

**BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI
BỘ MÔN: KHOA HỌC MÁY TÍNH
KHOA: CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

BÀI GIẢNG

HỆ CHUYÊN GIA

TÊN HỌC PHẦN : HỆ CHUYÊN GIA
MÃ HỌC PHẦN : 17213
TRÌNH ĐỘ ĐÀO TẠO : ĐẠI HỌC CHÍNH QUY
DÙNG CHO SV NGÀNH : CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

HẢI PHÒNG - 2010

MỤC LỤC

	NỘI DUNG	TRANG
Mở đầu		1
Chương 1:	Tổng quan về hệ chuyên gia	2
1.1	Hệ chuyên gia - chương trình ứng dụng (HCG - CTƯD)	2
1.2	Cấu trúc hệ chuyên gia	4
1.3	Ứng dụng hệ chuyên gia	5
	Bài tập chương 1	6
Chương 2:	Biểu diễn tri thức	7
2.1	Mở đầu	7
2.2	Dư thừa (Redundancy)	7
2.3	Mâu thuẫn (consistency - inconsistency)	11
2.4	Lưu trữ CSTT	14
2.5	Soạn thảo tri thức	16
2.6	Cập nhật sửa đổi	16
	Bài tập chương 2	17
Chương 3:	Các kỹ thuật suy diễn và lập luận	18
3.1	Nhập môn	18
3.2	Phân rã CSTT	18
3.3	Mô tơ suy diễn	20
3.4	Biểu diễn tri thức bằng Logic vị từ và suy diễn	30
3.5	Ứng dụng các kỹ thuật suy diễn	32
	Bài tập chương 3	37
Chương 4:	Hệ hỗ trợ quyết định	38
4.1	Khái niệm về hệ hỗ trợ ra quyết định	38
4.2	Cấu trúc của một hệ hỗ trợ ra quyết định	39
	Bài tập chương 4	41
Chương 5:	Máy học	42
5.1	Thế nào là máy học	42
5.2	Học bằng cách xây dựng cây định danh	43
	Bài tập chương 5	48
Chương 6:	Logic mờ và lập luận xấp xỉ.	49
6.1	Biểu diễn tri thức bằng logic vị từ	49
6.2	Một số ví dụ	49
6.3	Cơ chế suy diễn	50
6.4	Biểu diễn tri thức bằng logic mờ và suy diễn	52
	Bài tập chương 6	63
	Đề cương ôn tập	64
	Đề thi mẫu	65

Tên học phần: Hệ chuyên gia
Bộ môn phụ trách giảng dạy : Khoa học máy tính
Mã học phần: 17213

Loại học phần : 3
Khoa phụ trách: CNTT.
Tổng số TC: 3

TS tiết	Lý thuyết	Thực hành/ Xemina	Tự học	Bài tập lớn	Đồ án môn học
60	45	0	0	15	0

Điều kiện tiên quyết:

Sinh viên phải nắm được một ngôn ngữ lập trình và học môn TTNT.

Mục tiêu của học phần:

- Cung cấp các kiến thức cơ bản về các kỹ thuật biểu diễn và xử lý tri thức.
- Rèn luyện tư duy khoa học.

Nội dung chủ yếu:

- Tổng quan về hệ chuyên gia;
- Biểu diễn tri thức và lập luận;
- Hệ hỗ trợ ra quyết định.
- Máy học;
- Logic mờ và lập luận xấp xỉ;

Nội dung chi tiết:

Tên chương mục	Phân phối số tiết				
	TS	LT	BT	Xemina	KT
MỞ ĐẦU					
Chương I. Hệ chuyên gia, chương trình ứng dụng	08	08			
1.1. Hệ chuyên gia - chương trình ứng dụng		03			
1.2. Cấu trúc hệ chuyên gia		03			
1.3. Ứng dụng hệ chuyên gia		02			
Chương II. Biểu diễn tri thức	08	08			
2.1. Mở đầu		01			
2.2. Dư thừa (Redundancy)		01			
2.3. Mâu thuẫn (consistency - inconsistency)		01			
2.4. Lưu trữ CSTT		02			
2.5. Soạn thảo tri thức		02			
2.6. Cập nhật sửa đổi		01			
Chương III. Các kỹ thuật suy diễn và lập luận	09	08			01

3.1. Nhập môn		01			
3.2. Phân rã CSTT		02			01
3.3. Mô tơ suy diễn		01			
3.4. Biểu diễn tri thức bằng Logic vị từ và suy diễn		02			
3.5. Ứng dụng các kỹ thuật suy diễn		02			
Chương IV. Hệ hỗ trợ quyết định	06	05			01
4.1. Khái niệm về hệ hỗ trợ ra quyết định		02			
4.2. Cấu trúc của một hệ hỗ trợ ra quyết định		03			01
Chương V. Máy học	08	08			
5.1. Thế nào là máy học		02			
5.2. Học bằng cách xây dựng cây định danh		06			
Chương VI. Logic mờ và lập luận xấp xỉ.	06	05			01
6.1. Biểu diễn tri thức bằng logic vị từ		01			
6.2. Một số ví dụ		01			01
6.3. Cơ chế suy diễn		01			
6.4. Biểu diễn tri thức bằng logic mờ và suy diễn		02			

Nhiệm vụ của sinh viên: Lên lớp đầy đủ và chấp hành mọi quy định của Nhà trường.
Làm bài tập lớn đúng hạn.

Tài liệu tham khảo:

1. Nguyễn Thanh Thủy - *Hệ Chuyên gia* - Trường Đại học Bách khoa Hà nội - 2002
2. Hoàng Kiêm - *Các hệ cơ sở tri thức* - Nhà xuất bản ĐHQG TPHCM - 2002
3. JohnDurkin - *Expert systems* - NXB Prentic Hall - 1994

Hình thức và tiêu chuẩn đánh giá sinh viên:

- Thi viết rọc phách, thời gian làm bài: 60 phút.

Thang điểm : Thang điểm chữ A,B,C,D,F.

Điểm đánh giá học phần: $Z=0,3X+0,7Y$.

Bài giảng này là tài liệu **chính thức và thống nhất** của Bộ môn Khoa học máy tính, Khoa Công nghệ thông tin và được dùng để giảng dạy cho sinh viên.

Ngày phê duyệt: / /2010

Trưởng Bộ môn: (ký và ghi rõ họ tên)

Mở đầu

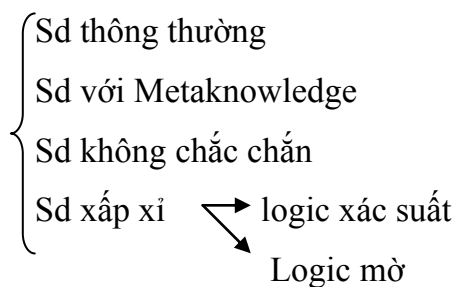
Ngày nay việc ứng dụng công nghệ kỹ thuật cao vào đời sống đang là một đòi hỏi bức thiết. Một trong những lĩnh vực đó là trí tuệ nhân tạo, mà một phần quan trọng của nó là Hệ chuyên gia. Vậy hệ chuyên gia là gì? Theo giáo sư Edward Feigenbaum của trường đại học STANFORD, ông là một trong những chuyên gia đầu ngành về hệ chuyên gia đã cho rằng: Hệ chuyên gia là một hệ thống chương trình máy tính chứa các thông tin tri thức và các quá trình suy diễn về một lĩnh vực cụ thể nào đó để giải quyết các bài toán khó mà đòi hỏi sự uyên bác của các chuyên gia trong ngành. Một cách khác ta có thể thấy:

Hệ chuyên gia = CSTT + MTSD + GD + Modul hỏi đáp + Thu nhận tri thức

Các vấn đề của hệ chuyên gia:

Quản trị tri thức

Mô tơ - suy diễn:



Giao diện

Hỏi đáp

KDD : thu nạp (phát hiện) tri thức từ dữ liệu

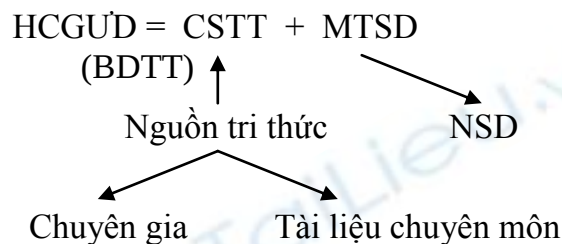
HCG phân tán

Chương 1: Tổng quan về hệ chuyên gia

1.1. Hệ chuyên gia - chương trình ứng dụng (HCG - CTƯD)

Khái niệm: Hệ chuyên gia (HCG) là một chương trình ứng dụng (CTƯD) khai thác cơ sở tri thức (CSTT) thu nạp từ nguồn tri thức chuyên môn dựa trên việc sử dụng cơ chế suy diễn để giải quyết các bài toán tư vấn KHÓ đạt trình độ cỡ như một CHUYÊN GIA LÂU NĂM LÀNH NGHỀ

i) Ta có sơ đồ mô tả như sau:



Qua sơ đồ trên ta có thể thấy: Một chương trình ứng dụng được xây dựng dựa trên CSTT và (MTSD) mô tơ suy diễn. Trong đó CSTT được lấy từ nguồn tri thức. Có hai loại là xin ý kiến từ các chuyên gia trong lĩnh vực đó, cũng có thể lấy theo cách thứ hai đó là tổng hợp từ các tài liệu chuyên môn. Còn MTSD phụ thuộc vào người dùng do người dùng đưa ra.

ii) Vai trò của kỹ sư tri thức (knowledge Engineer)

	Lĩnh vực CM	Tin học
1. Xd HT ³ QL	SUPER	Super
Nhà c/m	Super	Super
LTV	ε	Super
Analyzer	SUPER	ε
2. XD HCG		
C gia	S	ε
LTV	ε	Super
Kĩ sư TT	ε	Super

iii) Xây dựng hệ chuyên gia

Sau khi đã xét ai trò của các nhân tố ở mục trên ta có thể thấy rằng để xây dựng một hệ chuyên gia thì cần có sự tham gia của các nhân tố. và sự kết hợp của họ tiến hành trong một thời gian dài(long-term). Các nhân tố bao gồm:

- CGia
- LTV
- Kỹ sư tri thức

iv) Hai phương cách xây dựng hệ chuyên gia ứng dụng

Cách 1:

Với cách này có sự kết hợp và nỗ lực giữa các chuyên gia, các kỹ sư tri thức và các lập trình viên. Họ làm việc cùng nhau và kết quả là xây dựng một hệ chuyên gia.

$$\text{HCGUĐ} = \sum \text{nỗ lực (CGia + KSTT + LTV)}$$

Cognitive Engineering

Cách 2:

Trong cách này không có sự tham gia của Lập trình viên

$$\text{HCGUĐ} = \sum \text{nỗ lực (CGia + KSTT)} + \text{CÔNG CỤ}$$

ES Generation

KBMS

Shell ES

ES Building to

Empty ES

v) Hệ tri thức(knowledge system)

Tri thức được thu nạp từ nhiều nguồn khác nhau như là:

+Tài liệu

+KDD

+Knowledge Base System

+Knowledge Base System : Hệ thống làm việc trên cơ sở tri thức

vi) Hệ chuyên gia nhằm giải quyết bài toán tư vấn (consultation) khó

vii) Hệ chuyên gia phải đạt trình độ cao

HTTTQL	HCG
Nhiều thông tin	Ít

Nhanh

Chính xác

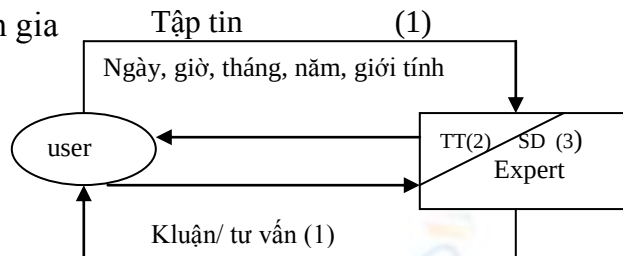
Chậm

KCX

SUPER cross - validation

1.2. Cấu trúc hệ chuyên gia

Phiên tư vấn chuyên gia



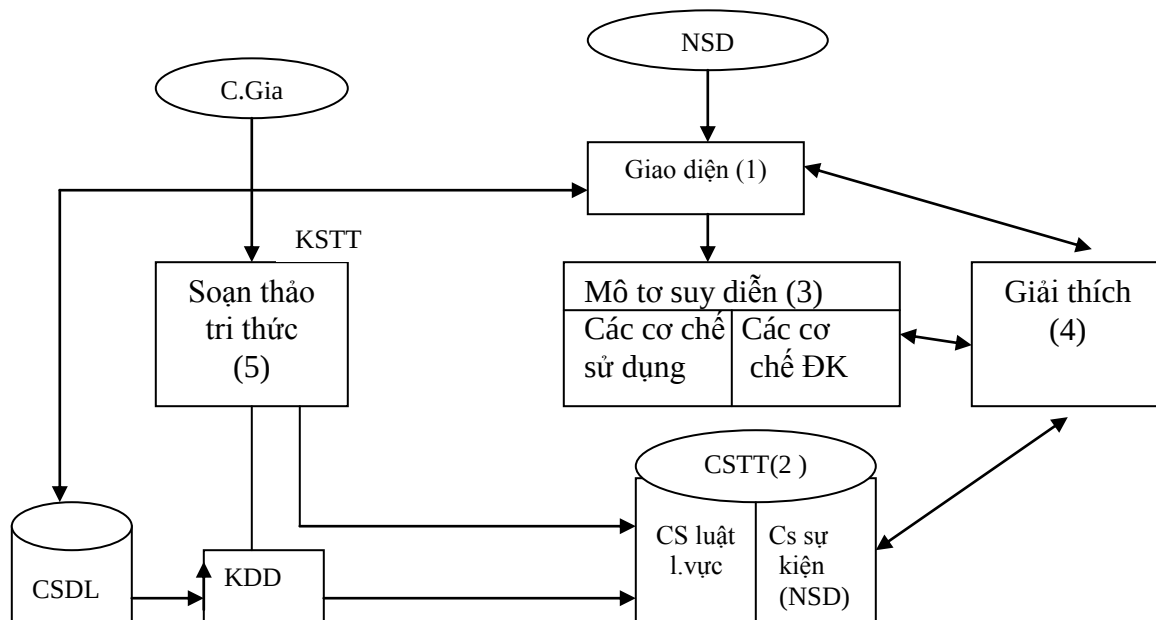
(0) Phiên thu nạp tri.thức : off - line

(1) Phiên hỏi: để lấy thông tin

(2) Suy diễn

(3) Giải đáp

On - line



Phân tích (If ... then)

$$\text{HCG} = 1 + (2 + 3) + 4 + 5 + 6$$

Kenel(nhân)

Ví dụ:

(1) Đánh cờ

i) CHƯƠNG TRÌNH CỜ = CTDL + Thuật giải Heuristic

ii) Cẩm nang

If thế cờ Then đi quân.....

(2) Hệ Tử vi

(3) Hệ khám bệnh

1.3. Ứng dụng hệ chuyên gia

Hiện nay hệ chuyên gia được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau: ví dụ như công nghệ, nông nghiệp, khoa học máy tính, thương mại khí tượng, y học, quân sự, hoá học.....Đặc biệt trong giai đoạn gần đây việc ứng dụng hệ chuyên gia vào lĩnh vực giáo dục đào tạo đang được phát triển mạnh.

Ở đâu cần tư vấn ở đó $\left\{ \begin{array}{l} \text{có thể} \\ \text{nên} \\ \text{phải} \end{array} \right\}$ xây dựng hệ chuyên gia

* Các dạng bài toán (Sự tư vấn)

1 - Diễn giải (Interpretation): Đưa ra mô tả tình huống các dữ liệu thu thập được.

2 - Dự báo (Hediction): đưa ra hậu quả của một tình huống nào đó, như là dự báo thời tiết, dự báo giá cả thị trường.

3 - Chuẩn đoán (Diagnosis): Xác định các lỗi , các bộ phận hỏng hóc của hệ thống dựa trên các dữ liệu quan sát được.

(Khi hệ thống hoạt động không bình thường)

4 - Gỡ rối (Debugging): Mô tả các phương pháp khắc phục hệ thống khi gặp sự cố.

5 - Thiết kế : lựa chọn cấu hình các đối tượng nhằm thoả mãn một số ràng buộc nào đó:

$$\begin{cases} x: \text{CAD} \\ \text{Intelligent}(x) : \text{CAD} \end{cases}$$

6 - Giảng dạy : Phần mềm dạy học, có thể chuẩn đoán và sửa lỗi của học sinh trong quá trình học tập.

- Multimedia

- Internet

Bài tập chương 1:

Câu 1: Hệ chuyên gia là gì? Cho ví dụ?

Câu 2: Trình bày cấu trúc của một hệ chuyên gia trong thực tế.

Câu 3: Liệt kê các hệ chuyên gia đã được ứng dụng thực tế (tối thiểu 6 hệ).

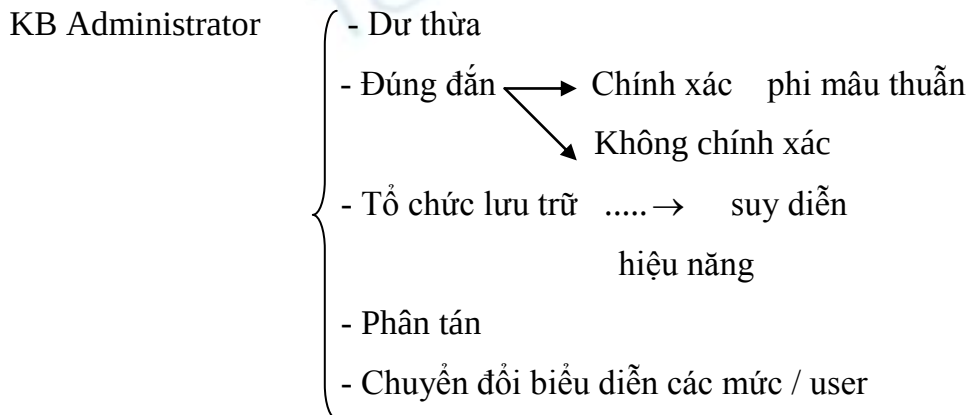
Chương 2: Biểu diễn tri thức

2.1. Mở đầu

Ở chương trước chúng ta đã có khái niệm đơn giản như thế nào là một hệ chuyên gia. Một thành phần vô cùng quan trọng của hệ chuyên gia đó là cơ sở tri thức. Thông qua các phiên thu nạp tri thức (trực tiếp hay gián tiếp) chúng ta đã xây dựng được một cơ sở tri thức cho hệ chuyên gia. Vậy làm thế nào để quản lí và thao tác xử lí để hệ chuyên gia có thể hoạt động được. Trong chương này chúng ta sẽ đề cập đến vấn đề đó và giải quyết vấn đề đó như thế nào.

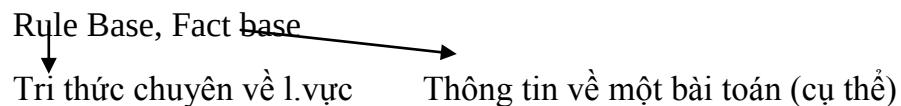
HCSTT/ HCGUĐ = CSTT + MTSD + Giao Diện + Giải thích + Thu nạp (KDD)/

Soạn thảo (Tri thức chuyên gia)



2.2. Dư thừa (Redundancy)

- CSTT = (CS luật, CS sự kiện)



2.2.1. Dư thừa luật

ĐN: cho CSTT: $B_1 = (R_1, F_1)$

$B_2 = (R_2, F_2)$

Ta nói $R_1 \equiv R_2 \Leftrightarrow$ Sức mạnh suy diễn của R_1 bằng sức mạnh suy diễn của R_2

Bao đóng suy diễn cho R. Xét $A \subseteq F$

{ Tiên * ** }

$$A_R^+ = \{ f \in F / \underline{A} \longrightarrow f \}$$

GT

VD:

- 1) $a \wedge b \rightarrow c$
- 2) $b \wedge c \wedge d \rightarrow e$
- 3) $a \wedge d \rightarrow f$
- 4) $c \rightarrow g$
- 5) $a \rightarrow h$
- 6) $d \wedge c \rightarrow h$
- 7) $b \rightarrow u$

$$\{a\}^+ = \{a, h\}$$

$$\{a, b\}^+ = \{a, b, c, g, u, h\}$$

Nhận xét: Một luật trong logic mệnh đề $\equiv$ PTH và bao đóng = bao đóng của PTH

VD: Logic vị từ:

$$V_1: \text{td}(U, XY) \wedge \text{td}(V, XZ) \rightarrow \text{SS}(UV, YZ)$$

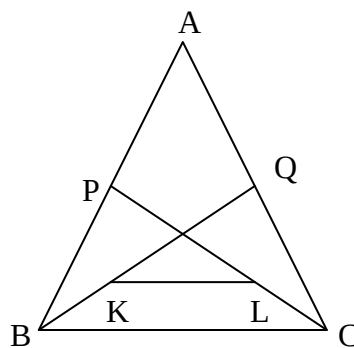
$$V_2: \text{SS}(UV, XY) \wedge \text{SS}(XY, ST) \rightarrow \text{SS}(UV, ST)$$

$$V_3: \text{SS}(UV, XY) \wedge \text{SS}(UT, XY) \rightarrow \text{THAG}(U, V, T)$$

$$\text{td}(U, XY) \rightarrow \text{td}(U, YX)$$

$$\text{SS}(UV, XY) \rightarrow \text{SS}(XY, UV)$$

$$\text{SS}(UV, XY) \rightarrow \text{SS}(VU, XY)$$



$$GT = \{ \text{td}(P, AB), \text{td}(Q, AC), \text{td}(K, BQ), \text{td}(L, CP) \}$$

$$\{ \quad \}$$

$$GT_R^+ = \dots ?$$

VD: Quy nạp toán học $P(x)$

$$(1) \quad P(1)$$

$$(2) \quad P(i) \rightarrow P(i+1)$$

$$\{P(1)\}_R^+ = \{P(1), P(2), P(3), \dots\}$$

$$\forall x \quad P(x)$$

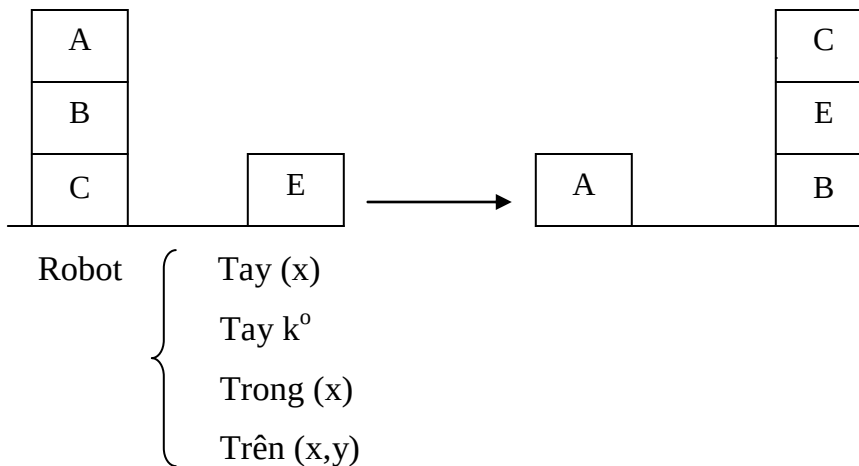
* Việc xác định bao đóng suy diễn dựa vào SD tiên:

$$\{a, d\} \xrightarrow[\text{(đ.với logic m.đề)}]{\text{Max, min, queue, stack}} \{a, d, h\} \Rightarrow \text{suy diễn có tính chất đơn điệu} \xrightarrow{(3)} (a, d, h, g)$$

VD: $Y(x, y) \rightarrow C(x, y)$

$$\{Y(a, b), Y(a, c)\} \begin{cases} \rightarrow Y(a, b), C(a, b) \\ \rightarrow Y(a, c), C(a, c) \end{cases}$$

VD: Xây dựng tập luật cho Robot



$$\text{Tay } k^o \wedge \text{Trong (x)} \rightarrow \text{Tay (x)} \quad +$$

$$\text{Tay (x)} \wedge \text{Trong (y)} \rightarrow \text{Trên (x,y)} \quad +$$

$$\text{Trong (y)} \quad -$$

$$\text{Tay (x)} \rightarrow \text{San (x), Trong (x)} \quad +$$

$$\text{Ta nói } R_1 \equiv R_2 \Leftrightarrow \forall A \subseteq F \quad A_{R_1}^+ = A_{R_2}^+$$

Giả sử $R = m$:

$$R =$$

$$r_i : \text{left}_i \rightarrow q_i$$

$$|\text{left}_i| \leq K$$

$$|F| \leq (1+K)m = (m)$$

$$\Rightarrow |F| = 0 (m)$$

DN:

Luật $r \in R$ thừa trong $R \Leftrightarrow R \setminus \{r\} \equiv R$

Tiêu chuẩn 1 (áp dụng cho logic mệnh đề)

$$r : \text{left} \rightarrow q \in R \text{ dư thừa} \Leftrightarrow q \in \text{left}_{R/r}^+$$

giải thích:

$$\text{left} \rightarrow \dots_{R/\{r\}} \rightarrow q$$

Câu hỏi: Thuật toán xác định bao đóng của 1 tập

A_R^+ $0 (m^2)$ $0(m)$ (logic mệnh đề)
(SD tiến)

VD:

1) $a \wedge m \rightarrow u$		
2) $u \rightarrow c$		$u \rightarrow c$
3) $a \wedge b \rightarrow c$		$a \wedge b \rightarrow c$
4) $u \rightarrow b$		Q^3 : Thứ tự có ảnh hưởng $r \in R$ không
5) $b \rightarrow g$		
6) $g \rightarrow c$		

- Khi xét các biểu diễn là logic vị từ $\rightarrow$ vấn đề dư thừa như thế nào?

2.2.2. Dư thừa sự kiện

Giả sử cơ sở luật không chứa luật dư thừa

DN: Xét $r : \text{left} \rightarrow q$

$$f \rightarrow \text{left}$$

f được coi là dư thừa trong $r \Leftrightarrow$ thay r bởi $r' : \text{left} \setminus \{f\} \rightarrow q$ vẫn có tập luật tương đương $(R \setminus \{r\}) \cup \{r'\} \equiv R$

$$\text{TC 2: } f \text{ dư thừa} \Leftrightarrow f \in (\text{left} \setminus r_f)_{R^+} \left. \begin{array}{l} \text{Giải thích:} \\ r: (\text{left} \setminus \{f\}) \cup \{f\} \rightarrow q \end{array} \right\} \begin{array}{l} (m^2) \\ 0 (m) \end{array}$$

CHÚ Ý:

- Dư thừa không có ý nghĩa là vô ích
 - Duy trì dư thừa kéo theo nâng cao chất lượng suy diễn
- $\Rightarrow$ KSTT q. định dư thừa có vô ích hay không?

$$\text{VD: } \quad \text{GT} = \{a, m\} \quad \text{KL} = \{c\}$$

$$\text{Vet}_1 = \{r_1, r_2\}$$

$$\text{Vet}_2 = \{r_1, r_4, r_5, r_6\}$$

Luật hợp thành (compositional rule):

$$T_{\text{vet1}}: a \wedge m \rightarrow c \text{ (tăng suy diễn, giảm bộ nhớ)}$$

VD: Hệ chuyên gia chứng minh biểu thức hoá học

Tri thức 7:

2.3. Mâu thuẫn (consistency - inconsistency)

2.3.1 Mâu thuẫn tường minh

- Khi duyệt CSTT, chỉ qua ht bên ngoài của các luật đã phát hiện ra $><$

ĐN:

$$\begin{aligned} \text{Ta nói: } \quad & r: \text{left} \rightarrow q >< r': \text{left}' \rightarrow q' \\ \Leftrightarrow & + \text{left} \subseteq \text{left}' \text{ hoặc } \text{left}' \subseteq \text{left} \\ & + q >< q' \end{aligned}$$

Trong logic mệnh đề: $p >< \bar{p}$

Trong logic vị từ: $+ p(a) >< \bar{p}(a)$

$$+ \bar{p}(a) >< \forall x \, p(x)$$

$$+ p(a) >< \forall x \, \bar{p}(a)$$

Trong luật s.xuất: $X = 3 >< X = 4$

$$X \leq 9 >< X > 10$$

Phát hiện mâu thuẫn $\underline{m(m-1)}$ cặp (r, r') $O(1)$

$$\left\{ \begin{array}{l} |left| \leq k \\ O(k^2) \quad O(K \log_2 K) \end{array} \right\} O(m^2)$$

* Xử lý mâu thuẫn

- Xử lý cục bộ : $r \succ r'$

+ theo trọng số

+ theo lĩnh vực chuyên môn

r thuộc lĩnh vực chuyên môn A

r' thuộc lĩnh vực chuyên môn B

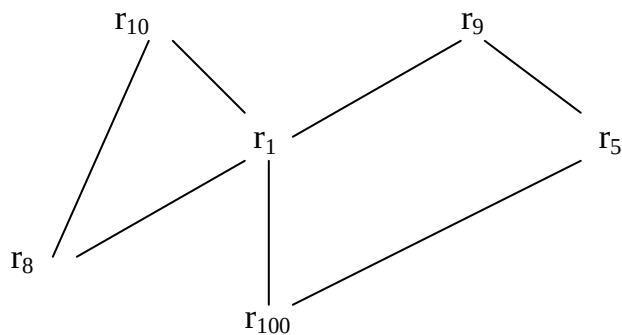
+ theo xử lý ngoại lệ: r – chung; r' – ngoại lệ; left – left'

- Xử lý tổng thể: thể hiện trong:

ĐỒ THỊ MÂU THUÃN : $\left\{ \begin{array}{l} - \text{đỉnh là luật} \\ - \text{cạnh là mâu thuẫn} \end{array} \right.$

$$(r, r') \in A \xLeftrightarrow{A} r \succ r'$$

Như vậy:



Biện pháp: Vứt bỏ tập luật (tập con các luật) $R_0 \subseteq R$ sao cho $R \setminus R_0$ trở thành phi $\succ$

Theo những đồ thị: bỏ luật cùng các cạnh liên thuộc để có một đồ thị con $R \setminus R_0$ chỉ còn các đỉnh cô lập (tức là $(R, R_0,)$)

+ Tiêu chuẩn $(R_0) \rightarrow \max / \min$

· Tiêu chuẩn $(R_0) = \cdot R \rightarrow \min$

$$\cdot \sum_{r \in R_0} w(r) \rightarrow \min$$

2.3.2. Mâu thuẫn không tường minh (KTM)

ĐN: CSTT (R,F) chứa $\gg$ KTM

$F \in F$ 1) F không chứa cặp sự kiện đụng độ

2) F_R^+ chứa cặp sự kiện đụng độ $F \xrightarrow[R]{\text{SUY DIỄN}^*} F_R^+$

VD:

1) $a \rightarrow b$	$\{a, u\}_R^+ = \{a, u, \dots, e, \dots, \bar{e}\}$
2) $b \rightarrow c$	
3) $c \rightarrow d$	
4) $d \rightarrow e$	
5) $a \wedge u \rightarrow v$	
6) $v \rightarrow w$	
7) $w \wedge u \rightarrow \bar{e}$	

* Thuật toán:

$R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$

Xét $a \in F$: $R_1 = \{r_j : \text{left}_j \rightarrow q_j / a \in \text{left}_j\}$

$R_2 = \{r_l : \text{left}_l \rightarrow q_l / a \in \text{left}_l\}$

$\Rightarrow R_3 = R \setminus \{R_1, R_2\}$

$\Rightarrow R'_1 = R_1 \cup R_3$; $R'_2 = R_2 \cup R_3$

Mâu thuẫn không tường minh (R) $\Leftrightarrow$ Mâu thuẫn không tường minh (R'_1) $\wedge$ mâu thuẫn không tường minh (R'_2)

Nếu $\forall a$ $R_1 = \Phi$ hoặc $R_2 = \Phi$; $R = LA'$ thì mâu thuẫn không tường minh (R) $\Leftrightarrow \text{left}_R^+$ chứa cặp sự kiện đụng độ $O(m^2)$

2.4. Lưu trữ CSTT

A. Cấu trúc tĩnh: Với bảng luật lưu trữ bằng mảng ARRAY

VD: 1) $a \wedge b \rightarrow c$
2) $b \wedge c \wedge d \rightarrow e$

a	b			c
b	c	d		e
a	d			f
c				g
a				h
d	c			h
b				u

Vế trái Vế phải

3) $a \wedge d \rightarrow f$

4) $c \rightarrow g$

5) $a \rightarrow h$

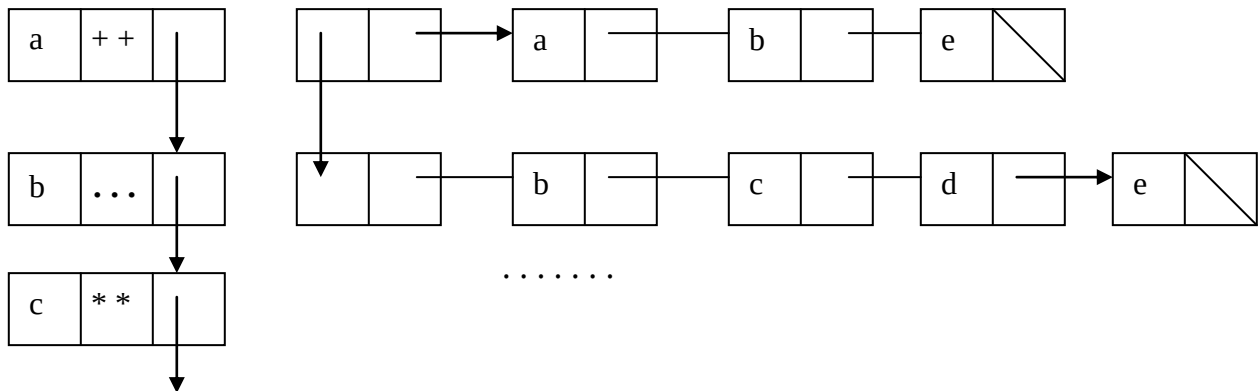
6) $d \wedge c \rightarrow h$

7) $b \rightarrow u$

Hai lưu trữ cơ sở sự kiện và cơ sở luật

Tên	Ý nghĩa	Cơ sở luật			
A	++++	SK1	SK2	SK3	KL
b	••••	a	b		c
c	****	b	c	d	e
d	----	a	d		f
		c			g
		a			f

B. Cấu trúc động



C. Cấu trúc lại

CS/ Bảng sự kiện

Giá trị: lưu thực trong máy tính (boolean)

Ngữ nghĩa: diễn giải ý nghĩa của nó

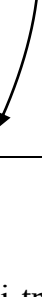
Câu hỏi: user đưa ra các gợi ý đối với sự kiện

Tro: chỉ ra vị trí xuất hiện đầu tiên trong bảng luật

tro 1: chỉ sự kiện tiếp theo

tro 2: móc nối các sự kiện cùng tên

tro 3: nạp 1 danh sách móc nối giữa các luật

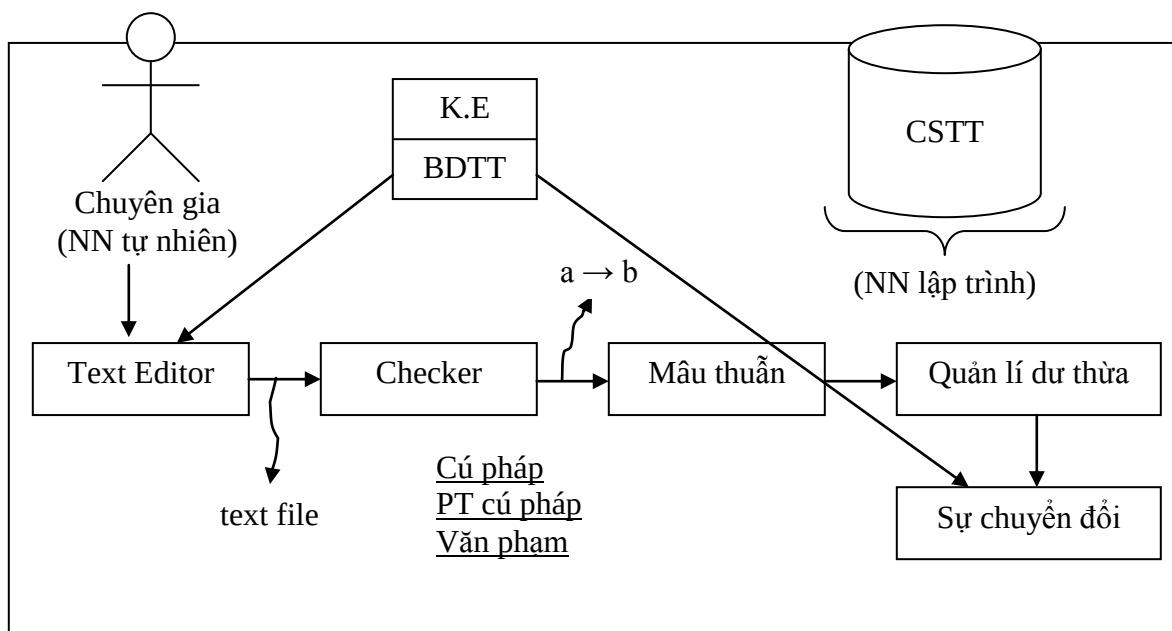
STT	Tên	Giá trị	NN	Ques	VT	VP	Tro	STT	Tên s.k	Tro1	Tro2	Tro3	Dạng
1	a	—	+++	?	1			1	a				1
2	b	—	&&&	??	1			2	b				1
3	c	—	***	???	1	1		3	c				1
4	d	—	###	????	1			4	b				1
5	e	—	\$\$\$	?????	—	1		5	c				1
								6	d				1
								7	c				1
								8	a				1
								9	d				1

Chú ý” Cấu trúc dữ liệu nào thì gắn với thao tác đó

+ Cập nhật: thêm, bớt, sửa: tất cả thao tác này là do người quản trị tri thức, hay là kỹ sư tri thức đảm nhận

+ Suy diễn

2.5. Soạn thảo tri thức:



2.6. Cập nhật sửa đổi

A. Hiện thị

