

MỘT SỐ CÁCH TIẾP CẬN MỚI TRONG PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN MỜ SỬ DỤNG ĐẠI SỐ GIA TỬ

NGUYỄN CÁT HỒ, PHẠM THANH HÀ, VŨ NHƯ' LÂN

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quá trình điều khiển sử dụng mô hình mờ có dạng chung sau đây:

If $X_1 = A_{11}$ and ... and $X_m = A_{1m}$ then $Y = B_1$; If $X_1 = A_{21}$ and ... and $X_m = A_{2m}$ then $Y = B_2$

.....

If $X_1 = A_{n1}$ and ... and $X_m = A_{nm}$ then $Y = B_n$ (1)

trong đó A_{ij} và B_i , $i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m$, là những từ ngôn ngữ mô tả các đại lượng của biến ngôn ngữ X_j và Y , mô hình này được gọi là bộ nhớ mờ liên hợp (Fuzzy Associate Memory-FAM).

Ngữ nghĩa của các giá trị ngôn ngữ của các biến ngôn ngữ trong mô hình mờ (1) được biểu thị bằng các tập mờ. Khi đó mỗi mô hình mờ sẽ được **mô phỏng** bằng một quan hệ mờ hai ngôi R . Ứng với vectơ đầu vào A_0 , giá trị của biến đầu ra được tính theo công thức $B_0 = A_0 * R$, trong đó $*$ là một phép kết nhập.

Hiệu quả của cách tiếp cận này phụ thuộc mạnh vào các yếu tố như lựa chọn tập mờ, xây dựng quan hệ mờ mô phỏng tốt nhất mô hình mờ (tri thức) và bài toán lựa chọn phép kết nhập [11].

Đại số gia tử (ĐSGT) cung cấp cơ sở toán học biểu diễn ngữ nghĩa các từ của biến ngôn ngữ và hình thức hóa tính mờ ngôn ngữ và xây dựng độ đo tính mờ một cách hợp lý [3 - 5]. Trên cơ sở đó mỗi luật điều khiển mờ "If $X_1 = A_{11}$ and ... and $X_m = A_{1m}$ then $Y = B_1$ ", $i=1..n$ được xác định như một điểm trong R^{m+1} , thông qua việc xây dựng các phép tích hợp như $\text{and} = \text{PRODUCT}$ hoặc $\text{and} = \text{MIN}$ các điểm (luật) trên được đưa về R^2 , nhờ vậy đường cong ngữ nghĩa định lượng được xác định. Kết quả điều khiển được xác định dựa việc nội suy tuyến tính trên đường cong này [8, 9]. Để tiếp tục giải quyết vấn đề này chúng tôi đưa ra cách tiếp cận mới như sau:

+ Xây dựng phép AND là phép tích hợp có trọng số, sử dụng giải thuật di truyền tìm các trọng số này.

+ Nội suy kết quả điều khiển trực tiếp trên tập điểm trong không gian R^{m+1} bằng mạng nơ ron RBF

II. ĐẠI SỐ GIA TỬ VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN SỬ DỤNG GIA TỬ

1. Đại số gia tử của biến ngôn ngữ

Giả sử X là một biến ngôn ngữ và miền giá trị của X là $\text{Dom}(X)$. Một đại số gia tử AX tương ứng của X là một bộ 4 thành phần $AX = (\text{Dom}(X), C, H, \leq)$ trong đó C là tập các phần tử sinh, H là tập các gia tử và quan hệ " $\leq$ " là quan hệ cảm sinh ngữ nghĩa trên X .

Trong đại số gia tử $AX = (\text{Dom}(X), C, H, \leq)$ nếu $\text{Dom}(X)$ và C là tập sắp thứ tự tuyến tính

thì AX được gọi là đại số gia từ tuyến tính.

2. Các hàm đo trong đại số gia từ tuyến tính (xem [3 - 5])

$AX = (X, C, H, \leq)$ là đại số gia từ tuyến tính. $C = \{c^-, c^+\} \cup \{0, 1, W\}$. $H = H \cup H^+$, $H = \{h_1, h_2, \dots, h_q\}$ thỏa $h_1 < h_2 < \dots < h_q$ và $H^+ = \{h_1, h_2, \dots, h_p\}$ thỏa $h_1 < h_2 < \dots < h_p$.

Gọi $H(x)$ là tập các phần tử của X sinh ra từ x bởi các gia từ. Kích thước của tập $H(x)$ có thể biểu diễn tính mờ của x . Từ đó, ta có thể định nghĩa độ đo tính mờ như sau: Độ đo tính mờ của x , ta kí hiệu là $fm(x)$, là đường kính của tập $f(H(x)) = \{f(u) : u \in H(x)\}$.

Định nghĩa 1.1. Cho đại số gia từ $AX = (X, C, H, \leq)$. Hàm $fm: X \rightarrow [0, 1]$ được gọi là hàm độ đo tính mờ của các phần tử trong X nếu:

$$\begin{aligned} (fm1) \quad & fm(c^-) + fm(c^+) = 1 \quad \text{và} \quad \sum_{h \in H} fm(hu) = fm(u), \quad \text{với } \forall u \in X; \\ (fm2) \quad & fm(x) = 0, \quad \text{với mọi } x \text{ sao cho } H(x) = \{x\}. \quad \text{Đặc biệt, } fm(0) = fm(W) = fm(1) = 0; \\ (fm3) \quad & \forall x, y \in X, \forall h \in H, \frac{fm(hx)}{fm(x)} = \frac{fm(hy)}{fm(y)}, \end{aligned} \quad (2)$$

ti lệ này không phụ thuộc vào x, y và được gọi là độ đo tính mờ của gia từ h , kí hiệu là $\mu(h)$.

Mệnh đề 1.1. Cho fm là hàm độ đo tính mờ trên X . Ta có:

$$\begin{aligned} i) \quad & fm(hx) = \mu(h)fm(x), \quad \forall x \in X; \quad ii) \quad fm(c^-) + fm(c^+) = 1; \\ iii) \quad & \sum_{-q \leq i \leq p, i \neq 0} fm(h_i c) = fm(c), \quad \text{với } c \in \{c^-, c^+\}; \quad iv) \quad \sum_{-q \leq i \leq p, i \neq 0} fm(h_i x) = fm(x); \\ v) \quad & \sum_{-q \leq i \leq -1} \mu(h_i) = \alpha \quad \text{và} \quad \sum_{1 \leq i \leq p} \mu(h_i) = \beta, \quad \text{trong đó } \alpha, \beta > 0 \text{ và } \alpha + \beta = 1. \end{aligned} \quad (3)$$

Định nghĩa 1.2. Hàm dấu $sign: X \rightarrow \{-1, 0, 1\}$ được định nghĩa đệ quy như sau:

$$\begin{aligned} i) \quad & sign(c^-) = -1, \quad sign(c^+) = +1; \\ ii) \quad & sign(h'hx) = -sign(hx) \quad \text{nếu } h' \text{ âm đối với } h \text{ và } h'hx \neq hx; \\ iii) \quad & sign(h'hx) = sign(hx) \quad \text{nếu } h' \text{ dương đối với } h \text{ và } h'hx \neq hx; \\ iv) \quad & sign(h'hx) = 0 \quad \text{nếu } h'hx = hx. \end{aligned} \quad (4)$$

Mệnh đề 1.2. Với mọi gia từ h và phần tử $x \in X$ nếu $sign(hx) = +1$ thì $hx > x$ và nếu $sign(hx) = -1$ thì $hx < x$.

Định nghĩa 1.3. Cho fm là hàm độ đo tính mờ trên X . Một hàm định lượng ngữ nghĩa v trên X (kết hợp với fm) được định nghĩa như sau:

$$\begin{aligned} i) \quad & v(W) = \theta = fm(c^-), \quad v(c^-) = \theta - \alpha fm(c^-), \quad v(c^+) = \theta + \alpha fm(c^+), \quad \text{với } 0 < \theta < 1; \\ ii) \quad & v(h_j x) = v(x) + sign(h_j x) \left\{ \sum_{i=Sign(j)}^j fm(h_i x) - \omega(h_j x) fm(h_j x) \right\}, \quad j \in [-q \wedge p], \end{aligned}$$

trong đó

$$\omega(h_j x) = \frac{1}{2} [1 + sign(h_j x) sign(h_p h_j x) (\beta - \alpha)] \in \{\alpha, \beta\}, \quad [-q \wedge p] = \{j: -q \leq j \leq p \text{ \& } j \neq 0\}. \quad (5)$$

Mệnh đề 1.3. $\forall x \in X$ ta có $0 \leq v(x) \leq 1$.

3. Phương pháp điều khiển sử dụng đại số gia từ

Phương pháp điều khiển sử dụng đại số gia từ sử dụng cấu trúc đại số gia từ biểu diễn ngữ nghĩa các từ của biến ngôn ngữ trong mô mờ, ánh xạ ngữ nghĩa định lượng được dùng để chuyển

đổi mô hình FAM (Fuzzy Associate Memory) sang SAM (Simanticization Associate Memory), kết quả điều khiển được nội suy dựa trên bảng SAM [8, 9]. Cụ thể phương pháp này gồm các bước sau:

Bước 1. Xác định bộ tham số tính toán: Tập sinh, tập các gia tử của từng biến ngôn ngữ.

Bước 2. Tính toán các giá trị ngữ nghĩa định lượng cho các biến ngôn ngữ dựa trên định nghĩa về độ đo tính mờ và hàm định lượng ngữ nghĩa.

Bước 3. Xây dựng các gia tử ứng với các tập mờ, chuyển đổi bảng FAM thành bảng SAM.

Bước 4. Xây dựng khoảng xác định các gia tử.

Bước 5. Xây dựng đường cong ngữ nghĩa định lượng trên cơ sở bảng SAM.

Bước 6: Xác định kết quả điều khiển dựa trên đường cong ngữ nghĩa định lượng.

Với việc sử dụng các phép tích hợp $AND = PRODUCT$, $AND = MIN$ một số bài toán điều khiển mờ đã được giải quyết [8, 9].

III. GIẢI PHÁP DÙNG GIẢI THUẬT DI TRUYỀN XÁC ĐỊNH TRỌNG SỐ TỐI ƯU CHO PHÉP TÍCH HỢP

1. Giải thuật di truyền

Thuật toán 1: Giải thuật GA giải bài toán xác định các tham số tối ưu (các điểm mốc tối ưu theo nghĩa học dựa trên các giá trị mong muốn)

$k = 0$; khởi_tạo(P_k); tính_hàm_mục_tiêu(P_k); $X_{best} = \text{tốt_nhất}(P_k)$ Do $\{P_{parent} = \text{chọn_lọc}(P_k)$;
 $P_{child} = \text{đột_biến}(\text{lai_ghép}(P_{parent}))$; $k = k + 1$; $P_k = P_{child}$; tính_hàm_mục_tiêu(P_k);
 $X = \text{tốt_nhất}(P_k)$;

if ($\text{obj}(X) > \text{obj}(X_{best})$) $X_{best} = X$; } **while** ($k < G$); **return** (X_{best});

GA phụ thuộc vào 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. Cá thể có giá trị hàm mục tiêu tốt nhất của mọi thế hệ là lời giải cuối cùng của giải thuật

2. Giải pháp tối ưu trọng số cho các phép tích hợp bằng giải thuật di truyền

Đối với phương pháp điều khiển sử dụng đại số gia tử, việc xử lý phép tích hợp AND có ý nghĩa vô cùng quan trọng trong việc xây dựng đường cong định lượng ngữ nghĩa (bước 5). Một trong những phương án là xây dựng phép AND như một tích hợp có trọng số, cụ thể một điểm $(x_1, x_2, \dots, x_n) \in R^n$ sẽ được tích hợp thành $w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n \in R$. Nhờ phép tích hợp này ta có thể xác định đường cong ngữ nghĩa định lượng trong không gian R^2 từ bảng SAM. Sau đó, quá trình xác định các đại lượng điều khiển (bước 6) được nội suy dựa trên đường cong này.

Vấn đề đặt ra là xác định các trọng số $w_1, \dots, w_n$ sao cho sai số học (nhận dạng mô hình ngữ nghĩa định lượng) là cực tiểu. Nếu sử dụng phép tích hợp như trên, sai số của điều khiển sẽ là một hàm phi tuyến của N biến $w_1, \dots, w_n$. Sử dụng khả năng cực tiểu hàm nhiều biến của GA, xác định được bộ trọng số *tối ưu theo nghĩa cực tiểu sai số học* và cho phép tích hợp theo trọng số trong phương pháp điều khiển sử dụng gia tử cho mọi bài toán điều khiển mờ. Phần 4 ứng dụng, chứng minh tính khả thi của cách tiếp cận này

IV. GIẢI PHÁP ĐIỀU KHIỂN SỬ DỤNG ĐẠI SỐ GIA TỬ VÀ MẠNG NƠ RON NỘI SUY RBF

1. Mạng nơ ron RBF

Phương pháp nội suy RBF (Radial Basis Function) do Powell đề xuất [10] là một công cụ hữu hiệu để nội suy và xấp xỉ hàm nhiều biến và đang được ứng dụng rộng rãi [1, 2]. Phương pháp này tìm hàm nội suy φ dưới dạng $\varphi(x) = \sum_{k=1}^M w_k h(\|x - v^k\|, \sigma_k) + w_0$ sao cho đạt tới

$\varphi(x^k) = y^k; \forall k = 1, \dots, N$, trong đó $\{x^k\}_{k=1}^N$ là tập vector trong không gian n-chiều (được gọi là các mốc nội suy) và $y^k = f(x^k)$ là giá trị đo được của hàm f cần nội suy. Hàm thực $h(\|x - v^k\|, \sigma_k)$ được gọi là hàm cơ sở bán kính với tâm v^k ($M \leq N$); w_k và σ_k là các giá trị tham số cần tìm. Trong đó dạng hàm bán kính thông dụng nhất là hàm Gauss: $h(u, \sigma) = e^{-u^2/\sigma^2}$ và tâm là các mốc nội suy (khi đó $M = N$). Hàm nội suy này có ưu điểm là tổng các bình phương sai số của nó không có cực tiểu địa phương.

2. Thiết kế mạng RBF

Với việc xấp xỉ hàm n biến $f: R^n \rightarrow R$, kiến trúc mạng xác định như sau: Tầng vào có n nút ứng với n biến của hàm, tầng ẩn có m nơ ron bằng với số mốc nội suy, tầng ra có 1 nơ ron, các nơ ron giữa các tầng được nối với nhau bởi các trọng số liên kết $w_k, k = 1..m$.

a. Huấn luyện mạng

Việc huấn luyện mạng tập trung vào việc xác định các bán kính σ_k ứng với các tâm mạng và các trọng số kết nối w_k , sau đây là các thuật toán huấn luyện cho mạng RBF.

Thuật toán 2: Xác định bán kính

Input: các mốc nội suy (tâm mạng) $x^k = (x_1^k, \dots, x_n^k), k = 1..m$. Output: các bán kính $\sigma = (\sigma_1, \dots, \sigma_m)$.

1. Khởi tạo $\sigma = 1$;

2. Tính $\sigma_k, k = 1..m$ theo nguyên tắc;

2.1 xác định $\psi_k = \begin{cases} -e^{-\|x^k - x^i\|^2/\sigma^2} & k \neq i; \\ 0 & k = i \end{cases}$;

2.2 xác định $s = \sum_{i=1}^m |\psi_k|$;

2.3 nếu $s > q$ thì $\sigma_k = \sigma_k \cdot \alpha$, quay lại 2 ngược lại nếu $s < q \cdot \alpha$ thì $\sigma_k = \sigma_k \cdot \lambda$, quay lại 2.

Thuật toán 3: Xác định trọng số

Input: các giá trị đo $y^k, k = 1..m$, kí hiệu $y = (y^1, \dots, y^m)$.

Ma trận ψ . Output: các trọng số $w = (w_1, \dots, w_m)$.

1. Khởi tạo $w_0 = y$;

2. Tính $w = \psi w_0 + y$; nếu $\|w - w_0\| > \epsilon$ thì $w_0 = w$, quay lại 2.

b. Nội suy

Với một vector x đầu vào ta xác định giá trị ra y thông qua mạng theo thuật toán sau

Thuật toán 4: Xác định giá trị nội suy

Input: vector $x = (x_1, \dots, x_n)$; các mốc nội suy (tâm mạng) $x^k = (x_1^k, \dots, x_n^k), k = 1..m$; vector trọng số $w = (w_1, \dots, w_m)$; vector bán kính $\sigma = (\sigma_1, \dots, \sigma_m)$. Output: giá trị y nội suy được

$$y = \sum_{i=1}^m w_i * e^{-\|x' - x\|/\sigma_k}$$

3. Giải pháp điều khiển sử dụng đại số gia tử và mạng nơ ron nội suy RBF

Giải pháp này khai thác khả năng nội suy của mạng nơ ron RBF, ở đây tập trung vào việc thay đổi bước 5 và bước 6 của phương pháp điều khiển sử dụng đại số gia tử. Cụ thể ở bước 5, để xây dựng đường cong ngữ nghĩa định lượng, một mạng nơ ron RBF được sử dụng nhằm xác định toàn bộ các điểm tối ưu của bảng SAM trên cơ sở n bước điều khiển. Trong bước 6, kết quả điều khiển được nội suy từ chính mạng nơ ron này. Tính khả thi của giải pháp được thể hiện qua việc triển khai ứng dụng tại mục 4 của bài báo này

V. ỨNG DỤNG

1. Bài toán: Xét bài toán điều khiển máy bay hạ cánh [9]. Phương trình động học:

$$h(i+1) = h(i) + v(i); \quad v(i+1) = v(i) + f(i) \quad (6)$$

trong đó $v(i)$, $h(i)$, $f(i)$ là tốc độ, độ cao và lực điều khiển máy bay tại thời điểm i .

Quỹ đạo tối ưu cho mô hình máy bay hạ cánh có dạng

$$v = -(20/(1000)^2)/h^2. \quad (7)$$

Sai số về tốc độ hạ cánh qua n chu kì điều khiển được xác định như sau

$$e_F = \left(\sum_{i=1}^n (v_{i0}(F) - v_i(F))^2 \right)^{1/2} \quad (8)$$

trong đó e_F sai số, $v_{i0}(F)$ là tốc độ hạ cánh tối ưu và $v_i(F)$ là tốc độ hạ cánh tại chu kì i .

2. Kết quả theo phương pháp điều khiển sử dụng gia tử [9]

Bảng 1. Miền giá trị của các biến ngôn ngữ

Độ cao máy bay	Tốc độ máy bay	Lực điều khiển
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)

Bảng 2. Bảng FAM - Kinh nghiệm của các phi công

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

Bước 1. Xác định bộ tham số tính toán

$C = \{0, Small, \theta, Large, 1\}$; $H^- = \{Little\} = \{h_{-1}\}$; $q = 1$; $H^+ = \{Very\}$; $p = 1$; $\alpha = \beta = 0,5$; $\theta = 0,5$

Bước 2. Tính toán các giá trị ngữ nghĩa định lượng chung cho 3 biến

$fm(Small) = \theta = 0,5$; $fm(Large) = 0,5$; $v(Small) = 0,25$;

$v(VerySmall) = 0,125$; $v(LittleSmall) = 0,375$;

$v(Large) = 0,75$; $v(VeryLarge) = 0,875$;

$v(LittleLarge) = 0,625$;

$v(VeryVerySmall) = 0,0625$.

Bảng 3. Bảng SAM

v_s, h_s	0,125	0,375	0,5	0,75	0,875
0,625	0,5	0,375	0,125	0,125	0,125
0,5	0,75	0,5	0,375	0,125	0,125
0,25	0,875	0,75	0,5	0,375	0,125
0,0625	0,875	0,85	0,5	0,375	0,375

Bước 3. Xây dựng các gia tử ứng với các tập mờ

Đối với độ cao (0-1000): NZ-VeryVerySmall,

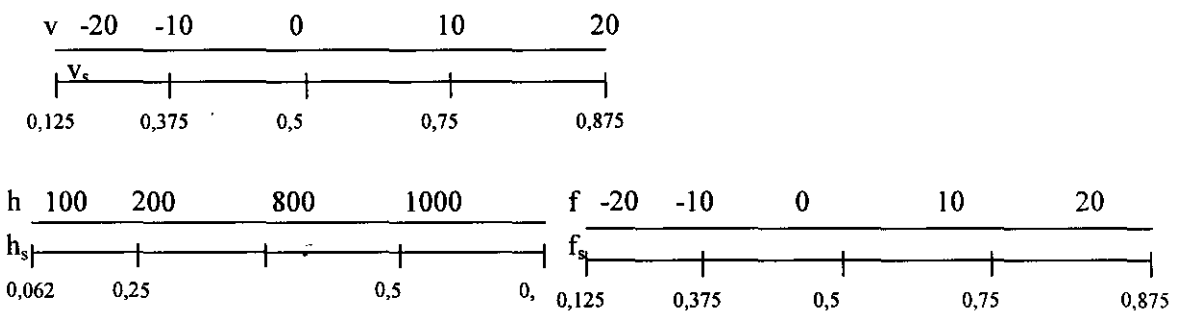
S-Small, M-Medium, L-LittleLarge

Đối với tốc độ (-30-30): DL-VerySmall, DS-LittleSmall, Z-Medium, US- Large, UL-VeryLarge

Đối với lực điều khiển (-30-30): DL-VerySmall, DS-LittleSmall, Z-Medium, US-Large, UL-VeryLarge

Chuyển bảng FAM sang bảng SAM.

Bước 4. Xây dựng khoảng xác định các gia tử



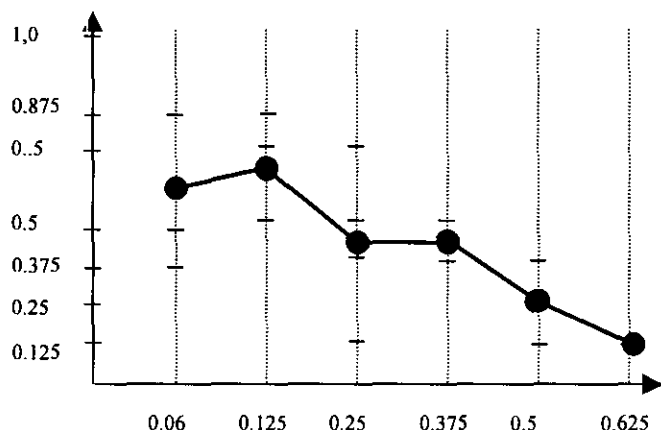
Hình 1. Khoảng xác định gia tử của biến ngôn ngữ

Bước 5. Xây dựng đường cong ngữ nghĩa định lượng

Ứng với mỗi luật, xác định một điểm trên mặt phẳng với phép AND=MIN, các điểm trên đường cong được xác định theo nguyên lý điểm trung bình

Bảng 4. Kết quả điều khiển của phương pháp điều khiển sử dụng đại số gia tử

Độ cao h	Vận tốc tối ưu	Vận tốc v	Lực điều khiển f	Sai số bình phương
1000,0	-20,00	-20,00	0	0,00
980,0	-19,21	-20,00	0	0,63
960,0	-18,43	-20,00	0	2,46
940,0	-17,67	-20,00	0	5,42
Tổng bình phương sai số				8,51
Sai số				2,92



Hình 2. Đường cong ngữ nghĩa định lượng

Bước 6: Tính toán lực điều khiển, sai số vận tốc

Lực điều khiển ứng với các chu kì được tính toán dựa trên đường cong ngữ nghĩa định lượng

4.3 Phương pháp điều khiển sử dụng gia tử với phép tích hợp theo trọng số

Trong phương pháp này thay vì sử dụng phép tích hợp AND=MIN chúng tôi xây dựng phép tích hợp có trọng số. Bảng SAM gồm m điểm như sau: $SAM = \{(h_i, v_i, f_i)\}; i=1..m$; $h=(h_1, \dots, h_m)$; $v=(v_1, \dots, v_m)$; $f=(f_1, \dots, f_m)$. Phép tích hợp được xây dựng theo:

$$HANDv = w_h h + w_v v; \text{ và } SAM = \{(x_i, f_i)\} i = 1..m; x_i = w_1 h_i + w_2 v_i. \quad (9)$$

Gọi $hTOh(h)$ là hàm xác định khoảng cách gia tử đối với biến ngôn ngữ độ cao, $hsTOh(hs)$ là hàm ngược của $hTOh$; $vTOv(v)$ là hàm xác định khoảng cách gia tử đối với biến ngôn ngữ vận tốc, $vsTOv(vs)$ là hàm ngược của $vTOv$; $fTOf(f)$ là hàm xác định khoảng cách gia tử đối với biến ngôn ngữ lực điều khiển, $fsTOv(fs)$ là hàm ngược của $fTOf$ (xem hình 1); Hàm $NoiSuy(x, SAM)$ là hàm nội suy tuyến tính dựa trên các mốc nội suy của SAM. Hàm mục tiêu được xác định thông qua quá trình tính toán các thông số như độ cao, vận tốc, lực điều khiển, vận tốc tối ưu và sai số của chu kì điều khiển k như sau:

+ Độ cao, vận tốc thực tế

$$\text{Nếu } k = 0 \text{ thì } docao(k) = 1000; \text{ Ngược lại } docao(k) = docao(k-1) + vantoc(k-1); \quad (10)$$

$$\text{Nếu } k = 0 \text{ thì } \text{vantoc}(k) = -20; \text{ Ngược lại } \text{vantoc}(k) = \text{vantoc}(k-1) + \text{luc}(k-1); \quad (11)$$

+ Độ cao, vận tốc tương ứng nhờ ánh xạ xác định khoảng gia từ

$$\text{docaos}(k) = \text{hTOhs}(\text{docao}(k)); \text{ vantocs}(k) = \text{vTOvs}(\text{vantoc}(k)); \quad (12)$$

+ Lực tương ứng với độ cao và vận tốc:

$$\text{lucs}(k) = \text{NoiSuy}(w_h \text{docaos}(k) + w_v \text{vantocs}(k), \text{SAM}) \quad (13)$$

+ Lực tương ứng ánh xạ ngược của ánh xạ xác định khoảng gia từ:

$$\text{luc}(k) = \text{fsTOf}(\text{lucs}(k)); \quad (14)$$

+ Vận tốc tối ưu:

$$\text{vtoiuu}(k) = -(20/(1000)^2)/(\text{docao}(k))^2 \quad (15)$$

+ Sai số:

$$s(k) = (\text{vtoiuu}(k) - \text{vantoc}(k))^2 \quad (16)$$

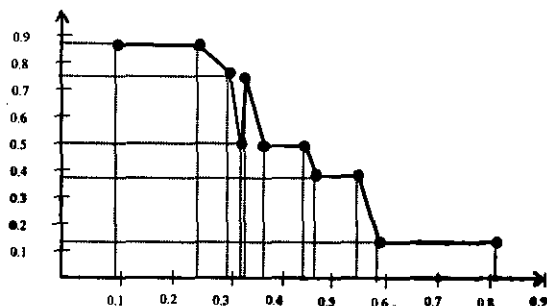
Giá trị hàm mục tiêu:

$$g(w_h, w_v) = \sum_{k=1}^n s(k). \quad (17)$$

Sử dụng giải thuật GA với hàm mục tiêu g và các tham số: Số thế hệ bằng 2000; $w_h, w_v \in [0,1]$; Xác suất lai ghép 0,85; Xác suất đột biến 0,5; Kích cỡ quần thể 40; Kích thước gen 25, thu được bộ trọng số $(w_h, w_v) = (0,482, 0,597)$ trên cơ sở 4 chu kì điều khiển. Bảng SAM được thể hiện dưới đây.

Bảng 5. Toạ độ các điểm trong bảng SAM qua phép tích hợp theo trọng số

h_s	v_s	$w_h * h_s + w_v * v_s$	f_s	h_s	v_s	$w_h * h_s + w_v * v_s$	f_s
0,625	0,125	0,376	0,5	0,25	0,125	0,195	0,875
0,625	0,375	0,525	0,375	0,25	0,375	0,344	0,75
0,625	0,5	0,560	0,125	0,25	0,5	0,419	0,5
0,625	0,75	0,749	0,125	0,25	0,75	0,568	0,375
0,625	0,875	0,824	0,125	0,25	0,875	0,643	0,125
0,5	0,125	0,316	0,75	0,0625	0,125	0,105	0,875
0,5	0,375	0,465	0,5	0,0625	0,375	0,254	0,875
0,5	0,5	0,540	0,375	0,0625	0,5	0,329	0,5
0,5	0,75	0,689	0,125	0,0625	0,75	0,478	0,375
0,5	0,875	0,763	0,125	0,0625	0,875	0,553	0,375



Hình 3. Đường cong ngữ nghĩa định lượng qua phép tích hợp theo trọng số

Bảng 6: Kết quả phương pháp điều khiển sử dụng gia tử với phép tích hợp theo trọng số

Độ cao h	Vận tốc tối ưu	Vận tốc v	Lực điều khiển f	Sai số bình phương
1000,0	-20,00	-20,00	0,00	0,00
980,0	-19,21	-20,00	1,92	0,63
960,0	-18,43	-18,08	0,00	0,12
941,4	-17,74	-18,08	0,00	0,11
Tổng bình phương sai số				0,86
Sai số				0,93

Bảng 7. Kết quả điều khiển của phương pháp sử dụng gia tử kết hợp mạng nơ ron RBF

Độ cao h	Vận tốc tối ưu	Vận tốc v	Lực điều khiển f	Sai số bình phương
1000,0	-20,00	-20,00	0	0,00
980,0	-19,21	-20,00	1,59	0,62
960,0	-18,43	-18,41	2,01	0,00
941,6	-17,73	-16,40	-1,14	1,77
Tổng bình phương sai số				2,39
Sai số				1,55

4.4. Phương pháp điều khiển sử dụng đại số gia tử và mạng nơ ron RBF

Như đã trình bày ở trên phương pháp điều khiển sử dụng đại số gia tử và mạng nơ ron RBF tập trung vào việc thay đổi bước 5 và 6 của phương pháp điều khiển sử dụng gia tử. Xét bảng SAM ở bước 2 mục 2, rõ ràng bảng này cho ta một mặt cong ngữ nghĩa định lượng trong không gian 3 chiều. Với giải pháp sử dụng mạng nơ ron ta quan niệm bảng SAM cho ta m mức nội suy (h, v) và m giá trị đo tương ứng f . Một mạng nơ ron RBF được xây dựng với nhiệm vụ học các mức cơ sở trên và khi có các đầu vào h, v ứng với một chu kì điều khiển nào đó ta sẽ nội suy được f tương ứng nhờ mạng

Trên cơ sở kết quả của các bước 1, 2, 3, 4 của mục 4.2, sử dụng một mạng nơ ron RBF với số chiều $n = 2$ với các tâm mạng có tại bảng SAM, các tham số $q = 0,7$, $\alpha = 0,9$, $\lambda = 1,1$, $\varepsilon = e-06$, thu được kết quả tính toán sau:

Đánh giá kết luận

So sánh kết quả sai số trong các phương pháp (bảng 4, bảng 6, bảng 7), thấy rằng phương pháp điều khiển sử dụng đại số gia tử kết hợp với mạng nơ ron RBF và phương pháp điều khiển sử dụng đại số gia tử với phép tích hợp có trọng số có sai số nhỏ hơn nhiều so với phương pháp điều khiển sử dụng gia tử trước đây, điều này chứng tỏ 2 cách tiếp cận được đề xuất mang tính khả thi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. E. Blazieri - Theoretical interpretations and applications of radial basis function networks, University of Toronto, Technical report # DIT-03-023, May 2003

2. S. Cofey - An applied probabilist's guide to genetic algorithms, Master Thesis, University of Dublin, 1999
3. N.C. Ho - Quantifying Hedge Algebras and Interpolation Methods in Approximate Reasoning, Proc. of the 5th Inter. Conf. on Fuzzy Information Processing, Beijing, March 1-4 (2003), p105-112.
4. N.C. Hồ, N.V. Long - Đại số gia tử đầy đủ tuyến tính, Tạp chí Tin học và Điều khiển học **19** (3) 274-280.
5. 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) 64-72.
6. J. B. Kiszka, M.E. Kochanska, and S. Sliwinska - The influence of some fuzzy implication operators on the accuracy of a fuzzy model-Part I, Fuzzy Sets and Systems **15** (1983) 111-128.
7. J. B. Kiszka, M.E. Kochanska, and S. Sliwinska - The influence of some fuzzy implication operators on the accuracy of a fuzzy model-Part II, Fuzzy Sets and Systems **15** (1983) 223-240.
8. Vũ Như Lân, Vũ Chấn Hưng, Đặng Thành Phú, Lê Xuân Việt, Nguyễn Duy Minh - Điều khiển mô hình máy bay hạ cánh sử dụng đại số gia tử với $AND=PRODUCT$, Tạp chí Khoa học và Công nghệ **44** (4) (2006) 7-16.
9. Vũ Như Lân, Vũ Chấn Hưng, Đặng Thành Phú, Lê Xuân Việt, Nguyễn Duy Minh - Điều khiển mô hình máy bay hạ cánh sử dụng đại số gia tử với $AND=MIN$, Tạp chí Tin học và Điều khiển học **21** (3) (2005) 191-200.
10. M. J. D. Powell - Radial basis function approximations to polynomials, Numerical analysis 1987 Proceeding, 223-241, Dundee, UK, 1988.
11. T. J. Ross - Fuzzy logic with Engineering application, International Edition, Mc Graw-Hill, Inc. 1997.

SUMMARY

SOME NEW APPROACHES IN THE FUZZY CONTROL METHOD USING HEDGE ALGEBRAS

Hedge algebras generate a basic of mathematical foundation in formalizing fuzziness measure of linguistic hedges and terms. Upon such basis, we can introduce quantifying linguistic domains and developing fuzzy interpolative reasoning methods to solve problems of fuzzy nonlinear system control. The initial result shows that this reasoning method is much better than fuzzy set based conventional reasoning ones.

Folowing the above heading theory, this paper aims to propose two new approaches: the first is the combination between hedge algebra and RBF neural network and the second is the combination between hedge algebra and genetic algorithm for solving fuzzy control problems. These new approaches are applied to solve aircraft landing control problem. As a result, method using our approaches proves to be better than that of conventional method.

Địa chỉ:

Nhận bài ngày 9 tháng 6 năm 2006

Nguyễn Cát Hồ, Vũ Như Lân, Viện Công nghệ thông tin.

Phạm Thanh Hà, Trường Đại học Giao thông Vận tải.