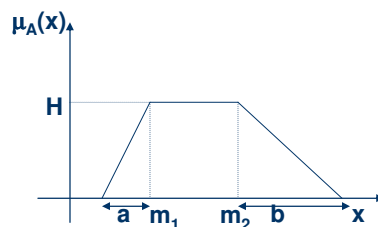
$$x_0 = \frac{\int_U x \mu_A(x) dx}{\int_U \mu_A(x) dx} = \frac{\int_U x \sum_{i=1}^n \mu_{U_i}(x) dx}{\int_U \sum_{i=1}^n \mu_{U_i}(x) dx}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n \int_U x \mu_{U_i}(x) dx}{\sum_{i=1}^n \int_U \mu_{U_i}(x) dx}$$

94

## Tính các tích phân

$$x_0 = \frac{\int_U x \mu_A(x) dx}{\int_U \mu_A(x) dx}$$

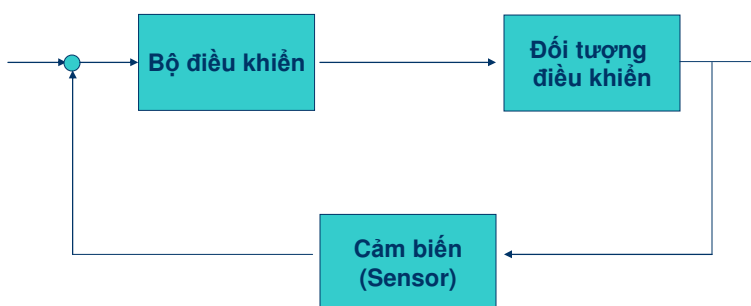


$$\int_U x \mu_A(x) dx = \frac{H}{6} (3m_2^2 - 3m_1^2 + b^2 - a^2 + 3m_2b + 3m_1a)$$

$$\int_U \mu_A(x) dx = \frac{H}{2} (2m_2 - 2m_1 + a + b)$$

95

## 4.6.8 NGUYÊN LÝ XỬ LÝ CÁC BÀI TOÁN MỜ (tiếp)



### Bộ điều khiển mờ:

SISO: Single Input, Single Output

MIMO: Multi Input, Multi Output

SIMO: Single Input, Multi Output

MISO: Multi Input, Single Output

96



#### 4.6.8 NGUYÊN LÝ XỬ LÝ CÁC BÀI TOÁN MỜ (tiếp)

##### Bộ điều khiển mờ:

SISO: If (A is  $A_1$ ) Then (B is  $B_1$ )

...

If (A is  $A_n$ ) Then (B is  $B_n$ )

MIMO: If ( $A_1$  is  $A_{11}$ ) and ... and ( $A_m$  is  $A_{m1}$ ) Then ( $B_1$  is  $B_{11}$ ) and ... and ( $B_s$  is  $B_{1s}$ )

...

If ( $A_1$  is  $A_{n1}$ ) and ... and ( $A_m$  is  $A_{n1}$ ) Then ( $B_1$  is  $B_{n1}$ ) and ... and ( $B_s$  is  $B_{ns}$ )

MISO: If ( $A_1$  is  $A_{11}$ ) and ... and ( $A_m$  is  $A_{m1}$ ) Then (B is  $B_1$ )

...

If ( $A_1$  is  $A_{n1}$ ) and ... and ( $A_m$  is  $A_{n1}$ ) Then (B is  $B_n$ )

SIMO: If (A is  $A_1$ ) Then ( $B_1$  is  $B_{11}$ ) and ... and ( $B_s$  is  $B_{1s}$ )

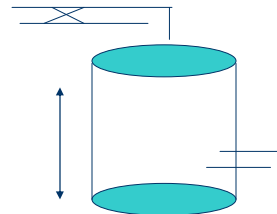
...

If (A is  $A_n$ ) Then ( $B_1$  is  $B_{n1}$ ) and ... and ( $B_s$  is  $B_{ns}$ )

97

#### Bài tập: Điều khiển mực nước

**Bài toán điều khiển mực nước:** Không phụ thuộc vào lượng nước chảy ra khỏi bình, cần phải điều chỉnh van cho lượng nước chảy vào bình vừa đủ để sao cho mực nước h trong bình là luôn không đổi.



**Giả sử bộ điều khiển là con người, sẽ có các nguyên tắc sau:**

**R1:** Nếu mực nước là thấp nhiều thì van ở mức độ mở to

**R2:** Nếu mực nước là thấp ít thì van ở mức độ mở nhỏ

**R3:** Nếu mực nước là đủ thì van ở vị trí đóng.

**R4:** Nếu mực nước là cao thì van ở vị trí đóng.

98

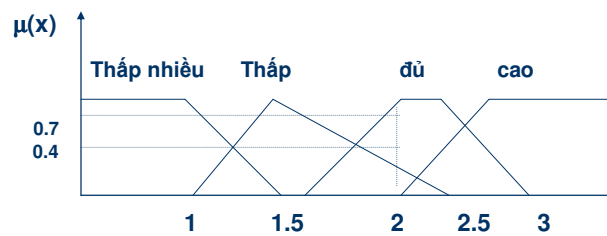
## Bài tập: Điều khiển mực nước(tiếp)

Các biến ngôn ngữ:

+  $x$  là mực nước: có 4 giá trị  $T=\{\text{thấp nhiều, thấp ít, đủ, cao}\}$

+  $y$  van: có 3 giá trị  $T=\{\text{to, nhỏ, đóng}\}$

Mực nước  $X \in [0 \dots 3]$  (mét)

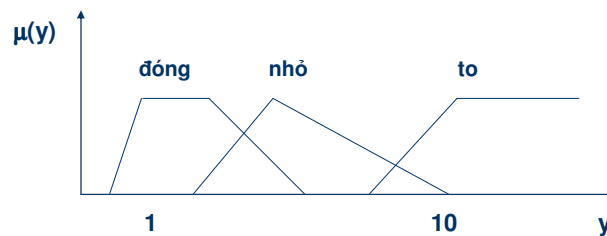


99

## Bài tập: Điều khiển mực nước(tiếp)

Van  $Y \in [0 \dots 10]$  (cm)

Với  $y$  là độ mở của van,  $T=\{\text{to, nhỏ, đóng}\}$



Cho mực nước cao  $x_0 = 2$  m, hỏi độ mở của van  $y_0$  là bao nhiêu

100