*Tạp chí Tin học và Điều khiển học, T.18, S.1 (2002), 51-58*

# NGHIÊN CỨU MỘT SỐ TOÁN TỬ SUY DIỄN ĐỐI VỚI HỆ TRI THỨC F-LUẬT

NGUYỄN THANH THỦY, PHAN DƯƠNG HIỆU

**Abstract.** This paper represents a study of reasoning methods in knowledge systems of F-rules. Beside the reasoning operator $t_B$ defined in [3, 6] which is called here the global reasoning operator, we introduce the partial reasoning operator, in each step of which only a certain number of rules (but not necessarily all) of the knowledge base is used. It is proved that for monotone knowledge systems, these reasoning methods based on two reasoning operators are equivalent to each other. It is shown also that, by using the partial reasoning operator, we can, in some cases, achieve the result more quickly.

**Tóm tắt.** Trong bài này, chúng tôi trình bày nghiên cứu các cơ chế lập luận trong các hệ tri thức F-luật. Ngoài toán tử suy diễn $t_B$ trong [3, 6] mà trong bài viết này ta gọi nó là toán tử suy diễn tổng thể, chúng tôi đưa thêm toán tử suy diễn bộ phận với mỗi bước lập luận ta chỉ áp dụng một số chứ không phải tất cả các luật trong cơ sở tri thức. Đối với các hệ tri thức đơn điệu, chúng tôi đã chứng minh được các phương pháp lập luận dựa trên hai toán tử suy diễn này là tương đương với nhau. Từ đó gợi cho ta khả năng suy luận nhanh hơn để đạt tới kết quả cuối cùng bằng cách áp dụng phép lập luận bộ phận.

## 1. MỞ ĐẦU

Việc nghiên cứu các hệ tri thức không chắc chắn ngày càng được nhiều tác giả quan tâm, bởi những hệ tri thức này cho phép xử lí các tri thức chuyên gia trong thực tế. Do vậy, nó rất có ý nghĩa trong nhiều lĩnh vực ứng dụng [1, 2, 4].

Trong [3, 5, 6] các tác giả đã xây dựng và nghiên cứu tính ổn định của một số hệ tri thức F-luật, trong đó mỗi tri thức được biểu diễn dưới dạng một F-luật (sẽ được định nghĩa trong Phần 2). Các bài báo [3] và [6] cũng đưa ra một phương pháp lập luận dựa trên toán tử suy diễn tổng thể, trong đó tại mỗi bước lập luận, ta phải áp dụng tất cả các luật trong hệ tri thức. Trong bài viết này, chúng tôi sẽ đề xuất thêm phương pháp lập luận bộ phận, trong đó tại mỗi bước suy luận sẽ chọn và chỉ áp dụng một số luật nào đó trong hệ tri thức. Đối với các hệ tri thức đơn điệu, chúng tôi chứng minh được sự tương đương giữa các phương pháp lập luận, từ đó cho phép ta có thể tìm được cách lập luận nhanh hơn phép lập luận đã nêu trong [3, 6] với kết quả hoàn toàn như nhau.

## 2. CÁC PHƯƠNG PHÁP LẬP LUẬN ĐỐI VỚI HỆ TRI THỨC F-LUẬT

### 2.1. Cơ sở tri thức F-luật với giá trị khoảng

Gọi tập các khoảng con của $[0, 1]$ là $C[0,1] = \{[\alpha, \beta] \mid 0 \le \alpha \le \beta \le 1\}$.

Sự kiện: là một cặp gồm một atom $S$ và một khoảng $I \in [0, 1]$, và được kí hiệu là $\langle S, I\rangle$ với ý nghĩa rằng độ tin cậy của khẳng định rằng $S$ đúng nằm trong khoảng $I$ (ta nói $I$ là giá trị của $S$).

**Tri thức dạng F-luật** (gọi tắt là một F-luật) có dạng sau:

$$r:\ \langle S_1, I_1\rangle \wedge \ldots \wedge \langle S_n, I_n\rangle \to \langle S, I = f(I_1, \ldots, I_n)\rangle,$$

trong đó $f$ là hàm của các biến khoảng $I_i$.

**Cơ sở tri thức F-luật** (kí hiệu là $\mathcal{B}$) gồm hai thành phần: tập các sự kiện $\mathcal{B}_f = \{\langle S, I\rangle\}$ và tập các F-luật $\mathcal{B}_r = \{r_i\}$. Mỗi luật $r_i \in \mathcal{B}_r$ có dạng:

$$r_i : \langle A_{i_1}, I_{i_1}\rangle \wedge \ldots \wedge \langle A_{i_{m_i}}, I_{i_{m_i}}\rangle \rightarrow \langle A_i, I_i = f_i(I_{i_1}, \ldots, I_{i_{m_i}})\rangle.$$

Kí hiệu $\Gamma$ là tập các atom xuất hiện trong các luật của cơ sở tri thức $\mathcal{B}$, $\mathcal{R}$ là tập chỉ số các luật ($\mathcal{R} = \{1, \ldots, M\}$).

## 2.2. Các toán tử suy diễn

Cho cơ sở tri thức $\mathcal{B}$.

Gọi $\mathcal{J}$ là tập các ánh xạ từ $\Gamma$ vào $C[0,1]$, mỗi $I \in \mathcal{J}$ được xem là phép gán giá trị cho các atom.

*Toán tử suy diễn bộ phận* tương ứng với tập các chỉ số $E$ ($E \subseteq \mathcal{R}$), kí hiệu là $t_E$, được định nghĩa như sau:

$t_E : \mathcal{J} \rightarrow \mathcal{J}$

$t_E(I)(A) = I(A) \cap \Big( \bigcap_{i \in E \cap E_A} f_i(I_{i_1}, \ldots, I_{i_{m_i}})\Big)$, $\forall A \in \Gamma$, ở đây $E_A$ là tập các luật có vế phải chứa atom $A$.

Toán tử suy diễn $t_{\mathcal{B}}$ trong [3] là trường hợp riêng của toán tử suy diễn bộ phận $t_E$ với $E = \mathcal{R}$. Do vậy, trong bài này, ta gọi nó là toán tử suy diễn *tổng thể* và kí hiệu là $t_{\mathcal{R}} = t_{\mathcal{B}}$.

Kí hiệu $t_{E_1 \ldots E_n}$ toán tử suy diễn hợp thành từ toán tử suy diễn bộ phận tương ứng với các tập chỉ số $E_1, \ldots, E_n$, ta gọi $v_n = E_1 \ldots E_n$ là một vết suy diễn bậc $n$ của toán tử suy diễn bộ phận.

+ Với vết $v(n) = E_1 \ldots E_n$, kí hiệu vết con bậc $k$ ($k \leq n$) của $v(n)$ là vết $v(k) = E_1 \ldots E_k$ và phần tử thứ $k$ của vết là $\overline{v}(k) = E_k$.
+ Xét hai vết $v_1(n) = E_1 \ldots E_n$ và $v_2(m) = F_1 \ldots F_m$, ta nói vết $v_1(n)$ nằm trong vết $v_2(m)$ (kí hiệu bởi tân từ $in(v_1(n), v_2(m))$) nếu và chỉ nếu $\exists k,\ k + n \leq m : F_{k+l} = E_l,\ \forall l = \overline{1,n}$.

*Hệ tri thức F-luật* $\Delta_{\mathcal{B}}$ (hoặc ${\Delta^P}_{\mathcal{B}}$ tương ứng) bao gồm cơ sở tri thức $\mathcal{B}$ và toán tử suy diễn tổng thể (hoặc toán tử suy diễn bộ phận tương ứng).

**Giá trị các atom đối với hệ tri thức F-luật được xác định như sau:**

+) Phép gán giá trị ban đầu cho các atom ${I^{\mathcal{B}}}_0 \in \mathcal{J}$:

${I^{\mathcal{B}}}_0(A_i) = I_i$ nếu $\langle A_i, I_i\rangle \in \mathcal{B}_f$ và ${I^{\mathcal{B}}}_0(A_i) = [0,1]$ nếu ngược lại.

+) Phép gán giá trị cho các atom sau bước lặp thứ $n$ (đối với toán tử suy diễn tổng thể) ${I^{\mathcal{B}}}_n \in \mathcal{J}$ xác định như sau:

${I^{\mathcal{B}}}_1 = t_{\mathcal{R}}({I^{\mathcal{B}}}_0)$,

${I^{\mathcal{B}}}_n = t_{\mathcal{R}}(I^{\mathcal{B}}_{n-1})$.

+) Phép gán giá trị cho các atom với vết suy diễn $v(n) = E_1 \ldots E_n$ (đối với toán tử suy diễn bộ phận) $I^{\mathcal{B}}_{v(n)} \in \mathcal{J}$ xác định như sau:

$I^{\mathcal{B}}_{v(1)} = t_{E_1}({I^{\mathcal{B}}}_0)$,

$I^{\mathcal{B}}_{v(k)} = t_{E_k}(I^{\mathcal{B}}_{v(k-1)})$, $\forall k = \overline{2,n}$.

**Phân loại các hệ tri thức:**

Trong [3] chúng tôi ta đưa ra định nghĩa để phân loại các hệ tri thức dạng F-luật đối với toán tử suy diễn tổng thể. Sau đây ta sẽ đưa ra định nghĩa phân loại các hệ tri thức đối với toán tử suy diễn bộ phận:

- Hệ ${\Delta^P}_{\mathcal{B}}$ là *phi mâu thuẫn đối với vết* $v(n)$ khi $\forall A \in \Gamma$, $I_A^{v(n)} \neq \emptyset$.
- Hệ ${\Delta^P}_{\mathcal{B}}$ là *dừng đối với vết* $v(n)$ khi $t_{\mathcal{R}}(I^{v(n)}) = I^{v(n)}$.

- Hệ $\Delta^P{}_\mathcal{B}$ là *ổn định đối với vết* $v(n)$ khi $\Delta^P{}_\mathcal{B}$ vừa là hệ phi mâu thuẫn vừa là hệ dừng đối với vết $v(n)$.

Một số qui ước:

- Viết $I^{v(n)}$ thay cho $I^{\mathcal{B}}_{v(n)}$, $I^n$ thay cho $I^{\mathcal{B}}{}_n$, với $A \in \Gamma$, $I^n_A$ thay cho $I^{\mathcal{B}}{}_n$, $I^{v(n)}_A$ thay cho $I^{\mathcal{B}}_{v(n)}(A)$, khi $\mathcal{B}$ được hiểu ngầm mà không sợ nhầm lẫn.
- Viết $f_i(I^{v(n)})$ thay cho $f_i(I^{v(n)}_{i_1}, \ldots, I^{v(n)}_{i_{m_i}})$ (trong đó $I^{v(n)}_{i_j}$ là giá trị của atom $A_{i_j}$ sau phép lập luận với vết $v(n)$).
- left$_i$, right$_i$ tương ứng là tập các atom xuất hiện ở vế trái, vế phải của luật $r_i$.
- Với $E \subseteq \mathcal{R}$, right$_E$ là tập các atom ở vế phải của các luật có các chỉ số thuộc tập E.
- Với mỗi khoảng $I = [x, y] \in C[0, 1]$, ta đặt: $l(I) = x$, $r(I) = y$.

## 3. HỆ TRI THỨC ĐƠN ĐIỆU

Trong [3] chúng tôi đưa ra định nghĩa về hệ tri thức đơn điệu mạnh với cơ sở tri thức chỉ bao gồm các luật vừa là đơn điệu trái vừa là đơn điệu phải. Luật đơn điệu trái (phải) là luật sao cho sự co giá trị khoảng của mệnh đề kết quả về bên trái (phải) là do sự co giá trị khoảng của ít nhất một mệnh đề giả thiết về bên trái (phải). Trong bài này chúng tôi sẽ đưa ra định nghĩa về hệ tri thức đơn điệu với ràng buộc bớt chặt chẽ hơn.

### 3.1. Luật đơn điệu

Xét luật $J$ : $\langle S_1, I_1\rangle \wedge \langle S_n, I_n\rangle \rightarrow \langle S, I = f(I_1, \ldots, I_n)\rangle$ trong cơ sở tri thức $\mathcal{B}$.

Với hai bộ giá trị bất kì $(I_1, \ldots, I_n)$ và $(I'_1, \ldots, I'_n)$, ta kí hiệu $I = f(I_1, \ldots, I_n)$ và $I' = f(I'_1, \ldots, I'_n)$.

Luật $J$ được gọi là *đơn điệu* khi với hai bộ giá trị bất kì $I$ và $I'$ thỏa mãn: $I'_i \subseteq I_i$ , $\forall i = \overline{1, n}$, ta có: $I' \subseteq I$.

### 3.2. Hệ tri thức đơn điệu

*Cơ sở tri thức $\mathcal{B}$ được gọi là đơn điệu* nếu mọi luật của nó là đơn điệu.

*Hệ tri thức $\Delta^P{}_\mathcal{B}$ $(\Delta_\mathcal{B})$ được gọi là đơn điệu* nếu cơ sở tri thức của nó là đơn điệu.

## 4. MỐI QUAN HỆ GIỮA CÁC TOÁN TỬ SUY DIỄN TRONG HỆ TRI THỨC F-LUẬT ĐƠN ĐIỆU

**Định lý 1.** *Xét hệ tri thức đơn điệu $\Delta^P{}_\mathcal{B}$.*
*Khi đó nếu $\Delta^P{}_\mathcal{B}$ là ổn định đối với hai vết $v_1(n)$ và $v_2(m)$ thì giá trị các atom đối với hai vết $v_1(n)$, $v_2(m)$ sẽ bằng nhau.*

**Bổ đề 1.** *Xét cơ sở tri thức đơn điệu $\mathcal{B}$ và hai vết $v_1(n)$, $v_2(m)$ thỏa mãn: $in(v_1(n), v_2(m))$. Khi đó $\forall A \in \Gamma$ ta có: $I^{v_1(n)}_A \supseteq I^{v_2(m)}_A$.*

*Chứng minh.* Từ $in(v_1(n), v_2(m))$ ta có thể biểu diễn:

$v_1(n) = G_1 \ldots G_n$ ,
$v_2(m) = L_1 \ldots J_k G_1 \ldots G_n L_1 \ldots L_t$ $(k + n + t = m)$.

Ta có $\forall A \in \Gamma: I_A^{v_1(0)} = I_A^{v_2(0)} \supseteq I_A^{v_2(k)}$.
Do đó:

$$\begin{aligned} I_A^{v_1(1)} &= I_A^{v_1(0)} \cap \Big(\bigcap_{i \in G_1 \cap E_A} f_i(I^{v_1(0)})\Big) \\ &\supseteq I_A^{v_1(0)} \cap \Big(\bigcap_{i \in G_1 \cap E_A} f_i(I^{v_2(k)})\Big) \ \text{(vì hệ cơ sở tri thức là đơn điệu)} \\ &\supseteq I_A^{v_2(k)} \cap \Big(\bigcap_{i \in G_1 \cap E_A} f_i(I^{v_2(k)})\Big) \\ &\supseteq I_A^{v_2(k)} \cap \Big(\bigcap_{i \in E_A} f_i(I^{v_2(k)})\Big) \\ &= I_A^{v_2(k+1)}. \end{aligned}$$

Vậy:

$$I_A^{v_1(1)} \supseteq I_A^{v_2(k+1)}, \ \forall A \in \Gamma.$$

Hoàn toàn tương tự:

$$I_A^{v_1(j)} \supseteq I_A^{v_2(k+j)}, \ \forall A \in \Gamma, \ \forall j = \overline{1,n}.$$

Suy ra:

$$I_A^{v_1(n)} \supseteq I_A^{v_2(k+n)} \supseteq I_A^{v_2(m)}, \ \forall A \in \Gamma.$$ □

*Chứng minh Định lý 1:*

Vì hệ tri thức ổn định với các vết $v_1(n)$ và $v_2(m)$ nên với mọi $A \in \Gamma$ ta có:

$I_A^{v_1(n)} = I_A^{v_1(n)v_2(m)} \supseteq I_A^{v_2(m)}$,

$I_A^{v_2(m)} = I_A^{v_2(m)v_1(n)} \supseteq I_A^{v_1(n)}$.

Do đó

$$I_A^{v_1(n)} = I_A^{v_2(m)}.$$ □

Từ Định lý 1 ta thấy nếu hệ $\Delta^P{}_B$ là ổn định thì giá trị các atom đối với hệ $\Delta^P{}_B$ được xác định duy nhất và bằng giá trị các atom đối với một vết $v(n)$ để $\Delta^P{}_B$ là ổn định đối với nó. Do vậy ta có thể đưa ra **định nghĩa về tính ổn định** của hệ tri thức $\Delta^P{}_B$ như sau:

Hệ $\Delta^P{}_B$ *là ổn định* khi và chỉ khi tồn tại vết $v(n)$ để $\Delta^P{}_B$ là ổn định đối với vết $v(n)$, và khi đó $v(n)$ được gọi là một vết *suy diễn ổn định* và giá trị các atom đối với hệ $\Delta^P{}_B$ chính bằng giá trị các atom đối với vết $v(n)$ đó.

Ở đây, ta đã đưa ra định nghĩa khác về tính chất ổn định của hệ tri thức F-luật với toán tử suy diễn bộ phận. Dễ thấy khi áp dụng trong trường hợp riêng với toán tử suy diễn $t_B$ ta có định nghĩa hoàn toàn phù hợp với định nghĩa trong [3].

**Định lý 2.** *Hệ tri thức đơn điệu $\Delta_B$ với toán tử suy diễn tổng thể là ổn định khi và chỉ khi hệ tri thức đơn điệu $\Delta^P{}_B$ với toán tử suy diễn bộ phận là ổn định.*

Trước hết ta chứng minh bổ đề sau:

**Bổ đề 2.** *Xét cơ sở tri thức đơn điệu $B$ và một vết suy diễn bất kì $v(n)$.*

*Khi đó ta luôn có:*

$$I_A^n \subseteq I_A^{v(n)}, \ \forall A \in \Gamma.$$

*Chứng minh.* Ta chứng minh bằng qui nạp.

Với $n = 0$: $I_A^0 = I_A^{v(0)}, \ \forall A \in \Gamma$.

Giả sử mệnh đề đã đúng tới $n-1$, tức là: $\forall A \in \Gamma: I_A^{n-1} \subseteq I_A^{v(n-1)}$. Ta chứng minh mệnh đề đúng với $n$.

$\forall A \in \Gamma$, ta có:

$$\begin{aligned} I_A^n &= I_A^{n-1} \cap \Big( \bigcap_{i \in E_A} f_i(I^{n-1}) \Big) \\ &\subseteq I_A^{v(n-1)} \cap \Big( \bigcap_{i \in E_A} f_i(I^{n-1}) \Big) \\ &\subseteq I_A^{v(n-1)} \cap \Big( \bigcap_{i \in \overline{v}(n) \cap E_A} f_i(I^{n-1}) \Big) \\ &= I_A^{v(n)}. \end{aligned}$$

□

*Chứng minh Định lý 2:*

Chiều thuận: *Giả sử hệ $\Delta_B$ là ổn định. Ta sẽ chứng minh rằng hệ ${\Delta^P}_B$ là ổn định.*

Mệnh đề này hiển nhiên đúng vì nếu $\Delta_B$ ổn định ở bước lặp thứ $N$ thì hệ ${\Delta^P}_B$ ổn định với vết $v(N) = E_1 \dots E_N$ với $E_i = \mathcal{R}$, $\forall i = \overline{1, n}$.

Chiều nghịch: *Giả sử hệ ${\Delta^P}_B$ là ổn định. Ta sẽ chứng minh rằng hệ $\Delta_B$ là ổn định.*

Vì hệ ${\Delta^P}_B$ là ổn định nên tồn tại vết $v(N)$ để hệ ${\Delta^P}_B$ là ổn định đối với vết $v(N)$.

Theo Bổ đề 2:

$$I_A^N \subseteq I_A^{v(N)}, \quad \forall A \in \Gamma. \tag{3}$$

Xét $K$ bất kì và vết $v_0(N+K)$ thỏa mãn: $v_0(N) = v(N)$ và $\overline{v}_0(t) = \mathcal{R}$, $\forall\, N+1 \le t \le N+K$ (tức là việc lập luận với vết $v_0$ là việc lập luận với vết $v$, sau đó lặp $K$ lần phép suy luận $t_B$).

Khi đó theo Bổ đề 1:

$$\forall A \in \Gamma : I_A^{v_0(N+K)} \subseteq I_A^K. \tag{4}$$

Vì hệ ${\Delta^P}_B$ là ổn định đối với vết $v(N)$ nên:

$$\forall A \in \Gamma : I_A^{v(N)} = I_A^{v_0(N+K)}. \tag{5}$$

Từ (4), (5) suy ra:

$$I_A^{v(N)} \subseteq I_A^K. \tag{6}$$

Từ (3), (6) rút ra:

$$I_A^N \subseteq I_A^{v(N)} \subseteq I_A^K. \tag{7}$$

Vì ta xét $K$ là số bất kì, nên với mọi $K > N$, (5) vẫn đúng.

Mặt khác

$$\forall K > N : I_A^K \subseteq I_A^N. \tag{8}$$

Từ (7), (8) rút ra

$$\forall K > N : I_A^K = I_A^N = I_A^{v(N)}.$$

Do đó hệ $\Delta_B$ là ổn định.

**Nhận xét:** Định lý 2 trên cho phép ta không cần phân biệt tính ổn định của hệ tri thức dạng F-luật đối với từng toán tử suy diễn. Nói cách khác, ta chỉ cần dùng chung một khái niệm *hệ tri thức F-luật ổn định* để ngầm chỉ hệ tri thức đó là ổn định với cả hai toán tử suy diễn trên. Trong khi đó, kết hợp thêm với Định lý 1, ta thấy đối với các hệ tri thức F-luật ổn định (tổng thể hay bộ phận), các kết quả suy diễn là như nhau. Do đó, ta có thể thay việc suy diễn theo $t_B$ tại mỗi bước đòi hỏi áp dụng tất cả các luật bằng một phương pháp suy diễn khác (có thể nhanh hơn) trong đó mỗi bước suy diễn chỉ cần áp dụng một số luật thích hợp trong cơ sở tri thức.

**Ví dụ 1.** Cho cơ sở tri thức $\mathcal{B}$:

$A[0, 0.8]$;

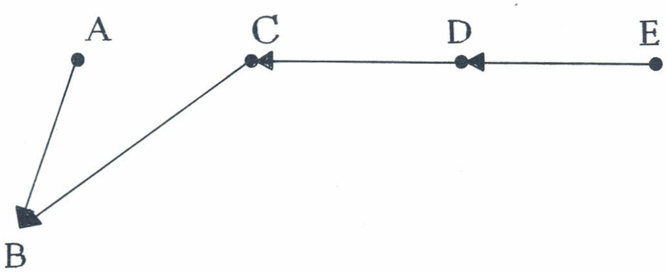
$r_1 : A[x, y] \to B[\sqrt{x}, \frac{y}{2}]$;

$r_2 : C[x, y] \to B[x, \frac{y}{2}]$;

$r_3 : D[x, y] \to C[x + 0.25, y - 0.2]$;

$r_4 : E[x, y] \to D[x, y - 0.2]$;

Đồ thị tương ứng với hệ tri thức $\Delta_{\mathcal{B}}$ :




Nếu áp dụng toán tử suy diễn tổng thể thì hệ sẽ ổn định sau 4 bước với kết quả:

$A[0, 0.8]$; $E[0, 1]$; $D[0, 0.8]$; $C[0.25, 0.6]$; $B[0.25, 0.3]$.

Tại mỗi bước lập luận ta phải thực hiện 4 phép tính tương ứng với 4 luật, do vậy số phép tính tổng cộng là 16.

Tuy nhiên, nếu ta áp dụng toán tử suy diễn bộ phận thì có thể tìm được vết $v(3) = E_1 \ldots E_3$ với $E_1 = \{4\}$, $E_2 = \{3\}$, $E_3 = \{2\}$ để hệ ổn định với vết này và tất nhiên kết quả đạt được sẽ giống nhau. Vì mỗi bước chỉ thực hiện đúng một luật nên số phép tính tổng cộng sẽ chỉ là 3.

Tuy vậy, không phải lúc nào ta cũng có thể dễ dàng tìm được một vết suy diễn hiệu quả. Trong nhiều trường hợp ta dễ bị mắc phải những vết có chiều dài vô tận nhưng lại không đưa được hệ tới trạng thái ổn định. Ta xét ví dụ sau đây.

**Ví dụ 2.** Cho cơ sở tri thức $\mathcal{B}$ :

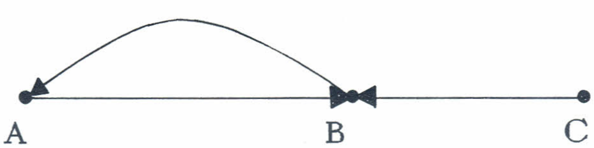
$C[0, 0.5]$; $A[0, 0.9]$;

$r_1 : A[x, y] \to B[x, (y - 0.5)^2 + 0.5]$;

$r_2 : B[x, y] \to A[x, (y - 0.5)^2 + 0.5]$;

$r_3 : C[x, y] \to A[x, y]$.

Đồ thị tương ứng với hệ tri thức $\Delta_{\mathcal{B}}$ :




Nếu ta luôn chỉ chọn áp dụng lần lượt hai luật $r_1$ và $r_2$ thì quá trình lập luận sẽ không dừng và giá trị của các mệnh đề $A$, $B$ sẽ lớn dần tới $[0, 0.5]$. Trong khi đó nếu ta áp dụng toán tử suy diễn tổng thể thì hệ sẽ dừng ngay sau 1 bước với kết quả: $A[0, 0.5]$, $B[0, 0.5]$, $C[0, 0.5]$.

Tuy nhiên, định lý đơn giản sau đây sẽ cho thấy việc sử dụng hợp lí toán tử suy diễn bộ phận sẽ không dẫn đến kết quả tồi hơn so với khi sử dụng toán tử suy diễn tổng thể.

**Định lý 3.** *Đối với một hệ tri thức F-luật ổn định, ta luôn có thể chọn được một vết suy diễn đưa hệ tri thức tới trạng thái ổn định với số phép tính cần thiết không vượt quá số phép tính khi áp dụng toán tử suy diễn tổng thể.*

Trước hết ta chứng minh bổ đề sau:

**Bổ đề 3.** *Xét vết suy diễn* $v(M) = E_1E_2\dots E_M$ *với* $E_i = \{i\}$, $\forall i = \overline{1, M}$.
*Khi đó* $I^{v(M)} \subseteq I^1$, $\forall I \in J$.
*Trong đó M là số luật của cơ sở tri thức.*

*Chứng minh.* Ta có:

$$\begin{aligned} t_{v(M)}(I) &= t_{\overline{v}(M)}(t_{v(M-1)}(I)) \\ &= t_{v(M-1)}(I) \cap t_{\overline{v}(M)}(t_{v(M-1)}(I)) \ \ (\text{vì } t_{\overline{v}(M)}(t_{v(M-1)}(I)) \subseteq t_{v(M-1)}(I)) \\ &\subseteq t_{v(M-1)}(I) \cap t_{\overline{v}(M)}(I) \ \ (\text{vì } t_{v(M-1)}(I) \subseteq I). \end{aligned}$$

Tương tự, ta sẽ được:

$$t_{v(M)}(I) \subseteq \bigcap_{i=1}^{M} (t_{\overline{v}(i)}(I)) = t_{\mathcal{R}}(I).$$

Vậy

$$I^{v(M)} = t_{v(M)}(I) = t_{\mathcal{R}}(I) = I^1.$$

*Chứng minh Định lý 3:*

Giả sử hệ tri thức ổn định sau $N$ phép lặp đối với toán tử suy diễn tổng thể. Khi đó ta xét vết $v(M.N) = E_1E_2\dots E_{MN}$ với $E_k = \{i_k\}$, với $i_k = k\,(\mathrm{mod}\, M) + 1$ ($M$ là số luật).
Khi đó theo Bổ đề 3, dễ thấy: $I^{v(M.N)} \subseteq I^N$.
Mà theo Bổ đề 2: $I^{v(M.N)} \supseteq I^{MN} = I^N$ (vì hệ ổn định sau $N$ bước lặp).
Vậy ta có: $I^{v(M.N)} = I^N$.
Do đó hệ sẽ ổn định với vết $v(MN)$. Số phép tính cần thực hiện (số lần áp dụng luật) là $M.N$, bằng số phép tính để thực hiện $N$ phép lặp đối với phép lập luận tổng thể.

## 5. KẾT LUẬN

Trên đây ta đã nghiên cứu về một số phương pháp lập luận trong hệ tri thức F-luật. Phương pháp lập luận bộ phận cho ta nhiều "sự lựa chọn" trong các bước suy luận. Trong các hệ tri thức đơn điệu, nhờ tính tương đương giữa các phương pháp lập luận đã được chứng minh trên đây, có thể sử dụng toán tử suy diễn bộ phận để đi tới kết quả nhanh hơn đối với các hệ tri thức ổn định. Tuy vậy, việc lựa chọn sử dụng các toán tử suy diễn một cách hiệu quả là một vấn đề không đơn giản và cần được tiếp tục nghiên cứu.

Việc nghiên cứu được thực hiện ở đây mới dừng lại ở các hệ tri thức F-luật đơn điệu. Do vậy, ngoài việc tìm cách kết hợp hiệu quả các toán tử suy diễn, một hướng nghiên cứu thú vị khác là mở rộng kết quả cho các hệ tri thức không có tính đơn điệu hoặc tìm cách đưa một hệ tri thức bất kì về hệ tri thức đơn điệu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] D. Dubois and H. Prade, *Possibility Theory: an Approach to Computerized Processing of Uncertainty*, Plenum Press, New York and London, 1988.
[2] L. A. Zadeh, Fuzzy sets, *Inform. and Control* **8** (1965) 338–353.
[3] N. T. Thủy, P. D. Hiệu, Lập luận trong các hệ tri thức dạng F-luật, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học* **17** (1) (2001) 54–61.

[4] P. D. Dieu, On a theory on Interval-Valued Probabilistic Logic, *Research Report* (Vietnam NC-SR), 1991.

[5] Raymond N. G. and V. S. Subrahmanian, Probabilistic logic programming, *Information and Computation* **101** (1992) 150–201.

[6] T. Đ. Quế, Resonning in knowledge bases with external and internal uncertainties, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học* **10** (2) (1994) 1–8.

*Nhận bài ngày 10 - 3 - 2001*
*Nhận lại sau khi sửa ngày 6 - 2 - 2002*

*Khoa Công nghệ thông tin,*
*Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.*