Tạp chí Tin học và Điều khiển học, T. 18, S. 2 (2002), 141–148

CHỈ MỨC BAO HÀM MỜ GIỮA CÁC TẬP MỜ LẤY GIÁ TRỊ KHOẢNG VÀ ỨNG DỤNG TRONG SUY DIỄN MỜ

VŨ MINH LỘC

Abstract. In this paper we propose an expression for measuring the degree of the truth of the proposition "A is subset of B" with interval-valued fuzzy sets A and B. From this expression we present the fuzzy inference algorithms based the fuzzy interpolation method. Lastly, we use the expression above as the condition to selects from the different methods of inference studied.

Tóm tắt. Trong bài báo này chúng tôi đề xuất biểu thức về đo mức độ chân lý của mệnh đề "A là tập con của tập B" với A, B là những tập mờ nhận giá trị khoảng. Từ biểu thức này, chúng tôi đề xuất những thuật toán suy diễn mờ dựa trên phép nội suy mờ. Cuối cùng, sử dụng biểu thức trên như là điều kiện để lựa chọn các phương pháp mờ đã nghiên cứu.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thực tế nhiều ứng dụng mờ thường được qui về giải bài toán suy diễn mờ được cấu trúc như sau:

If $X_1 = A_{11}$ and $X_2 = A_{12}$ ... and $X_n = A_{1n}$ then $Y = B_1$
If $X_1 = A_{21}$ and $X_2 = A_{22}$ ... and $X_n = A_{2n}$ then $Y = B_2$
...
If $X_1 = A_{k1}$ and $X_2 = A_{k2}$ ... and $X_n = A_{kn}$ then $Y = B_k$
$X_1 = A_{01}$ and $X_2 = A_{02}$ ... and $X_n = A_{0n}$

Tính $Y = B_0$ (I)

Trong đó X_i là các biến mờ trên vũ trụ $U_i,\ i = 1, \dots, n$.
Y là các biến mờ trên vũ trụ V.
$A_{ij},\ B_i,\ i = 0, \dots, k,\ j = 1, \dots, n$ là các tập hợp mờ của U và V.

Cách giải:

1) Dựa trên luật hợp thành để xây dựng các quan hệ mờ và sau đó tích hợp với giả thiết để suy ra kết quả. Cụ thể như sau:

- Tại luật thứ i ($i = \overline{1, n}$) xây dựng quan hệ R_i $(A_{in}, \dots, A_{in}, B_i)$.
- Xây dựng quan hệ $R = \bigwedge_{i=1}^{k} R_i$.
- Tính $A_0 = \bigvee_{i=1}^{k} A_{01}$ hoặc $A_0 = \bigwedge_{i=1}^{k} A_{0i}$.
- Cuối cùng $B_0 = A_0 \circ R$.

Nhược điểm của phương pháp này là: trong trường hợp có nhiều luật (k lớn) dẫn đến độ phức tạp tính toán cao, sai số tính toán lớn, kết quả không đáng tin cậy.

---

* Công trình được sự hỗ trợ một phần của Chương trình Nhà nước về nghiên cứu cơ bản

2) Phương pháp nội suy và tích hợp mờ:

Có thể đặt $A_1 = A_{11}, A_{12}, \ldots, A_{1n})$

$\ldots$

$A_k = A_{k1}, A_{k2}, \ldots, A_{kn})$

là các tập mờ của vũ trụ tích U^n.

Lúc đó bài toán (I) đưa về dạng:

If $X = A_1$ then $Y = B_1$

$\ldots$

If $X = A_k$ then $Y = B_k$

Tính $Y = B_0$ (II)

Trong đó X là biến mờ của vũ trụ U^n.

Để giải bài toán (II), người ta thường đo thông tin quan hệ giữa các A_i $(i = 1, \ldots, n)$ và A_0, kí hiệu $d_i(A_i, A_0)$, từ đó suy ra thông tin quan hệ giữa các B_i và B_0. Và tìm ra lời giải bài toán. Các $d_i(A_i, A_0)$ được tích hợp từ $d_{ij}(A_{ij}, A_{0j})$ $(i = 1, \ldots, n,\ j = 1, \ldots, n)$ theo các phương pháp tích hợp trung bình trọng số, tích hợp giả tuyến tính hoặc tích phân đặc biệt v.v... Từ độ đo thông tin $d_i(A_i, A_0)$, suy ra độ đo thông tin quan hệ giữa B_i và B_0 (kí hiệu là $d_i(B_i, B_0)$ để giải bài toán gọi là quá trình nội suy. Phương pháp nội suy mờ tuyến tính coi $d_i(A_i, A_0)$ là độ gần nhau (khoảng cách tuyến tính) giữa A_i và A_0. Phương pháp này có nhiều ưu điểm, song hạn chế là chỉ áp dụng chủ yếu trên các tập mờ mà hàm thuộc có dạng hình tam giác và hình thang.

Sau đây xin trình bày trên một độ đo thông tin quan hệ giữa A_i và A_0 mục đích để giải bài toán trên:

If $X = A$ then $Y = B$

$X = A_0$

Tính $Y = B_0$ (III)

Bài toán (III) là cơ sở để giải bài toán (II) và từ đó giải bài toán (I). Độ đo thông tin quan hệ giữa hai tập mờ A và B kí hiệu là $I(A, B)$ là chỉ mức bao hàm mờ có ý nghĩa chỉ độ tin cậy của mệnh đề "A là tập con của B". Từ chỉ mức bao hàm giữa hai tập mờ sẽ xây dựng sơ đồ áp dụng các phép nội suy mờ một cách hiệu quả.

2. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ SỞ

2.1. Tập mờ lấy giá trị khoảng

a. $X \neq \phi$ là một tập, $D[0, 1]$ là những tập con đóng của khoảng đơn vị $[0, 1]$. Tập mờ A nhận giá trị khoảng trên X được xác định như sau:

$A := \{\langle x, M_A(x)\rangle \mid x \in X\}$, trong đó:

$M_A : X \to D[0, 1]$,

$x \mapsto [M_{AL}(x), M_{AU}(x)]$,

$[M_{AL}(x), M_{AU}(x)]$ là khoảng đóng chỉ mức độ thuộc của x đối với A có cận trái và cận phải lần lượt là $M_{AL}(x)$ và $M_{AU}(x)$.

b. Kí hiệu IVFS(X) là tập các tập mờ nhận giá trị khoảng trên X.

Xác định các quan hệ thứ tự sau đây trên IVFS(X).

$\forall A, B \in$ IVFS(X); $\forall x \in X$:

1) $A \leq B \Leftrightarrow M_{AL}(x) \leq M_{BL}(x)$ và $M_{AU}(X) \leq M_{BU}(x)$,

2) $B\,\pi\,A \Leftrightarrow M_{AL}(x) \le M_{BL}(x) \le M_{BU}(x) \le M_{AU}(x)$,

3) $A = B \Leftrightarrow M_{AL}(x) = M_{BL}(X)$ và $M_{AU} = M_{BU}(x)$.

c. *Ví dụ:* Cho $X = Y = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}\}$. Lúc đó $A, B \in$ IVFS(X) như sau

$A = \{\langle x_1,\ [0,\ 0]\rangle,\ \langle x_2,\ [0,\ 0]\rangle,\ \langle x_3,\ [0,\ 0{,}5]\rangle,\ x_4,\ [0{,}75,\ 0{,}80]\rangle,\ \langle x_5,\ [0{,}94,\ 0{,}95]\rangle,$
$\langle x_6,\ [0,\ 0]\rangle,\ \langle x_7,\ [0{,}94,\ 0{,}95]\rangle,\ x_8,\ [0{,}75,\ 0{,}83]\rangle,\ \langle x_9,\ [0,\ 0{,}5]\rangle,\ \langle x_{10},\ [0,\ 0]\rangle\}.$

$B = \{\langle x_1,\ [0,\ 0]\rangle,\ \langle x_2,\ [0,\ 0]\rangle,\ \langle x_3,\ [0{,}9,\ 0{,}95]\rangle,\ x_4,\ [1,\ 1]\rangle,\ \langle x_5,\ [0{,}9,\ 0{,}95]\rangle,$
$\langle x_6,\ [0,\ 0{,}8]\rangle,\ \langle x_7,\ [0,\ 0]\rangle,\ x_8,\ [0,\ 0]\rangle,\ \langle x_9,\ [0,\ 0]\rangle,\ \langle x_{10},\ [0,\ 0]\rangle\}.$

$A_0 = \{\langle x_1,\ [0,\ 0]\rangle,\ \langle x_2,\ [0,\ 0]\rangle,\ \langle x_3,\ [0{,}9 0{,}95]ra,\ x_4,\ [1,\ 1]\rangle,\ \langle x_5,\ [0{,}9,\ 0{,}95]\rangle,$
$\langle x_6,\ [0,\ 0{,}8]\rangle,\ \langle x_7,\ [0,\ 0]\rangle,\ x_8,\ [0,\ 0]\rangle,\ \langle x_9,\ [0,\ 0]\rangle,\ \langle x_{10},\ [0,\ 0]\rangle\}.$

2.2. Chỉ mức bao hàm mờ nhận giá trị khoảng của hai tập mờ

a. Cho $A, B \in$ IVFS(X), kí hiệu $I(A, B)$ chỉ mức tin cậy khả năng tập A là tập con của tập B, chỉ mức tin cậy này nhận giá trị khoảng; cụ thể:

$I(A, B) : \text{IVFS}(X) \times \text{IVFS}(X) \longrightarrow D[0, 1]$

$(A, B)\,\alpha\, I(A, B)$.

Trong đó $I(A, B) = (I_L(A, B),\ I_U(A, B)]$.

b. Biểu thức toán học xác định $I(A, B)$:

Cho $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, A là tập mờ trên U. Kí hiệu;

$\|A\|_L := \dfrac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} M_{AL}(u_i);\quad \|A\|_U := \dfrac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} M_{AU}(u_i);$

$M_{A\cap B}(u) = \min\{M_A(u), M_B(u)\};\quad M_{A\cup B}(u) = \max\{M_A(u), M_B(u)\};$

$I(A, B) = [I_L(A, B), I_U(A, B)]$, trong đó

$I_L(A, B) = \dfrac{\|A \cap B\|_L}{\|A\|_L},\ \ I_U(A, B) = \dfrac{\|A \cap B\|_U}{\|A\|_U}.$

Rõ ràng với cách xác định $I(A, B)$ như trên đã có: $\forall A, B \in$ IVFS(X),

$I(A, B) = [1, 1] \Leftrightarrow A \le B$,

$I(A, B) = [0, 0] \Leftrightarrow A \cap B = \{x,\ [0, 0]\rangle \mid x \in X\}$.

c. *Ví dụ:* Với A, A_0 là những tập mờ trong ví dụ ở mục 2.1 theo cách tính trên có kết quả sau:

$I_L(A_0, A) = 0{,}59;\ \ I_U(A_0, A) = 0{,}82;\ \ I(A_0, A) = [0{,}59,\ 0{,}82]$.

3. ỨNG DỤNG CỦA CHỈ MỨC BAO HÀM MỜ NHẬN GIÁ TRỊ KHOẢNG TRONG NỘI SUY MỜ

3.1. Thuật toán 1. Giải bài toán (III)

Bước 1: Tính $I(A_0, A)$.

Bước 2: Xây dựng tập $\Psi(I(A_0, A)) := \{\langle y,\ [I_L(A_0, A), I_U(A_0, A)]\rangle \mid y \in Y\}$.

Bước 3: $B_0 = \wedge(\Psi(I(A_0, A)), B)$.

Kí hiệu tập B_0 tính theo thuật toán này là $B_0(\Psi)$, rõ ràng ta có:

- $B_0(\Psi) \le B$.
- Nếu $A_0 \le A \Rightarrow I(A_0, A) = [1, 1]$ thì $B_0(\Psi) = B$.

Ví dụ. Với các tập A, A_0, B cho ở ví dụ mục 2.1 và do kết quả tính được ở mục 2.2 đã cho $I(A_0, A) = [0{,}59,\ 0{,}82]$. Theo Thuật toán 3.1 ta có:

$\Psi(I(A_0, A)) = \{\langle x_i,\ [0{,}59,\ 0{,}82]\rangle \mid x_i \in X,\ i = \overline{1, 10}\}$, vì $X = Y$, và

$$B_0(\Psi) = \{\langle x_1,\ [0,0]\rangle,\ \langle x_2,\ [0,0]\rangle,\ \langle x_3,\ [0{,}59,\ 0{,}82]\rangle,\ \langle x_4,\ [0{,}59,\ 0{,}82]\rangle,\ \langle x_5,\ [0{,}59,\ 0{,}82]\rangle,$$
$$\langle x_6,\ [0,\ 0{,}8]\rangle,\ \langle x_7,\ [0,0]\rangle,\ \langle x_8,\ [0,0]\rangle,\ \langle x_9,\ [0,0]\rangle,\ \langle x_{10},\ [0,0]\rangle\}$$

3.2. Thuật toán 2. Giải bài toán (III)

Bước 1: Bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất xấp xỉ cận trái của hàm thuộc $M_{AL}(x) = a_1 x^{b_1}$.

Bước 2: Làm tương tự như bước một đối với tập A_0. Tức: $M_{A_0L}(x) = a_{0,1} x^{b_1^0}$.

Bước 3: Rút x từ $M_{AL}(x) = a_1 x^{b_1}$ và thay vào $M_{A_0L}(x)$ ta có:

$M_{A_0L}(x) = \dfrac{a_{0,1}}{a_1^{b_{0,1}/b_1}} M_{AL}^{b_{0,1}/b_1}$ với $b_1 \neq 0$).

Bước 4: Xây dựng tập: $Q_1 = \Big\{\langle y,\ M_{Q_1}(y) = \min\{1,\ \dfrac{a_{0,1}}{a_1^{b_{0,1}/b_1}} M_{BL}^{b_{0,1}/b_1}(y)\}\rangle \,|\, y \in Y\Big\}$.

Bước 5: Lặp lại các bước trên cho cận phải để xây dựng tập:

$Q_2 = \Big\{\langle y,\ M_{Q_2}(y) = \min\{1,\ \dfrac{a_{0,1}}{a_1^{b_{0,1}/b_1}} M_{BU}^{b_{0,1}/b_1}(y)\}\rangle \,|\, y \in Y\Big\}$.

Bước 6: Tập kết quả $B_0(Q)$ được tính như sau:

$B_0(Q) = \Big\{\langle y,\ [\min\{M_{Q_1}(y), M_{Q_2}(y)\}, \max\{M_{Q_1}(y), M_{Q_2}(y)\}] \,|\, y \in Y\Big\}$.

Với 6 bước của Thuật toán 3.2, có định lý sau:

Định lý. *Cho* $p \in R^+ \cup \{0\}$ *và cho* $A \in IVFS(X)$, *nếu* $A_0 = A^p$ *thì* $B_0(Q) = B^p$.

Chứng minh.

1. Dùng phương pháp bình phương nhỏ nhất để xấp xỉ giá trị hàm thuộc, tức là phải tìm $a_1,\ b_1,\ a_2,\ b_2$ sao cho: $M_{AL}(x_i) \approx a_1 x_i^{b_1}$, $M_{AU}(x_i) \approx a_2 x_i^{b_2}$, $i = 1, \ldots, n$.

Giả sử: $\exists a_1 b_1$ sao cho: $M_{AL}(x_i) \approx a_1 x_i^{b_1}$. Khi đó:

$$\ln(M_{AL}(x_i)) \approx \ln a_1 + b_1 \ln x_i \Leftrightarrow \ln a_1 + b_1 \ln x_i - \ln(M_{AL}(x_i)) = \varepsilon_i \ \ (\varepsilon_i > 0)$$
$$\Leftrightarrow \sum_{i=1}^{n} \big[\ln a_1 + b_1 \ln x_i - \ln(M_{AL}(x_i))\big]^2 = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 . \qquad (*)$$

Bài toán qui về tìm a_1 và b_1 để $\sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i^2$ nhỏ nhất. Muốn vậy đạo hàm riêng vế trái của $(*)$ theo a_1 và b_1 phải thỏa hệ hai phương trình tuyến tính sau:

$$\begin{cases} n\ln a_1 + \Big(\sum_{i=1}^{n}\ln x_i\Big)b_1 = \sum_{i=1}^{n}\ln(M_{AL}(x_i)) \\ \Big(\sum_{i=1}^{n}\ln x_i\Big)\ln a_1 + \Big(\sum_{i=1}^{n}\ln^2 x_i\Big)b_1 = \sum_{i=1}^{n}\ln x_i(M_{AL}(x_i)) \end{cases} \qquad (**)$$

2. Giả sử bằng phương pháp xấp xí nêu trên ta có:

$$M_{AL}(x_i) = a_i x_i^{b_1} \text{ và } M_{A_0L}(x_i) = a_{0,1}x_i^{b_{0,1}} \text{ với } M_{A_0L}(x_i) = (M_{AL}(x_i))^p,\ i = 1,\dots,n.$$

Từ $(**)$ suy ra:

$$\begin{aligned} n\ln a_{0,1} + \Big(\sum_{i=1}^{n}\ln x_i\Big)b_{0,1} &= \sum_{i=1}^{n}\ln(M_{A_0L}(x_i)) = \sum_{i=1}^{n}\ln M_{AL}^p(x_i) = p\sum_{i=1}^{n}\ln(M_{AL}(x)) \\ &= np\ln a_1 + p\Big(\sum_{i=1}^{n}\ln x_i\Big)b_1 . \end{aligned} \qquad (***)$$

$$\begin{aligned} &\Big(\sum_{i=1}^{n}\ln x_i\Big)\ln a_{0,1} + \Big(\sum_{i=1}^{n}\ln^2 x_i\Big)b_{0,1} = \sum_{i=1}^{n}\ln x_i \ln(M_{A_0L}(x_i) = \sum_{i=1}^{n}\ln x_i \ln(M_{AL}^p(x_i) \\ &= \sum_{i=1}^{n}\ln x_i \ln M_{AL}^p(x_i) = p\Big(\sum_{i=1}^{n}\ln x_i\Big)_{\ln a_1} + p\Big(\sum_{i=1}^{n}\ln^2 x_i\Big)b_1 . \end{aligned} \qquad (****)$$

Từ $(***)$ có:

$$\ln\frac{a_{0,1}}{a_1^p} = \Big(\sum_{i=1}^{n}\ln x_i\Big)(pb_1 - b_{0,1}).$$

Từ $(****)$ có:

$$\Big(\sum_{i=1}^{n}\ln x_i\Big)\ln\frac{a_{0,1}}{a_1^p} = \Big(\sum_{i=1}^{n}\ln^2 x_i\Big)\big(pb_1 - b_{0,1}\big).$$

Từ hai biểu thức trên với chú ý rằng: $\Big(\sum_{i=1}^{n}\ln x_i\Big)^2 - n\Big(\sum_{i=1}^{n}\ln^2 x_i\Big) \neq 0$ ta có:

$$pb_1 = b_{0,1} \text{ và } a_{0,1} = a_1^p.(a_{0,1} = a_1^p).$$

Chứng minh tương tự cho trường hợp: $M_{AU}(x_i) = a_2 x_i^{b_2}$ và $M_{AU}(x_i) = a_{0,2}x_i^{b_{0,2}}$.

Vậy đã chứng minh được rằng theo Thuật toán 3.2 nếu $A_0 = A^p$ thì $B_0(Q) = B^p$.

Ví dụ 3.2. Với các tập A, B cho ở ví dụ ở mục 2.1 và tập A_0 cho như sau: $(A_0 = A^2)$

$$\begin{aligned} A_0 = \{&\langle x_1,\ [0,0]\rangle, \langle x_2,\ [0,0]\rangle, \langle x_3,\ [0,\ 0{,}25]\rangle, \langle x_4,\ [0{,}56,\ 0{,}64]\rangle, \langle x_5,\ [0{,}88,\ 0{,}9]\rangle, \\ &\langle x_6,\ [1,1]\rangle, \langle x_7,\ [0{,}88,\ 0{,}9]\rangle, \langle x_8,\ [0{,}56,\ 0{,}69]\rangle, \langle x_9,\ [0,\ 0{,}25]\rangle, \langle x_{10},\ [0,0]\rangle\}. \end{aligned}$$

Thực hiện Thuật toán 2 để xác định $B_0(Q)$ các bước cụ thể như sau:

<u>Bước 1 và bước 2</u>: Gán giá trị cho các x_i để thành lập và giải hệ phương trình tuyến tính $(**)$. Các x_i được gán trị như sau:

$$x_1 = 0{,}1,\ x_2 = 0{,}2, \dots, x_{10} = 1.$$

Kết thúc các bước này có:

$$a_1 = 0{,}894,\ \ b_1 = 0{,}051,\ \ a_{01} = a_1^2 = 0{,}799,\ \ b_{01} = 2b_1 = 0{,}102.$$

Bước 3 và bước 4: Xây dựng tập

$$\begin{aligned} Q_1 &= \Big\{\langle y,\, M_{Q_1}(y) = \frac{a_{01}}{a_1^{b_{01}/b_1}} M_{BL}^{b_{01}/b_1}(y)\rangle \,|\, y \in Y\Big\} \\ &= \Big\{\langle y,\, M_{Q_1}(y) = 1.M_{BL}(y)\rangle \,|\, y \in Y\Big\} \\ &= \Big\{\langle x_1,\, 0\rangle,\, \langle x_2,\, 0\rangle,\, \langle x_3,\, 0{,}81\rangle,\, \langle x_4,\, 1\rangle,\, \langle x_5,\, 0{,}81\rangle, \\ &\quad \langle x_6,\, 0\rangle,\, \langle x_7,\, 0\rangle,\, \langle x_8,\, 0\rangle,\, \langle x_9,\, 0\rangle,\, \langle x_{10},\, 0\rangle\Big\} \qquad \text{vì lấy } Y = X. \end{aligned}$$

Bước 5: Lập lại các bước trên, thu được

$$a_2 = 0{,}821,\ \ b_2 = 0{,}129,\ \ a_{02} = a_2^2 = 0{,}674,\ \ b_{02} = 2a_2 = 0{,}258$$

và xây dựng tập Q_2:

$$\begin{aligned} Q_2 &= \{\langle y,\, 1.M_{BU}(y)\rangle \,|\, y \in Y\} \\ &= \{\langle x_1,\, 0\rangle,\, \langle x_2,\, 0\rangle,\, \langle x_3,\, 0{,}9\rangle,\, \langle x_4,\, 1\rangle,\, \langle x_5,\, 0{,}9\rangle,\, x_6,\, 0{,}64\rangle,\, \langle x_7,\, 0\rangle,\, \langle x_8,\, 0\rangle,\, \langle x_9,\, 0\rangle,\, \langle x_{10},\, 0\rangle\}. \end{aligned}$$

Bước 6: Kết quả $B_0(Q)$ được xây dựng như sau:

$$\begin{aligned} B_0(Q) = \{&\langle x_1,\, [0,0]\rangle,\, \langle x_2,\, [0,0]\rangle,\, \langle x_3,\, [0{,}81,\, 0{,}9]\rangle,\, \langle x_4,\, [1,1]\rangle,\, \langle x_5,\, [0{,}81,\, 0{,}9]\rangle, \\ &\langle x_6,\, [0,\, 0{,}64]\rangle,\, \langle x_7,\, [0,0]\rangle,\, \langle x_8,\, [0,0]\rangle,\, \langle x_9,\, [0,0]\rangle,\, \langle x_{10},\, [0,0]\rangle\}. \end{aligned}$$

Rõ ràng $B_0(Q) = B^2$.

3.3. Thuật toán giải bài toán II

Bước 1: Theo Thuật toán 3.1 hoặc 3.2 tại mỗi mệnh đề If $X = A_i$ then $Y = B_i$ và $X = A_0$, tính được: $B_{0,i}(Q)$ hoặc $B_{0,i}(\Psi)$, $i = 1, \dots, k$.

Bước 2: $B_{0,i}(\Psi = \bigvee_{i=1}^{k}(B_{0,i}(\Psi))$, $B_0(Q) = \bigvee_{i=1}^{k}(B_{0,i}(Q))$.

4. NHẬN XÉT VÀ HÌNH THÀNH SƠ ĐỒ ĐIỀU KIỆN VẬN DỤNG CÁC PHƯƠNG PHÁP

- Nếu $A \cap A_0 = \{\langle x, [0,0]\rangle \mid x \in X\}$ thì $I(A_0, A) = [0,0]$, do đó $B_0(Q) = B_0(\Psi) = \{\langle y, 0]\rangle \mid y \in Y\}$, kết quả này rõ ràng không chính xác, do đó ta không thể dùng các thuật toán nêu trên. Ta chuyển sang các phương pháp suy diễn khác chẳng hạn như đã giới thiệu ở phần đặt vấn đề.

- Nếu $I[A_0, A] = [1, 1]$ thì $A_0 \leq A \Rightarrow A_0 = A^p$ $(p > 1)$. Nếu theo Thuật toán 3.1 thì $B_0(\Psi) = B$, còn theo Thuật toán 3.2 ta có $B_0(\Psi) = B^p$, rõ ràng trong trường hợp này cách dùng Thuật toán 3.2 cho kết quả chính xác.

- Nếu $I[A, A_0] = [1, 1]$ thì $A \leq A_0 \Rightarrow A_0 = A^p$ $(p < 1)$. Trong trường hợp này theo Thuật toán 3.1 thì $B_0(\psi) \leq B$ còn theo Thuật toán 3.2 thì $B_0(Q) = B^p > B$ $(p < 1)$, rõ ràng trong trương hợp này Thuật toán 3.2 cho kết quả

- Nếu có $I(A_0, A_j) = [0, 0]$ thì theo Thuật toán 3.3 có $B_0(\Psi) = \bigvee_{\substack{i=1\\ i\neq j}}^{k} (B_{0,i}(\Psi))$. Tuy vậy nếu $X = \bigcup_{i=1}^{k} A_i$ thì bao cũng tính được $B_0(\Psi)$.

- Dựa trên những điều đã phân tích trên, ta có sơ đồ điều kiện áp dụng các phương pháp suy diễn mờ như sau:

$I[A_0, A] = [0, 0]$ — True — Dùng các phương pháp suy diễn khác đã biết

False

$I[A_0, A] = [1, 1]$ — True — Phương pháp: Theo Thuật toán 3.2

False

$I[A, A_0] = [1, 1]$ — True — Phương pháp: Theo Thuật toán 3.2

False

Phương pháp: Theo Thuật toán 3.1

5. NHẬN XÉT

Chúng tôi giới thiệu chỉ mức bao hàm mờ giữa hai tập mờ nhận giá trị khoảng và dùng chỉ mức bao hàm đo thông tin quan hệ giữa hai tập mờ để thực hiện phép nội suy mờ trong lập luận xấp xỉ, đồng thời đề xuất một số thuật toán suy diễn mờ và sơ đồ điều kiện áp dụng đúng. Các kết quả trên đã và đang được tác giả vận dụng trong việc xây dựng Hệ trợ giúp quyết định đánh giá quá trình học tập và tu dưỡng học sinh phổ thông trung học bước đầu thu được kết quả tốt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] H. Bustince, Indicator of inclusion grade for interval-valued fuzzy sets, Application to approximate reasoning based on interval fuzzy sets, *International Journal of Approsoning*, **23** (2001) 137–209.

[2] Ludmila I. Kincheva, Using measure of simularity and inclusion for multiple classifier fusion by decision templates, *Fuzzy Sets and System* **132** (2001) 401–407.

[3] Nguyen Cat Ho, Extended hedge algebras and their application to fuzzy logic, *Fuzzy Sets and System* **52** (1992) 259–281.

[4] Ranfit Biswas, An application of fuzzy sets in students' evaluation, *Fuzzy Sets and System* **74** (1995) 187–194.

[5] Ronald R. Yager, Families of OWA operators, *Fuzzy Sets and System* **59** (1993) 125–148.

[6] Yan Shi, Masaharu Mizumoto, Reasoning conditions on Koszy's interpolative reasoning method in sparse fuzzy sets rule bases, Part II, *Fuzzy Sets and Systems* **87** (1997) 47–56.

Nhận bài ngày 5 - 10 - 2001
Nhận lại sau khi sửa ngày 25 - 12 - 2001

Trường Cao đẳng Sư phạm Bà Rịa Vũng Tàu