Tạp chí Khoa học và Công nghệ ***49*** *(4) (2011) 27-40*

ĐIỀU CHỈNH NGỮ NGHĨA ĐỊNH LƯỢNG CỦA GIÁ TRỊ NGÔN NGỮ TRONG ĐẠI SỐ GIA TỬ VÀ ỨNG DỤNG

Nguyễn Duy Minh

Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông, Đại học Thái Nguyên

Đến Toà soạn ngày: 20/9/2010

1. MỞ ĐẦU

Trên thực tế các giá trị của biến ngôn ngữ đều có thứ tự nhất định về mặt ngữ nghĩa. Ví dụ, ta hoàn toàn có thể cảm nhận được rằng, '*trẻ*' là nhỏ hơn '*già*', hoặc '*nhanh*' luôn lớn hơn '*chậm*'. Xuất phát từ quan hệ ngữ nghĩa đó một cách tiếp cận dựa trên cấu trúc tự nhiên của miền giá trị của các biến ngôn ngữ, gọi là đại số gia tử (ĐSGT) đã được đề xuất trong [4], theo đó một ĐSGT $\boldsymbol{AX}$ tương ứng của $\boldsymbol{X}$ là một bộ 4 thành phần $AX = (Dom(\boldsymbol{X}), G, H, \leq)$ trong đó G là tập các phần tử sinh, H là tập các gia tử và quan hệ "≤" là quan hệ cảm sinh ngữ nghĩa trên $\boldsymbol{X}$. Ví dụ $\boldsymbol{X}$ là tốc độ quay của một mô tơ thì $Dom(\boldsymbol{X})$ = {*fast, very fast, possible fast, very slow, slow...*}$\cup\{\boldsymbol{0}, W, \boldsymbol{1}\}$, G = {*fast, slow*, $\boldsymbol{0}$, W, $\boldsymbol{1}$ }, với $\boldsymbol{0}$, W, $\boldsymbol{1}$ là phần tử bé nhất, phần tử trung hòa và phần tử lớn nhất tương ứng, H={*very, more, possible, little*}.

Với mỗi $x \in \boldsymbol{X}$, độ sâu của x (kí hiệu $|x|$) là số lần xuất hiện các kí hiệu kể cả gia tử lẫn phần tử sinh trong x, ví dụ | *very fast* | = 2. Các từ được biểu thị qua cấu trúc của ĐSGT được sắp xếp vị trí tương đối trong so sánh ngữ nghĩa giữa các từ trong ngôn ngữ, ví dụ *fast* ≤ *very fast*, *very slow* ≤ *slow*. Trên cơ sở đó các tác giả trong [2, 3] đã nghiên cứu định lượng các giá trị ngôn ngữ trong ĐSGT, đưa ra được công thức giải tích xác định ánh xạ định lượng ngữ nghĩa với các tham số là độ đo tính mờ của các phần tử sinh và độ đo tính mờ của các gia tử. Theo đó mỗi giá trị ngôn ngữ có độ sâu k bất kì của biến ngôn ngữ được định lượng bằng một giá trị thực thuộc khoảng [0,1] sao cho thứ tự của các giá trị ngôn ngữ của một đại số được bảo toàn.

Tuy nhiên khi ứng dụng ĐSGT vào giải các bài toán thực tế, ta chỉ sử dụng các giá trị ngôn ngữ có độ sâu k hữu hạn. Với việc hạn chế độ sâu giá trị ngôn ngữ, ta hoàn toàn có thể điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng của các giá trị ngôn ngữ này mà vẫn bảo toàn được thứ tự của chúng. Và mục tiêu của bài báo là tìm ra ngưỡng điều chỉnh hợp lí cho các giá trị ngôn ngữ khi độ sâu của giá trị ngôn ngữ được giới hạn và ứng dụng vào giải quyết một số bài toán thực tế. Để thực hiện điều này trong mục 1 và mục 2 bài báo nhắc lại một số kết quả liên quan đến việc định lượng giá trị ngôn ngữ và phương pháp lập luận mờ sử dụng ĐSGT, mục 3, 4 là các nghiên cứu về việc điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng và ứng dụng của nó trong lập luận mờ sử dụng ĐSGT.

2. ĐỘ ĐO TÍNH MỜ CỦA GIÁ TRỊ NGÔN NGỮ VÀ ÁNH XẠ ĐỊNH LƯỢNG NGỮ NGHĨA

Giả thiết ĐSGT $\underline{\boldsymbol{AX}}^* = (\underline{\boldsymbol{X}}^*, G, H, \sigma, \phi, \leq)$ là tuyến tính và đầy đủ trong đó $\underline{\boldsymbol{X}}^*$ là tập cơ sở, $G = (\boldsymbol{0}, \boldsymbol{c}^-, W, \boldsymbol{c}^+, \boldsymbol{1})$ là tập các phần tử sinh, H là tập các gia tử âm và dương, ≤ là quan hệ thứ tự toàn phần trên $\underline{\boldsymbol{X}}^*$, σ và ϕ là hai phép toán mở rộng sao cho với mọi $x \in \underline{\boldsymbol{X}}^*$, ϕx, σx tương ứng là cận dưới đúng và cận trên đúng trong $\underline{\boldsymbol{X}}^*$ của tập $H(x)$, là tập tất cả các phần tử sinh ra từ

x nhờ các gia tử trong H, $H = H^{-} \cup H^{+}$, và giả sử rằng $H^{-} = \{h_{-1}, ..., h_{-q}\}$, với $h_{-1} < h_{-2} < ... < h_{-q}$, và $H^{+} = \{h_1, ..., h_p\}$, với $h_1 < ... < h_p$, trong đó ta quy ước $h_0 = I$, toán tử đơn vị trên $\underline{\boldsymbol{X}}^*$. Giả thiết $\underline{\boldsymbol{AX}}^*$ là ĐSGT *tự do*, tức là $\forall x \in H(G)$, $\forall h \in H$, $hx \neq x$.

Định lí 1.1. ([6]) Cho $\boldsymbol{AX}^* = (\boldsymbol{X}^*, G, H, \sigma, \phi, \leq)$ là ĐSGT đầy đủ, tuyến tính và tự do. Khi đó ta có: $\forall x, y \in \boldsymbol{X}^*$, $x < y \Rightarrow (\exists z \in H(G))\{x < H(z) < y\}$, với $H(z)$ thoả mãn một trong các điều kiện sau đây: (i) $H(z) \cap H(x') = \varnothing$, (ii) $H(z) \cap H(y') = \varnothing$, (iii) $H(z) \subseteq H(x')$, (iv) $H(z) \subseteq H(y')$, trong đó $x' = x$, $y' = y$ nếu $x, y \in H(G)$ và $x = ox'$, $y = o'y'$ với $o, o' \in \{\phi, \sigma\}$ nếu $x, y \in Lim(\boldsymbol{X}^*)$.

Định nghĩa 1.1. ([2,3]) Một hàm $fm : \boldsymbol{X}^* \to [0,1]$ được gọi là hàm độ đo tính mờ của các biến ngôn ngữ $\boldsymbol{X}$, nếu nó có các tính chất sau:

F1) fm là một độ đo đầy đủ trên $\boldsymbol{X}^*$, nghĩa là $fm(c^-) + fm(c^+) = 1$ và, $\forall u \in \boldsymbol{X}^*$, $\sum_{h \in H} fm(hu) = fm(u)$;

F2) Nếu x là một khái niệm chính xác, tức là $H(x) = \{x\}$, thì $fm(x) = 0$. Đặc biệt ta có: $fm(\boldsymbol{0}) = fm(W) = fm(\boldsymbol{1}) = 0$;

F3) $\forall x, y \in \boldsymbol{X}^*$, $\forall h \in H$, ta có $\dfrac{fm(hx)}{fm(x)} = \dfrac{fm(hy)}{fm(y)}$, nghĩa là tỉ lệ này không phụ thuộc vào x, y và được gọi là độ đo tính mờ của gia tử h, kí hiệu nó bằng $\mu(h)$.

Mệnh đề 1.1. ([2, 3]) Độ đo tính mờ fm của các khái niệm và $\mu(h)$ của các gia tử thỏa mãn các tính chất sau:

1) $fm(hx) = \mu(h) fm(x)$, $\forall x \in \boldsymbol{X}^*$; 2) $fm(c^-) + fm(c^+) = 1$;

2) $\sum_{i=-q, i\neq 0}^{p} fm(h_i c) = fm(c)$ với $c \in \{c^-, c^+\}$;

3) $\sum_{i=-q, i\neq 0}^{p} fm(h_i x) = fm(x)$;

4) $\sum_{i=-1}^{-q} \mu(h_i) = \alpha$ và $\sum_{i=1}^{p} \mu(h_i) = \beta$, với $\alpha, \beta > 0$ và $\alpha + \beta = 1$;

Định nghĩa 1.2. ([2]). Hàm dấu $Sign$: $\boldsymbol{X} \to \{-1, 0, 1\}$ là ánh xạ được định nghĩa đệ quy như sau, trong đó h và h' là các gia tử bất kì và $c \in \{c^-, c^+\}$:

a) $Sign(c^-) = -1$, $Sign(c^+) = +1$;

b) $Sign(hc) = -Sign(c)$ nếu $hc \neq c$ và h là âm tính đối với c;

c) $Sign(hc) = Sign(c)$ nếu $hc \neq c$ và h là dương tính đối với c;

d) $Sign(h'hx) = -Sign(hx)$ nếu $h'hx \neq hx$ và h' là âm tính đối với h;

e) $Sign(h'hx) = Sign(hx)$ nếu $h'hx \neq hx$ và h' là dương tính đối với h;

f) $Sign(h'hx) = 0$ nếu $h'hx = hx$.

Hàm dấu $Sign$ được đưa ra để sử dụng nhận biết khi nào gia tử tác động vào các từ làm tăng hay giảm ngữ nghĩa của giá trị ngôn ngữ.

Mệnh đề 1.2. ([3]) Với mọi h và x, nếu $Sign(hx) = +1$ thì $hx > x$, nếu $Sign(hx) = -1$ thì $hx < x$.

Gọi P([0,1]) là tập tất cả các khoảng con của đoạn [0,1]. Khái niệm hệ khoảng mờ được định nghĩa như sau:

Định nghĩa 1.3. ([3])(*Hệ khoảng mờ liên kết với fm*) Cho AX^* là ĐSGT tuyến tính, đầy đủ và tự do và *fm* là một độ đo tính mờ của AX^*. Ánh xạ J: $X \rightarrow$ P([0,1]) được gọi là phép gán khoảng mờ dựa trên *fm* nếu nó được xây dựng theo quy nạp theo độ dài của *x* như sau:

1) Với $|x| = 1$: ta xây dựng các khoảng mờ $J(c^-)$ và $J(c^+)$, với $|J(x)| = fm(x)$, sao cho chúng lập thành một phân hoạch của đoạn [0,1] và thứ tự giữa chúng được cảm sinh từ thứ tự của các phần tử c^- và c^+, theo đó ta có $J(c^-) \leq J(c^+)$.
2) Giả sử khoảng mờ $J(x)$ với $|J(x)| = fm(x)$ đã được xây dựng với $\forall x \in H(G)$, $|x| = n \geq 1$ ta xây dựng các khoảng mờ $J(h_ix)$ sao cho chúng tạo thành một phân hoạch của $J(x)$, $|J(h_ix)| = fm(h_ix)$ và thứ tự giữa chúng được cảm sinh từ thứ tự giữa các phần tử trong $\{h_ix: -q \leq i \leq p, i \neq 0\}$

Ta gọi $J(x)$ là khoảng mờ của phần tử *x*, và kí hiệu $\mathfrak{I} = \{J(x) : x \in X\}$ là tập các khoảng mờ của X. Với *k* là một số nguyên dương, ta đặt $X_k = \{x \in X: |x| = k\}$.

Mệnh đề 1.3. ([3]) Cho độ đo tính mờ *fm* trên ĐSGT AX^* và $\mathfrak{I}_{fm}$ là hệ khoảng mờ của AX^* liên kết với *fm*. Khi đó,

1) Với $x \in H(G)$, tập $\mathfrak{I}_{fm}(x, k) = \{J(y): y = h_kh_{k-1} \dots h_1x \;\&\; \forall h_k, h_{k-1} \dots , h_1 \in H\}$ là phân hoạch của khoảng mờ $J(x)$;
2) Tập $\mathfrak{I}_{fm}(k) = \{J(x): x \in X_k\}$, được gọi là tập các khoảng mờ độ sâu *k*, là một phân hoạch của tập $J(c^-) \cup J(c^+)$. Ngoài ra, với $\forall x, y \in X_k$, ta có $x \leq y$ kéo theo $J(x) \leq J(y)$.

Trên cơ sở định nghĩa hệ khoảng mờ, việc định lượng giá trị cho giá trị ngôn ngữ được tiến hành như sau: Giá trị định lượng của giá trị ngôn ngữ *x* là điểm chia đoạn $J(x)$ theo tỉ lệ $\alpha : \beta$, nếu $Sign(h_px) = +1$ và theo tỉ lệ $\beta : \alpha$, nếu $Sign(h_px) = -1$, và ta có định nghĩa sau:

Định nghĩa 1.4. ([3]) Cho AX^* là ĐSGT tuyến tính, đầy đủ và tự do, $fm(c^-)$ và $fm(c^+)$ là các độ đo tính mờ của phần tử sinh c^-, c^+ và $\mu(h)$ là độ đo tính mờ của các gia tử *h* trong *H* thỏa mãn các tính chất trong mệnh đề 2.1. Ánh xạ định lượng ngữ nghĩa nhờ tính mờ là ánh xạ *v* được xác định quy nạp:

1) $v(W) = \theta = fm(c^-)$, $v(c^-) = \theta - \alpha fm(c^-)$, $v(c^+) = \theta + \alpha fm(c^+)$;
2) $v(h_jx) = v(x) + Sign(h_jx)(\sum_{i=1}^{j} fm(h_ix) - \omega(h_jx)fm(h_jx))$, $1 \leq j \leq p$ và

$v(h_jx) = v(x) + Sign(h_jx)(\sum_{i=-1}^{j} fm(h_ix) - \omega(h_jx)fm(h_jx))$, $-q \leq j \leq -1$,

Hai công thức này có thể viết thành một công thức chung, với $j \in [-q\hat{\ }p] = \{j : -q \leq j \leq p \;\&\; j \neq 0\}$ là: $v(h_jx) = v(x) + Sign(h_jx)(\sum_{i=sign(j)}^{j} fm(h_ix) - \omega(h_jx)fm(h_jx))$, trong đó $fm(h_jx)$ được tính theo tính chất 1) mệnh đề 1.1 và: $\omega(h_jx) = \frac{1}{2}[1 + Sign(h_jx)Sign(h_ph_jx)(\beta - \alpha)] \in \{\alpha, \beta\}$.

3) $v(\phi c^-) = 0$, $v(\sigma c^-) = \theta = v(\phi c^+)$, $v(\sigma c^+) = 1$ và với các phần tử dạng h_jx, $j \in [-q\hat{\ }p]$, ta có:

$$v(\phi h_jx) = v(x) + Sign(h_jx)\left(\sum_{i=Sign(j)}^{j-Sign(j)} \mu(h_i)fm(x)\right) - \frac{1}{2}\left(1 - Sign(h_jx)\right)\mu(h_j)fm(x)$$

$$v(\sigma h_j x) = v(x) + Sign(h_j x)\left(\sum_{i=Sign(j)}^{j-Sign(j)} \mu(h_i) fm(x)\right) + \frac{1}{2}\left(1 + Sign(h_j x)\right)\mu(h_j) fm(x).$$

2.1. Phương pháp lập luận mờ sử dụng đại số gia tử

Phương pháp lập luận sử dụng ĐSGT dược phát triển nhằm giải quyết bài toán lập luận mờ đa điều kiện sau:

Cho mô hình mờ (2.1) trong đó A_{ij} và B_i, $i = 1,.., n$, $j = 1,.., m$, là những từ ngôn ngữ mô tả các đại lượng của biến ngôn ngữ X_j và Y.

$$\begin{array}{l} \text{if } X_1 = A_{11} \text{ and ... and } X_m = A_{1m} \text{ then } Y = B_1 \\ \text{if } X_1 = A_{21} \text{ and ... and } X_m = A_{2m} \text{ then } Y = B_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \text{if } X_1 = A_{n1} \text{ and ... and } X_m = A_{nm} \text{ then } Y = B_n \end{array} \tag{2.1}$$

Ứng với các giá trị (hoặc giá trị mờ, hoặc giá trị thực) của các biến đầu vào đã cho, hãy tính giá trị đầu ra của biến Y.

Mô hình mờ (2.1) còn được gọi là bộ nhớ mờ liên hợp (Fuzzy Associate Memory gọi tắt là FAM) vì nó biểu diễn tri thức của chuyên gia trong lĩnh vực ứng dụng nào đó đang được xét.

Theo tiếp cận của ĐSGT, mô hình mờ (2.1) được xem như một tập hợp các "điểm mờ", với việc sử dụng ánh xạ ngữ nghĩa định lượng v mỗi điểm của mô hình mờ trên có thể được biểu diễn bằng một "điểm thực", và tập các điểm thực cho ta một mô hình gọi là bộ nhớ liên hợp định lượng (Semantization Associate Memory gọi tắt là SAM). Xây dựng phép nội suy dựa trên các mốc là các điểm của mô hình SAM để xác định giá trị đầu ra từ giá trị định lượng đầu vào. Cụ thể phương pháp lập luận sử dụng ĐSGT gồm các bước chính sau:

1) Xây dựng các ĐSGT AX_i cho các biến ngôn ngữ X_i, và AY cho biến ngôn ngữ Y.
2) Sử dụng các ánh xạ ngữ nghĩa định lượng v_{Xi} và v_Y chuyển đổi mô hình mờ FAM về mô hình SAM
3) Xây một phép nội suy trên cơ sở các mốc nội suy là các điểm của mô hình SAM
4) Ứng với giá trị đầu vào thực hoặc mờ xác định đầu ra tương ứng nhờ phép nội suy

Kí hiệu phương pháp lập luận mờ sử dụng ĐSGT là *HAR* (Hedge Algebras Reasoning), ta thấy *HAR* phụ thuộc vào việc chọn phép nội suy, việc xác định các tham số của các ĐSGT và việc định lượng, giải định lượng các giá trị thực. Trong một nghiên cứu gần đây ([1]) tác giả đã đưa ra các giải pháp khá toàn diện cho các vấn đề trên, cụ thể:

a) Vấn đề định lượng và giải định lượng các giá trị thực: Giả sử biến ngôn ngữ X thuộc khoảng thực $[x_0, x_1]$ và các giá trị ngôn ngữ của nó nhận giá trị định lượng trong khoảng thực $[s_0, s_1]$. Khi đó giá trị thực $x \in [x_0, x_1]$ được định lượng theo công thức 2.2 và việc giải định lượng được tiến hành ngược lại theo công thức 2.3:

$$\text{semantization}(x) = s_0 + \frac{s_1 - s_0}{x_1 - x_0}(x - x_0); \tag{2.2}$$

$$\text{desemantization}(s) = x_0 + \frac{x_1 - x_0}{s_1 - s_0}(s - s_0) \tag{2.3}$$

b) Các tác giả đã sử dụng mạng nơ ron RBF (Radial Basic Function) để nội suy trên cơ sở các mốc nội suy trong mô hình SAM, Giải thuật huấn luyện mạng RBF gồm 2 pha được xác định như sau: Cho tập các mốc nội suy $\{(x^{(k)}, d^{(k)})\}$, $k = 1,2,\ldots, p$.

Pha 1: Lấy các mốc nội suy làm các tâm mạng: $x^{(k)}$, $k = 1,2,.., p$ và xác định độ rộng của các bán kính ứng với mỗi tâm mạng: $\sigma_k = \left(\frac{1}{r}\sum_{i=1}^{r}\left\|x^i - x^k\right\|^2\right)^{\frac{1}{2}}$, $k = 1,2,.., p$; trong đó x^i , $i = 1,2,.., r$ là các láng riềng gần nhất với tâm x^k.

Pha 2: Xác định các trọng số của mạng, gồm các bước sau

Bước 1: Chọn tốc độ học η , chọn sai số cực đại E_{max}

Bước 2: Đặt giá trị đầu $E = 0$, $k = 1$; Gán giá trị ngẫu nhiên cho các trong số $w_{iq}(k)$

Bước 3: Tính đầu ra của mạng với tín hiệu vào là $x(k)$: $z_q(k) = e^{-\frac{\left\|x(k)-m_q\right\|^2}{2\sigma_q}}$; $y_i(k) = \sum_{q=1}^{l} w_{iq}(k) z_q(k)$;

Cập nhật trọng số lớp ra của mạng: $w_{iq}(k+1) = w_{iq}(k) + \eta(d_i(k) - y_i(k))z_q(k)$;

Tính sai số tích luỹ: $E = E + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}(d_i(k) - y_i(k))^2$

Bước 4: (Lặp một chu kì): kiểm tra tập dữ liệu huấn luyện đã quay hết một vòng. Nếu $k < p$ thì $k = k+1$ và quay lại bước 3; trường hợp khác về bước 5.

Bước 5: (Kiểm tra tín hiệu sai số): kiểm tra tín hiệu sai số, nếu $E < E_{max}$ thì kết thúc vòng luyện và đưa ra bộ trọng số cuối cùng; trường hợp khác cho $E = 0$, $k = 1$ và quay lại bước 3 tiến hành chu kì luyện mới.

c) Các tham số của các ĐSGT được xác định nhờ giải thuật di truyền, sau đây là một số nét cơ bản của giải thuật này:

+ Sử dụng mã hóa nhị phân để biểu diễn các cá thể, tham biến $x \in [U_{min}, U_{max}]$ được biểu diễn bởi một chuỗi L bit với tỉ lệ co giãn $u = (U_{max}-U_{min})/(2^L-1)$

+ Hàm cần tối ưu h được chọn làm cơ sở để tính độ phù hợp của từng chuỗi cá thể

+ Toán tử lai ghép là toán tử một điểm cắt, giả sử chuỗi cá thể có độ dài L(có L bit), toán tử lai ghép được tiến hành qua hai giai đoạn:

- Hai cá thể trong quần thể bố, mẹ được chọn ngẫu nhiên với phân bố xác suất đều p_c

- Sinh ngẫu nhiên số j trong đoạn [1, L-1]. Hai cá thể con được tạo bằng cách sao chép các kí tự từ 1 đến j và tráo đổi các kí tự từ j+1 đến L.

+ Toán tử đột biến được xây dựng như sau: duyệt từng gien của từng cá thể con được sinh ra sau khi tiến hành toán tử lai ghép và tiến hành biến đổi giá trị từ 0 sang 1 hoặc ngược lại với một xác suất p_m được gọi là xác suất đột biến.

+ Ta có thể sinh ra quần thể con từ quần thể hiện tại thông qua 3 toán tử là chọn lọc, lai ghép và đột biến thay thế hoàn toàn quần thể hiện tại của thế hệ tiếp theo.

Giải thuật di truyền phụ thuộc vàp bộ 4 (N, p_c, p_m, G), trong đó N - số cá thể trong quần thể; p_c - xác suất lai ghép; p_m - xác suất đột biến và G - số thế hệ cần tiến hoá, là các tham số điều khiển của giải thuật. Cá thể có giá trị hàm mục tiêu tốt nhất của mọi thế hệ là lời giải cuối cùng của giải thuật, quần thể đầu tiên được khởi tạo một cách ngẫu nhiên.

Cũng trong [1] các tác giả đã ứng dụng phương pháp lập luận mờ sử dụng ĐSGT để giải quyết bài toán điều khiển mô hình máy bay hạ độ cao chuẩn bị hạ cánh của Ross. Để tiện theo dõi ta sẽ nhắc lại bài toán của Ross [5] và các kết quả liên quan.

Bài toán: Cho mô hình máy bay hạ độ cao chuẩn bị hạ cánh với phương trình động học được rời rạc theo công thức:

$$h(i+1) = h(i)+(1)v(i);\ v(i+1) = v(i)+(1)f(i) \tag{2.4}$$

trong đó $v(i)$, $h(i)$, $f(i)$ là tốc độ (*ft/s*), độ cao (*ft*) và lực điều khiển (*lbs*) máy bay tại thời điểm *i*, (1) là giá trị đơn vị được dùng để chuẩn hóa thứ nguyên trong công thức 2.4.

Yêu cầu của bài toán là: Điều khiển mô hình máy bay hạ độ cao từ 1000 *ft*, biết vận tốc ban đầu của máy bay là -20 *ft/s*. Bài toán không hạn chế số chu kì điều khiển và không đặt điều kiện cho vị trí tiếp đất, có nghĩa là mô hình máy bay có thể hạ độ cao tại bất cứ vị trí nào.

Kết quả sử dụng tiếp cận mờ: Trong [5] tác giả đã xây dựng các nhãn tập mờ cho các biến độ cao, vận tốc và lực điều khiển như bảng 2.1

Bảng 2.1. Các nhãn tập mờ của các biến ngôn ngữ *h*, *v*, *f*

Độ cao *h* (0, 1000) ***ft***	**Vận tốc *v*** (-20, 20) ***ft/s***	**Lực điều khiển *f*** (-20, 20) ***lbs***
Large(L)	UpLarge(UL)	UpLarge(UL)
Medium(M)	UpSmall(US)	UpSmall(US)
Small(S)	Zero(Z)	Zero(Z)
NearZero(NZ)	DownSmall(DS)	DownSmall(DS)
	DownLarge(DL)	DownLarge(DL)

Các tập mờ tương ứng cũng đã được xây dựng, tập luật mờ được xác định nhờ kinh nghiệm của các chuyên gia được thể hiện bởi mô hình FAM trong bảng 2.2.

Bảng 2.2. Mô hình FAM của bài toán

Độ cao *h*	**Tốc độ *v***				
	DL	DS	Z	US	UL
L	Z	DS	DL	DL	DL
M	US	Z	DS	DL	DL
S	UL	US	Z	DS	DL
NZ	UL	UL	Z	DS	DS

Kết quả điều khiển mô hình mô hình máy bay hạ độ cao chuẩn bị hạ cánh của Ross trong [5] qua 4 chu kì được xác định theo bảng 2.3.

Bảng 2.3. Kết quả điều khiển sử dụng lập luận mờ qua 4 chu kì

Độ cao *h*	**Vận tốc *v***	**Lực điều khiển *f***
1000,0	-20,00	5,8
980,0	-14,20	-0,5
965,8	-14,70	-0,4
951,1	-15,10	0,3

Giả thiết tốc độ hạ cánh tối ưu tại độ cao h là:

$$v_o = -(20/(1000)^2)/h^2 \tag{2.5}$$

và sai số tốc độ hạ cánh qua n chu kì điều khiển là:

$$e = (\sum_{i=1}^{n}(v_o(i) - v(i))^2)^{1/2} \tag{2.6}$$

trong đó e là sai số, $v_o(i)$, $v(i)$ là tốc độ hạ cánh tối ưu và tốc độ hạ cánh tại chu kì i ứng với độ cao $h(i)$

Ta xác định được sai số vận tốc qua 4 chu kì điều khiển là

$$e = 7{,}17. \tag{2.7}$$

Kết quả sử dụng phương pháp lập luận mờ sử dụng ĐSGT: Trong [1] đã ứng dụng phương pháp lập luận mờ sử dụng ĐSGT để giải quyết bài toán trên, các bước được triển khai như sau:

Bước 1. Xây dựng ĐSGT *AH* cho biến độ cao *h* với tập các phần tử sinh *Small*, *Medium*, *Large*, tập các gia tử gồm *Little* và *Very*, các tập mờ của biến độ cao được chuyển sang các nhãn ngôn ngữ sử dụng gia tử như sau: NZ – *VeryVerySmall*, S – *Small*, M – *Medium*, L – *LitleLarge*.

Xây dựng ĐSGT *AV* cho biến vận tốc *v* với tập các phần tử sinh *Small*, *Medium*, *Large*, tập các gia tử gồm *Little* và *Very*, các tập mờ của biến vận tốc được chuyển sang các nhãn ngôn ngữ sử dụng gia tử như sau: DL – *VerySmall*, DS – *LitleSmal*, M – *Medium*, US – *Large*, UL – *VeryLarge*.

Xây dựng ĐSGT *AF* cho biến lực điều khiển *f* với các phần tử sinh *Small*, *Medium*, *Large*, tập các gia tử gồm *Little* và *Very*, các tập mờ của biến lực điều khiển được chuyển sang các nhãn ngôn ngữ sử dụng gia tử như sau: DL – *VerySmall*, DS – *LitleSmal*, M – *Medium*, US – *Large*, UL – *VeryLarge*

Bước 2. Chuyển đổi mô hình FAM sang SAM. Với tập luật như bảng 1, hệ tham số của *vHAR* là

$vPAR=\{fm_H(Small);\mu_H(Very);fm_V(Low);\mu_V(Very);fm_F(Small);\mu_F(Very)\}$ với ràng buộc:

$fm_H(Small), fm_V(Small), fm_F(Small) \in (0,1)$; $\mu_H(Very)$, $\mu_V(Very)$, $\mu_F(Very) \in (0,1)$;

Sử dụng ánh xạ định lượng ngữ nghĩa, các tác giả đã xác định được:

$NZ_H = v_H(VeryVerySmall) = \mu_H(Very)\times\mu_H(Very)\times\mu_H(Very)\times fm_H(Small)$;

$S_H = v_H(Small) = \mu_H(Very) \times fm_H(Small)$; $M_H = v_H(Medium) = fm_H(Small)$;

$L_H = v_H(LitleLarge) = 1-\mu_H(Very) \times (2-\mu_H(Very)) \times (1- fm_H(Small))$;

$DL_V= v_V(VerySmal) = \mu_V(Very) \times \mu_V(Very) \times fm_V(Low)$;

$DS_V = v_V(LitleSmal) = \mu_V(Very) \times fm_V(Low)+(1-\mu_V(Very)) \times (1-\mu_V(Very)) \times fm_V(Low)$;

$M_V = v_V(Medium) = fm_V(Small)$; $US_V = v_V(Large) = (1-\mu_V(Very)) \times (1- fm_V(Small))$;

$UL_V = v_V(VeryLarge) = 1-\mu_V(Very) \times \mu_V(Very) \times (1- fm_V(Small))$;

$DL_F = v_F(VerySmal)=\mu_F(Very) \times \mu_F(Very) \times fm_F(Small)$;

$DS_F = v_F(LitleSmal)=\mu_F(Very) \times fm_F(Small)+(1-\mu_F(Very)) \times (1-\mu_F(Very)) \times fm_F(Small)$;

$M_F = v_F(Medium)=fm_F(Small)$; $US_F = v_F(Large) =(1-\mu_F(Very)) \times (1- fm_F(Small))$;

$UL_F = v_F(VeryLarge)= 1-\mu_F(Very) \times \mu_F(Very) \times (1- fm_F(Small))$;

Và mô hình FAM được chuyển sang mô hình SAM như bảng 2.5

Bảng 2.5. Mô hình ngữ nghĩa định lượng 1(SAM)

Độ cao h_s	**Tốc độ v_s**				
	DL_V	DS_V	Z_V	US_V	UL_V
L_H	Z_F	DS_F	DL_F	DL_F	DL_F
M_H	US_F	Z_F	DS_F	DL_F	DL_F
S_H	UL_F	US_F	Z_F	DS_F	DL_F
NZ_H	UL_F	UL_F	Z_F	DS_F	DS_F

Bước 3. Phép nội suy được sử dụng là mạng nơ ron *RBF* gồm 2 đầu vào, một đầu ra, với thuật toán huấn luyện như mục 2, 25 điểm của mô hình SAM được sử dụng làm tập mẫu huấn luyện mạng, các tham số huấn luyện mạng được chọn như sau: r = 1, tốc độ học 0,8 sai số 0,0001.

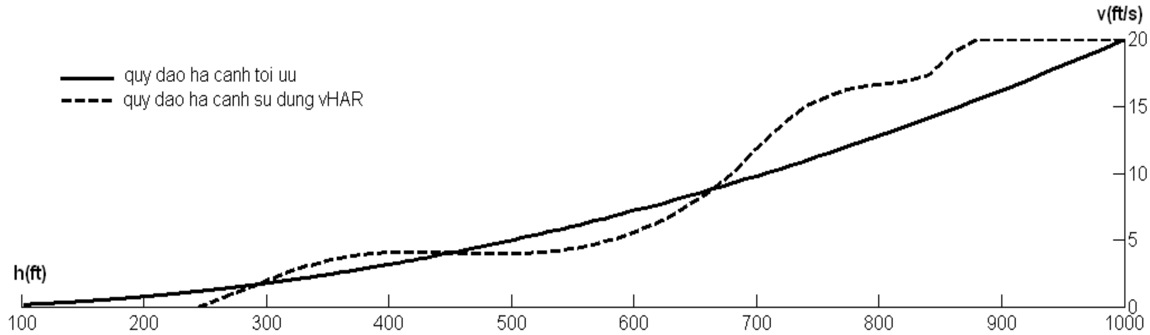
Bước 4. Với độ cao ban đầu là 1000 *ft*, vận tốc là -20 *ft/s*, tiến hành định lượng các giá trị độ cao và vận tốc và xác định giá trị đầu ra nhờ mạng RBF như đã thiết kế, việc giải định lượng sẽ cho ta lực điều khiển tại chu kì đầu, tiếp tục tính toán tốc độ hạ cánh và độ cao của chu kì tiếp theo nhờ các phương trình 2.4, lặp lại quá trình tính lực điều khiển cho đến khi độ cao xuống tới 100 *ft* chúng ta thu được các kết quả điều khiển của n chu kì hạ cánh, sai số e của về tốc độ hạ cánh được xác định theo công thức 2.6, 2.7

Sử dụng giải thuật di truyền cực tiểu hàm e với số thế hệ bằng 200, xác suất lai ghép 0,80; xác suất đột biến 0,05; kích cỡ quần thể 40; kích thước gien 10. Qua một số lần chạy thử, tác giả đã xác định các kết quả điều khiển sử dụng *HAR*:

$$PAR_1=\{0{,}410459;\ 0{,}745943;\ 0{,}681818;\ 0{,}884360;\ 0{,}196970;\ 0{,}414370\}$$

$$e_1 = 22{,}444913 \qquad (2.8)$$

Và quỹ đạo điều khiển mô hình máy bay hạ độ cao chuẩn bị hạ cánh được xác định như hình 2.1.



Hình 2.1. Quỹ đạo hạ cánh của mô hình máy bay (*tối ưu tham số của các ĐSGT*)

3. ĐIỀU CHỈNH NGỮ NGHĨA ĐỊNH LƯỢNG CỦA GIÁ TRỊ NGÔN NGỮ

3.1. Vấn đề điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng giá trị ngôn ngữ

Như đã đề cập ở phần mở đầu, trong mục này ta sẽ hạn chế độ sâu của giá trị ngôn ngữ, nghĩa là ta chỉ xét các giá trị ngôn ngữ của biến ngôn ngữ trong ĐSGT $\boldsymbol{AX}^*$ với độ sâu k. Với k là một số nguyên dương, ta đặt $\underline{\boldsymbol{X}}_k = \{x \in \boldsymbol{X} : |x| \le k\}$. Lưu ý rằng $\boldsymbol{X}_k \subseteq \underline{\boldsymbol{X}}_k$.

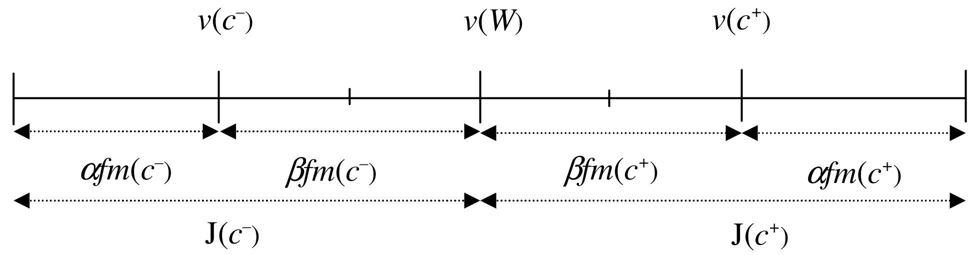
Sau đây ta định nghĩa khái niệm ngưỡng điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng

Định nghĩa 3.1. Số thực ε, $0<\varepsilon<1$ được gọi là ngưỡng điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng của các giá trị ngôn ngữ trong $\underline{\boldsymbol{X}}_k$ nếu với mọi $x, y \in \underline{\boldsymbol{X}}_k$ thỏa $x < y$ kéo theo $v(x) \pm \sigma < v(y) \pm \sigma$ với $\forall \sigma < \varepsilon$

Định lí 3.1. Cho $\boldsymbol{AX}^*$ là ĐSGT tuyến tính, đầy đủ và tự do, ngưỡng điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng cho các giá trị ngôn ngữ trong $\underline{\boldsymbol{X}}_k$ là $\varepsilon_k = \min\{\alpha fm(x)/2, \beta fm(x)/2 \mid x \in \boldsymbol{X}_k\}$, với k là số nguyên dương tùy ý.

Chứng minh: Ta chứng minh bằng quy nạp

+ Với $k = 1$, khi đó $\varepsilon_1 = \min\{\alpha fm(c^-)/2, \beta fm(c^-)/2, \alpha fm(c^+)/2, \beta fm(c^+)/2\}$, ta chứng minh với mọi $\sigma < \varepsilon_1$ ta có $v(c^-) \pm \sigma < v(W) \pm \sigma < v(c^+) \pm \sigma$



Hình 3.1. Các khoảng mờ của $\boldsymbol{X}_1$

Theo mệnh đề 1.3, $\{J(c^-), J(c^+)\}$ là phân hoạch của $[0,1]$ và $v(c^-)$ là điểm chia khoảng $J(c^-)$ theo tỉ lệ $\alpha:\beta$ và $v(c^+)$ là điểm chia khoảng $J(c^+)$ theo tỉ lệ $\beta:\alpha$ (hình 3.1). Từ đó ta thấy rằng:

$v(c^-)+\beta fm(c^-)/2 \le v(W)- \beta fm(c^-)/2$, trong khi đó $\sigma < \varepsilon_1 \le \beta fm(c^-)/2$ nên $v(c^-)+\sigma < v(W)- \sigma$, do đó $v(c^-) \pm \sigma < v(W) \pm \sigma$ với mọi $\sigma < \varepsilon_1$.

$v(W)+\beta fm(c^+)/2 \leq v(c^+)- \beta fm(c^+)/2$, trong khi đó $\sigma<\varepsilon_1\leq \beta fm(c^+)/2$ nên $v(W)+ \sigma< v(c^+)- \sigma$, do đó $v(W) \pm \sigma< v(c^+) \pm \sigma$ với mọi $\sigma< \varepsilon_1$.

Như vậy $v(c^-) \pm \sigma< v(W) \pm \sigma< v(c^+) \pm \sigma$ với mọi $\sigma< \varepsilon_1$, định lí đúng với $k = 1$.

+ Giả sử định lí đúng với k, ta có giả thiết quy nạp sau:

- $\varepsilon_k = \min \{\alpha fm(x)/2, \beta fm(x)/2 \mid x \in \mathbf{X}_k \}$
- Với mọi $x, y \in \underline{\mathbf{X}}_k$ thỏa $x < y$ ta có $v(x) \pm \sigma< v(y) \pm \sigma$ với $\sigma< \varepsilon_k$

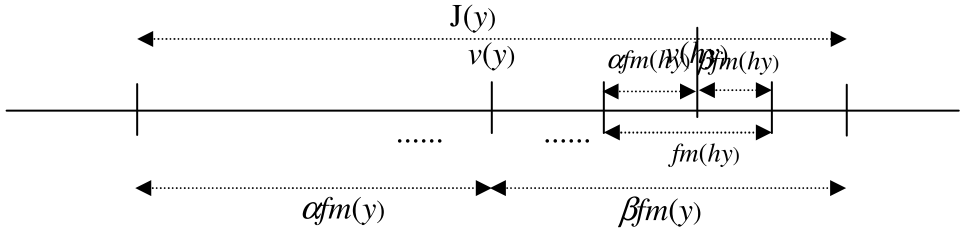
+ Sau đây ta chứng minh định lí đúng với k+1, tức là với mọi $x, y \in \underline{\mathbf{X}}_{k+1}$ thỏa $x < y$ và với mọi $\sigma< \varepsilon_{k+1}$ ta có $v(x) \pm \sigma< v(y) \pm \sigma$

Ta có

$\varepsilon_{k+1} = \min \{\alpha fm(x)/2, \beta fm(x)/2 \mid x \in \mathbf{X}_{k+1} \} = \min \{\alpha fm(hy)/2, \beta fm(hy)/2 \mid y\in \mathbf{X}_k, h\in \mathbf{H}\}$

Theo định nghĩa 1.3, $fm(hy) < fm(y)$ (hình 3.2), do đó

$\min \{\alpha fm(hy)/2, \beta fm(hy)/2 \mid y\in \mathbf{X}_k, h\in \mathbf{H}\} < \min \{\alpha fm(y)/2, \beta fm(y)/2 \mid y\in \mathbf{X}_k\}$ nên $\varepsilon_{k+1} < \varepsilon_k$.

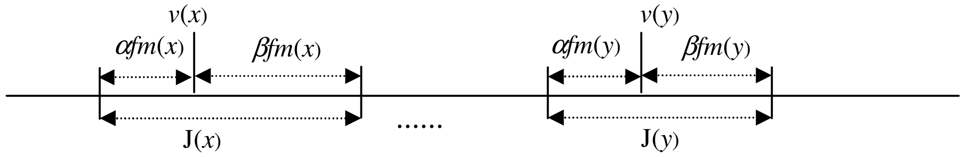


Hình 3.2. Khoảng mờ J(*y*) và phân hoạch của nó

Bây giờ ta xét các trường hợp sau:

- Trường hợp 1: $|x| \leq k$ và $|y| \leq k$, nếu $x < y$ theo giả thiết quy nạp ta có $v(x) \pm \sigma< v(y) \pm \sigma$ với mọi $\sigma< \varepsilon_k$, vì $\varepsilon_{k+1}< \varepsilon_k$ nên $v(x) \pm \sigma < v(y) \pm \sigma$ với mọi $\sigma< \varepsilon_{k+1}$.

- Trường hợp 2: $|x| = |y| = k+1$, khi đó J(x), J(y) thuộc cùng một phân hoạch, do $x < y$ nên theo mệnh đề 1.3 ta có J(x) < J(y), Vì $v(x)$ là điểm chia trong J(x) theo tỉ lệ $\alpha:\beta$ (hoặc $\beta:\alpha$) và $v(y)$ là điểm chia J(y) theo tỉ lệ $\beta:\alpha$ (hoặc $\alpha:\beta$). Mặt khác $\varepsilon_{k+1} = \min \{\alpha fm(x)/2, \beta fm(x)/2 \mid x \in \mathbf{X}_{k+1} \}$. Nên $v(x) \pm \sigma< v(y) \pm \sigma$ với mọi $\sigma<\varepsilon_{k+1}$.



Hình 3.3. Khoảng mờ J(*x*) và J(*y*) – Trường hợp 2

- **Trường hợp 3:** $|x| \leq k$, $|y| = k+1$

Vì $x < y$, theo định lí 1.1 tồn tại x' sao cho $|x'| = |x|$ và $x < x' < y$. Mặt khác do $x < x'$ và $|x'| = |x| \leq k$ nên theo trường hợp 1 ta có $v(x) \pm \sigma< v(x') \pm \sigma$ với mọi $\sigma< \varepsilon_{k+1}$. Do $x' < y$ nên $v(x') < v(y)$. Từ đó suy ra $v(x) \pm \sigma< v(y) \pm \sigma$ với mọi $\sigma<\varepsilon_{k+1}$.

- **Trường hợp 4:** $|x| = k+1$, $|y| \leq k$

Vì $x < y$, theo định lí 1.1 tồn tại x' sao cho $|x'| = |y|$ và $x < x' < y$. Mặt khác do $x' < y$ *và* $|x'| = |y| \leq k$ nên theo trường hợp 1 $v(x') \pm \sigma < v(y) \pm \sigma$ với mọi $\sigma < \varepsilon_{k+1}$. Do $x < x'$ nên $v(x) < v(x')$. $v(x) \pm \sigma < v(y) \pm \sigma$ với mọi $\sigma < \varepsilon_{k+1}$.

Định lí hoàn toàn được chứng minh.

Ví dụ, xét ĐSGT của biến ngôn ngữ tốc độ vòng quay của một mô tơ với:

$c^- = Slow$, $W = Medium$ và $c^+ = Fast$; $q = 1$ và $h_{-1} = Little$; $p = 1$ và $h_1 = Very$;

Giả sử ta chọn các tham số của ĐSGT như sau:

$$fm(Slow) = 0{,}5 \text{ và } fm(Fast) = 0{,}5;$$

$$\mu(Little) = \mu(Very) = 0{,}5;$$

Theo mệnh đề 1.1 ta có $\alpha = \beta = 0{,}5$; và theo định nghĩa 1.4 ta có ta xác định được:

$$v(Slow) = 0{,}25;\ v(Medium) = 0{,}5;\ v(Fast) = 0.75;$$

Theo định lí 3.1 ta có:

Với

$$k = 1,\ \varepsilon_1 = \min\{\alpha fm(x)/2, \beta fm(x)/2 \mid x \in \boldsymbol{X}_1\} =$$
$$= \min\{\alpha \times fm(Slow)/2, \beta \times fm(Slow)/2, \alpha \times fm(Fast)/2, \beta \times fm(Fast)/2\}$$
$$= \min\{0{,}125; 0{,}125; 0{,}125; 0{,}125\} = 0{,}125;$$

Với

$k = 2$, $\varepsilon_1 = \min\{\alpha fm(x)/2, \beta fm(x)/2 \mid x \in \boldsymbol{X}_2\} =$

$= \min\{\alpha fm(Litle\ Slow)/2, \beta fm(Litle\ Slow)/2, \alpha fm(Very\ Slow)/2, \beta fm(Very\ Slow)/2, \alpha fm(Litle\ Fast)/2, \beta fm(Litle\ Fast)/2, \alpha fm(Very\ Fast)/2, \beta fm(Very\ Fast)/2\} = 0{,}0625.$

3.2. Lập luận mờ sử dụng ĐSGT theo tiếp cận điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng

Như đã thảo luận ở mục 2 Phương pháp lập luận mờ phụ thuộc vào việc chọn các tham số cho các ĐSGT của các biến ngôn ngữ, thông thường người ta sử dụng trực giác để chọn các tham số này điều này cũng rất hợp lí. Ví dụ xét ĐSGT của biến ngôn ngữ tốc độ vòng quay của một mô tơ với $c^- = Slow$, $W = Medium$ và $c^+ = Fast$; ta thấy việc chọn $fm(Slow) = 0{,}5$ và $fm(Fast) = 0{,}5$ cũng là hợp lí vì trên thực tế vai trò của *Slow* và *Fast* là như nhau và khó có thể giải thích tại sao chọn $fm(Slow) = 0{,}4$ và $fm(Fast) = 0{,}6$;

Như vậy ta có thể cố định các tham số của ĐSGT bằng trực giác, tuy nhiên để tạo ra tính mềm dẻo cho phương pháp ta có thể điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng của các giá trị ngôn ngữ bằng cách đưa vào các tham số điều chỉnh, các tham số điều chỉnh này phải nhỏ hơn ngưỡng điều chỉnh tồn tại như định lí 3.1 đã đề cập.

Một vấn đề đặt ra là tìm các tham số điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng của các giá trị ngôn ngữ như thế nào, quay trở lại phương pháp lập luận sử dụng ĐSGT đề cập ở mục 2, giả sử các tham số của các ĐSGT ứng với các biến ngôn ngữ trong mô hình *FAM* đã được chọn trước và mô hình *FAM* có *m* giá trị ngôn ngữ, khi đó ta có *m* tham số điều chỉnh, kí hiệu là *PAR* và khi đó *HAR* sẽ phụ thuộc vào bộ tham số này.

Giả sử tồn tại mô hình sai số của phương pháp lập luận cho bởi hàm $h(g, HAR(PAR)) \geq 0$, trong đó *g* là mô hình thực mong muốn và *HAR*(*PAR*) là mô hình được xấp xỉ bằng *HAR*. Khi đó bài toán xác xác định các tham số điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng được phát biểu như sau: Tìm các tham số *PAR* sao cho $h(g, HAR(PAR)) \rightarrow min$. Và một trong những công cụ hữu hiệu để giải quyết bài toán này chính là giải thuật di truyền.

4. ỨNG DỤNG

Xét bài toán điều khiển máy bay hạ cánh đề cập trong mục 2, Ta sẽ sử dụng các bước của *HAR* để xác định mô hình sai số của bài toán.

Bước 1. Xây dựng ĐSGT *AX* cho các biến ngôn ngữ độ cao *h*, tốc độ *v* và lực điều khiển *f* với tập các phần tử sinh *Small*, *Medium*, *Large*, tập các gia tử gồm *Little* và *Very*

Bước 2. Các tham số của ĐSGT này được xác định bằng trực giác như sau:

$$fm(Small) = 0,5; fm(Large) = 0,5; \mu(Litle) = 0,5; \mu(Very) = 0,5;$$

Ở bước này ta thấy:

Biến ngôn ngữ độ cao *h* có các giá trị ngôn ngữ NZ→*VeryVerySmall*, S→*Small*, M→*Medium*, L→*LittleLarge*, đây là các giá trị ngôn ngữ có độ sâu *k* = 3, nên theo định lí 3.1 ngưỡng điều chỉnh là 0,0375 và giá trị định lượng của các giá trị ngôn ngữ được xác định như sau: $\nu(VeryVerySmall) = 0,0625+\varepsilon_1$, $\nu(Small) = 0,25+\varepsilon_2$; $\nu(Medium) = 0,5+\varepsilon_3$; $\nu(LittleLarge) = 0,625+\varepsilon_4$;

Biến ngôn ngữ tốc độ *v* có các giá trị ngôn ngữ DL→*VerySmall*, DS→*LittleSmall*, Z→*Medium*, US→*Large*, UL→*VeryLarge* đây là các giá trị ngôn ngữ có độ sâu *k* = 2, nên theo định lí 3.1 ngưỡng điều chỉnh là 0,0625 và giá trị định lượng của các giá trị ngôn ngữ được xác định như sau: $\nu(VerySmall) = 0,125+\varepsilon_5$, $\nu(LittleSmall) = 0,375+\varepsilon_6$; $\nu(Medium) = 0,5+\varepsilon_7$; $\nu(Large) = 0,675+\varepsilon_8$; $\nu(VeryLarge) = 0,875+\varepsilon_9$;

Biến ngôn ngữ lực điều khiển *f* có các giá trị ngôn ngữ DL→*VerySmall*, DS→*LittleSmall*, Z→*Medium*, US→*Large*, UL→*VeryLarge* đây là các giá trị ngôn ngữ có độ sâu *k* = 2, nên theo định lí 3.1 ngưỡng điều chỉnh là 0,0625 và giá trị định lượng của các giá trị ngôn ngữ được xác định như sau:

$$\nu(VerySmall) = 0,125+\varepsilon_{10}, \nu(LittleSmall) = 0,375+\varepsilon_{11}; \nu(Medium) = 0,5+\varepsilon_{12}; \nu(Large) = 0,675+\varepsilon_{13}; \nu(VeryLarge) = 0,875+\varepsilon_{14};$$

Như vậy có 14 tham số với các mức độ điều chỉnh khác nhau sẽ ảnh hưởng tới phương pháp lập luận mờ sử dụng ĐSGT trong bài toán này. Ta kí hiệu $PAR = \{\varepsilon_i, i=1,..,14\}$ là bộ tham số điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng của *HAR* với các ràng buộc:

$$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4 \le 0,0375;\ \ \varepsilon_5, \varepsilon_6, \varepsilon_7, \varepsilon_8, \varepsilon_9 \le 0,0625; \varepsilon_{10}, \varepsilon_{11}, \varepsilon_{12}, \varepsilon_{13}, \varepsilon_{14} \le 0,0625;$$

Khi đó mô hình SAM sẽ được xác định như sau

Bảng 2.3. Mô hình ngữ nghĩa định lượng 2(SAM)

h_s \ v_s	**$0,125+\varepsilon_5$**	**$0,375+\varepsilon_6$**	**$0,5+\varepsilon_7$**	**$0,75+\varepsilon_8$**	**$0,875+\varepsilon_9$**
$0,625+\varepsilon_1$	$0,5+\varepsilon_{11}$	$0,375+\varepsilon_{12}$	$0,125+\varepsilon_{10}$	$0,125+\varepsilon_{10}$	$0,125+\varepsilon_{10}$
$0,5+\varepsilon_2$	$0,75+\varepsilon_{13}$	$0,5+\varepsilon_{11}$	$0,375+\varepsilon_{12}$	$0,125+\varepsilon_{10}$	$0,125+\varepsilon_{10}$
$0,25+\varepsilon_3$	$0,875+\varepsilon_{14}$	$0,75+\varepsilon_{13}$	$0,5+\varepsilon_{11}$	$0,375+\varepsilon_{12}$	$0,125+\varepsilon_{10}$
$0,0625+\varepsilon_4$	$0,875+\varepsilon_{14}$	$0,875+\varepsilon_{14}$	$0,5+\varepsilon_{11}$	$0,375+\varepsilon_{12}$	$0,375+\varepsilon_{12}$

Bước 3. Xây dựng mạng nơ ron *RBF* gồm 2 đầu vào và 1 đầu ra, các điểm của mô hình

SAM được sử dụng làm tâm và tập mẫu huấn luyện mạng. Mạng được huấn luyện theo thuật toán huấn luyện đề cập trong mục 2 với các tham số được chọn như sau: $r = 1$, tốc độ học 0,8 sai số 0,0001.

Bước 4. Xác định đầu ra của lập luận

Với độ cao ban đầu là 1000 *ft*, vận tốc là -20 *ft/s*, tiến hành định lượng các giá trị độ cao và vận tốc và xác định giá trị đầu ra nhờ mạng RBF như đã thiết kế, việc giải định lượng sẽ cho ta lực điều khiển tại chu kì đầu.

Tiếp tục tính toán tốc độ hạ cánh và độ cao của chu kì tiếp theo nhờ các phương trình 2.4. Lặp lại quá trình tính lực điều khiển cho đến khi độ cao xuống tới 100 *ft* hoặc vận tốc bằng 0 ta thu được các kết quả điều khiển của *n* chu kì hạ cánh, sai số *e* của về tốc độ hạ cánh được xác định nhờ các công thức 2.5, 2.6.

Việc định lượng và giải định lượng tiến hành theo công thức 2.2, 2.3 với:

- $s_0 = 0{,}625+\varepsilon_1$, $s_1 = 0{,}0625+\varepsilon_4$ và $x_0 = 100$, $x_1 = 1000$ cho biến *h*.

- $s_0 = 0{,}125+\varepsilon_5$, $s_1 = 0{,}875+\varepsilon_9$ và $x_0 = -20$, $x_1 = 20$ cho biến *v*.

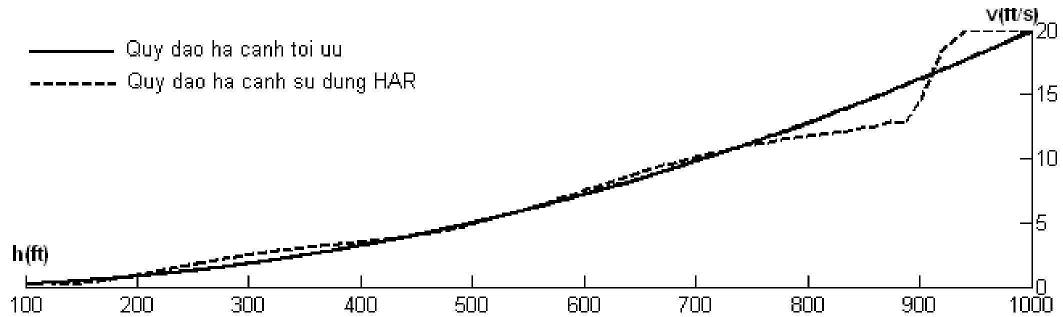
- $s_0 = 0{,}125+\varepsilon_{10}$, $s_1 = 0{,}875+\varepsilon_{14}$ và $x_0 = -20$, $x_1 = 20$ cho biến *f*.

Sau đây ta sử dụng giải thuật di truyền cực tiểu hàm *e* với số thế hệ bằng 200, xác suất lai ghép 0,80; xác suất đột biến 0,05; kích cỡ quần thể 40; kích thước cá thể 10. Qua một số lần chạy thử, ta xác định được kết quả điều khiển mô hình máy bay sử dụng *HAR* là:

PAR_2 = {0,025037; -0,033981; -0,021957; 0,021371; -0,022055; - 0,055902; - 0,047593; - 0,061400; 0,059201; 0,004093; - 0,013380; - 0,046371; - 0,026332; - 0,056024}

Sai số: $e_2 = 8{,}788920$;

Và quỹ đạo hạ cánh của mô hình máy bay được xác định như hình 4.1



Hình 4.1. Quỹ đạo hạ cánh của mô hình máy bay (*điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng*)

Nhận xét: So sánh hình 4.1 và 2.1, ta thấy rằng quỹ đạo hạ cánh của tiếp cận điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng đã bám sát quỹ đạo hạ cánh tối ưu hơn so với tiếp cận tối ưu tham số của các ĐSGT. Mặt khác với tiếp cận điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng ta đã đưa được mô hình máy bay xuống độ cao 100 *ft* với sai số chỉ là $e_2 = 8{,}788920$, trong khi đó với việc tối ưu các tham số của các đại số gia tử như đã đề cập ở mục 2 các tác giả chỉ đưa được mô hình xuống độ cao xấp xỉ 250 *ft* với sai số $e_1 = 22{,}444913$. Lưu ý rằng cả 2 tiếp cận đều dùng chung một mạng nơ ron để nội suy và giải thuật di truyền để xác định các tham số với các tham số là như nhau.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã xây dựng được cơ sở toán học cho việc điều chỉnh giá trị ngữ nghĩa định lượng của các giá trị ngôn ngữ trong ĐSGT, trên cơ sở đó bài báo đã đưa ra phương pháp lập luận mờ sử dụng ĐSGT theo tiếp cận điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng của giá trị ngôn ngữ bằng giải thuật di truyền.

Việc điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng của giá trị ngôn ngữ cho phép ta chọn các tham số của các ĐSGT bằng trực giác, điều này làm cho phương pháp lập luận gần với cách tư duy của con người. Mặt khác với cách tiếp cận này ta chỉ cần xây dựng một ĐSGT cho tất cả các biến ngôn ngữ trong bài toán, làm cho phương pháp lập luận trở nên đơn giản dễ sử dụng.

Các kết quả ứng dụng trên bài toán điều khiển mô hình máy bay hạ cánh của Ross [5] cho thấy cho thấy tiếp cận điều chỉnh ngữ nghĩa định lượng của giá trị ngôn ngữ mà bài báo đưa ra là đúng đắn, hiệu quả, hứa hẹn ứng dụng tiếp cận này cho các bài toán tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Thanh Hà - Phương pháp lập luận mờ sử dụng đại số gia tử với ánh xạ định lượng khoảng, Tạp chí Tin học và Điều khiển học **25** (1) (2009) 17-32.
2. Nguyễn Cát Hồ, Trần Đình Khang, Lê Xuân Việt - Fuzziness Measure, Quantified Semantic Mapping And Interpolative Method of Approximate Reasoning in Medical Expert Systems, Tạp chí Tin học và Điều khiển **18** (3) (2002) 237-252.
3. N. C. Hồ, N. V. Long - Cơ sở toán học của độ đo tính mờ của thông tin ngôn ngữ, Tạp chí Tin học và Điều khiển học **20** (1) (2004) 64-72.
4. Ho N. C., Wechler W. - Hedge algebra: An algebraic approach to structures of sets of linguistic truth values,40 Fuzzy Sets and Systems **35** (1990) 281–293.
5. T. J. Ross - Fuzzy logic with Engineering Applications, International Edition, McGraw-Hill, 2004.
6. N.C. Hồ, N.V. Long - Đại số gia tử đầy đủ tuyến tính, Tạp chí Tin học và Điều khiển học, **19** (3) (2003) 274-280.

SUMMARY

ADJUSTMENT OF QUANTIFIED SEMANTICS OF LANGUAGE VALUES IN HEDGE ALGEBRAS AND APPLICATIONS

In apply of the *Hedge algebras for* solving some practice problems, we use only the language value of *k* finite depth. With limit of language value depth, we can fully control the quantified semantics of this language value and still preserve their order. From this, we has built up a new mathematical theory for the adjustment of quantitative semantic values and proposed a new hedge algebras reasoning b40y approaching control quantified semantics of the language values by using genetic algorithms and interpolation RBF neural network. The results are applied on the dynamical model of aircraft landing control problem of Ross [5] show that our method is true, effective and can apply for several similar problems.