ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
VÀ TRUYỀN THÔNG

NGUYỄN HỮU LÂN

NGHIÊN CỨU GIẢI THUẬT TỐI ƯU THAM SỐ ĐẠI SỐ GIA TỬ BẰNG GIẢI THUẬT DI TRUYỀN VÀ ỨNG DỤNG

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH

THÁI NGUYÊN - 2016

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

NGUYỄN HỮU LÂN

NGHIÊN CỨU GIẢI THUẬT TỐI ƯU THAM SỐ ĐẠI SỐ GIA TỬ BẰNG GIẢI THUẬT DI TRUYỀN VÀ ỨNG DỤNG

Chuyên ngành:Khoa học máy tính

Mã số: 60480101

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH

***Người hướng dẫn khoa học*: TS. NGUYỄN DUY MINH**

THÁI NGUYÊN - 2016

MỞ ĐẦU

Lý thuyết tập mờ và logic mờ được L.A. Zadeh đề xuất vào giữa thập niên 60 của thế kỷ trước. Kể từ khi ra đời, lý thuyết tập mờ và ứng dụng của tập mờ đã được phát triển liên tục với mục đích xây dựng các phương pháp lập luận xấp xỉ để mô hình hóa quá trình suy luận của con người. Cho đến nay phương pháp lập luận xấp xỉ mờ đã được quan tâm nghiên cứu trên cả phương diện lý thuyết và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực rất khác nhau, đã đạt được nhiều thành tựu ứng dụng, đặc biệt là các ứng dụng trong các hệ chuyên gia mờ, điều khiển mờ [9], [10].

Tuy nhiên, phương pháp lập luận của con người là vấn đề phức tạp và không có cấu trúc. Vì vậy kể từ khi lý thuyết tập mờ ra đời cho đến nay, vẫn chưa có một cơ sở lý thuyết hình thức chặt chẽ theo nghĩa tiên đề hoá cho logic mờ và lập luận mờ.

Để đáp ứng phần nào đối với nhu cầu xây dựng cơ sở toán học cho việc lập luận ngôn ngữ, N.Cat Ho và Wechler đã đề xuất cách tiếp cận dựa trên cấu trúc tự nhiên của miền giá trị của các biến ngôn ngữ, những giá trị của biến ngôn ngữ trong thực tế 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 các tác giả đã phát triển lý thuyết đại số gia tử (ĐSGT).

Với việc định lượng các từ ngôn ngữ như đã đề cập, một số phương pháp lập luận xấp xỉ dựa trên đại số gia tử ra đời nhằm mục đích giải quyết các bài toán xấp xỉ mô hình mờ, các bài toán được ứng dụng nhiều trong tự nhiên, kỹ thuật [2],[9],[10], phương pháp này được gọi là phương pháp lập luận xấp xỉ dựa trên ĐSGT (HA-IRMd - Hedge Algebras-based Interpolative Reasoning Method).

Tuy nhiên phương pháp lập luận xấp xỉ dựa trên ĐSGT từ trước đến nay có 2 yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến kết quả lập luận, đó là định lượng các giá trị ngôn ngữ của ĐSGT trong mô hình mờ và nội suy trên siêu mặt cho bởi mô hình mờ. Vì vậy, để hiệu quả hơn khi giải quyết bài toán xấp xỉ mô hình mờ bằng phương pháp lập luận xấp xỉ dựa trên ĐSGT chúng ta cần nghiên cứu vấn đề sau:

- Các luật trong mô hình mờ được cho bởi các chuyên gia, khi biểu diễn các giá trị ngôn ngữ sang các tập mờ hoặc sang các nhãn ngôn ngữ trong đại số gia tử có sự sai lệch nhất định.

- Các tham số của hàm định lượng ngữ nghĩa trong ĐSGT được xác định một cách trực giác. Các tham số này có sự ảnh hưởng rất lớn đến các giá trị định lượng ngữ nghĩa của ĐSGT, vì vậy cần có một cơ chế xác định các tham số đó sao cho việc lập luận thu được kết quả mong muốn nhất. Vì lý do đó, tác giả nghiên cứu giải thuật tối ưu xác định các tham số của ĐSGT bằng giải thuật di truyền, chứ không chọn một cách trực giác như trước nữa.

Phương pháp này được cài đặt thử nghiệm trên một số bài toán xấp xỉ mô hình mờ, các kết quả sẽ được đánh giá và so sánh với các phương pháp lập luận xấp xỉ khác đã được công bố.

CHƯƠNG 1
CÁC KIẾN THỨC LIÊN QUAN

1.1. Tập mờ và các phép toán trên tập mờ

1.1.1. Tập mờ (fuzzy set)

Cho tập vũ trụ U (còn gọi là không gian tham chiếu), một tập con thông thường A (tập rõ) của U có thể được đặc trưng bởi hàm μ_A như sau:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases}$$

Định nghĩa 1.1. *Cho U là vũ trụ các đối tượng. Tập mờ A trên U là tập các cặp có thứ tự* $(x, \mu_A(x))$, với $\mu_A(x)$ *là hàm từ U vào* $[0,1]$ *gán cho mỗi phần tử x thuộc U giá trị* $\mu_A(x)$ *phản ánh mức độ của x thuộc vào tập mờ A.*

Định nghĩa 1.2. *Cho A là tập mờ trên vũ trụ U.*

A là tập mờ lồi khi và chỉ khi $\mu_A(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq min\{\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)\}$ $\forall x_1, x_2 \in U$, $\lambda \in [0,1]$.

A là tập mờ chuẩn khi và chỉ khi tồn tại ít nhất một phần tử x $\in$ *U sao cho* $\mu_A(x) = 1$.

Định nghĩa 1.3. *Cho **A** là một họ các tập con của tập vũ trụ U và* $\varnothing \in \mathbf{A}$. *Một ánh xạ* $\mu : \mathbf{A} \to [0,\infty)$ *được gọi là độ đo mờ nếu thoả các điều kiện sau:*

$\mu(\varnothing) = 0$, *Nếu A, B* $\in \mathbf{A}$ *và* $A \subseteq B$ *thì* $\mu(A) \leq \mu(B)$.

1.1.2. Các phép toán đại số trên tập mờ

Định nghĩa 1.4. *Cho A, B là hai tập mờ trên vũ trụ U và* μ_A, μ_B *là hai hàm thuộc của chúng. Khi đó ta có thể định nghĩa:*

Phép hợp: $A \cup B = \{(x, \mu_{A\cup B}(x)) \mid x \in U, \mu_{A\cup B}(x) = max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}\}$

Phép giao: $A \cap B = \{(x, \mu_{A\cap B}(x)) \mid x \in U, \mu_{A\cap B}(x) = min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}\}$

Phép phủ định: $\overline{A} = \{(x, \mu_{\overline{A}}(x)) \mid x \in U, \ \mu_{\overline{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)\}$

Rõ ràng ta có $\overline{A} \cap A \neq \varnothing$ và $\overline{A} \cup A \neq U$.

Định nghĩa 1.5. *Cho A, B là hai tập mờ trên vũ trụ U và* μ_A, μ_B *là hai hàm thuộc của chúng. Khi đó ta có các phép toán sau*:

i) *Tổng đại số*

$A + B = \{(x, \mu_{A+B}(x)) \mid x \in U, \mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x).\mu_B(x)\}$

ii) *Tích đại số*

$A.B = \{(x, \mu_{A.B}(x)) \mid x \in U, \mu_{A.B}(x) = \mu_A(x).\mu_B(x)\}$

iii) *Tổ hợp lồi*

$A_C B = \{(x, \mu_{AcB}(x)) \mid x \in U, \mu_{AcB}(x) = w_1.\mu_A(x) + w_2.\mu_B(x), w_1 + w_2 = 1\}$

iv) *Phép bao hàm*

$A \subseteq B \Leftrightarrow \mu_A(x) \leq \mu_B(x), \forall x \in U.$

Chúng ta có nguyên lý suy rộng cho nhiều biến sau đây.

Định nghĩa 1.6. *Cho* $A_1, A_2, ..., A_n$ *là các tập mờ trên các vũ trụ* $U_1, U_2, ..., U_n$ *tương ứng, quan hệ mờ* $f(A_1, A_2, ..., A_n)$ *được định nghĩa là tập mờ*

$f(A_1, A_2, ..., A_n) = \{((x_1, ..., x_n), \mu_f(x_1, ..., x_n)) \mid (x_1, ..., x_n) \in U_1 \times U_2 \times ... \times U_n, \mu_f(x_1, ..., x_n) = f(\mu_{A1}(x), ..., \mu_{An}(x))\}.$

Ngoài các phép toán trên, sau đây chúng tôi cũng xin nhắc lại một số định nghĩa về họ toán tử *t-norms, t-conorms* và *N-Negative*.

Định nghĩa 1.7. *Hàm* T: $[0,1]\times[0,1] \to [0,1]$ *được gọi là t-norm khi và chỉ khi T thoả mãn các điều kiện: với mọi x, y, z* $\in [0,1]$

$T(x, y) = T(y, x),$

$T(x, y) \leq T(x, z), \forall y \leq z,$

$T(x, T(y, z)) = T(T(x, y), z),$

$T(x, 1) = x, T(0, 0) = 0.$

Định nghĩa 1.8. *Hàm* S: $[0,1]\times[0,1] \to [0,1]$ *được gọi là t-conorm khi và chỉ khi S thoả mãn các điều kiện: với mọi x, y, z* $\in [0,1]$

$S(x, y) = S(y, x),$

$S(x, y) \leq S(x, z), \forall y \leq z,$

$S(x, S(y, z)) = S(S(x, y), z),$

$S(x, 0) = x, S(1, 1) = 1.$

Định nghĩa 1.9. *Hàm*N: [0,1] $\rightarrow$ [0,1] *được gọi là hàm N-Negative khi và chỉ khi N thoả mãn các điều kiện: với mọi* $x, y \in [0,1]$

$N(0) = 1$, $N(1) = 0$,

$N(x) \leq N(y)$, $\forall y \leq x$.

Cho hệ phép toán (T, S, N), chúng ta nói rằng T và S đối ngẫu đối với N nếu thỏa: $S(x, y) = N(T(N(x), N(y)))$, hoặc $T(x, y) = N(S(N(x), N(y)))$, và khi đó hệ ($T$, S, N) được gọi là một hệ De Morgan.

1.1.3. Các phép toán kết nhập

Dựa vào các tính chất của các toán tử người ta chia thành các dạng như: *t-chuẩn* (*t-norm*), *t-đối chuẩn* (*t-conorm*) và *toán tử trung bình* (*averaging operator*).

Một toán tử kết nhập n chiều Agg: $[0,1]^n \rightarrow [0,1]$ thông thường thỏa các tính chất sau đây:

i) $Agg(x) = x$,

ii) $Agg(0, \ldots, 0) = 0$; $Agg(1, \ldots, 1) = 1$;

iii) $Agg(x_1, x_2, \ldots, x_n) \leq Agg(y_1, y_2, \ldots, y_n)$ nếu $(x_1, \ldots, x_n) \leq (y_1, \ldots, y_n)$.

Định nghĩa 1.10. *Toán tử trung bình có trọng số n chiều là ánh xạ* $f: R^n \rightarrow R$ *cùng với vectơ kết hợp n chiều* $W = [w_1, w_2, \ldots, w_n]^T$ ($w_i \in [0,1]$, $w_1 + w_2 + \ldots + w_n = 1$, $i = 1, \ldots, n$) *được xác định bởi công thức* $f(a_1, a_2, \ldots, a_n) = \sum_{i=1}^{n} a_i w_i$.

1.1.4. Phép kéo theo mờ

Toán tử kéo theo mờ là sự mở rộng của phép kéo theo trong logic hai trị để biểu diễn mệnh đề điều kiện "If X is A then Y is B".

Định nghĩa 1.11. *Một hàm* $J: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ *bất kỳ thỏa mãn điều kiện biên trên được gọi là toán tử kéo theo mờ.*

Phép kéo theo có ý nghĩa rất quan trọng trong việc xây dựng các phương pháp lập luận xấp xỉ.

1.2. Biến ngôn ngữ

Định nghĩa 1.12. *Biến ngôn ngữ là một bộ gồm năm thành phần* (X, $T(X)$, U, R, M), *trong đó X là tên biến, T(X) là tập các giá trị* *ngôn ngữ của biến X, U là không gian tham chiếu của biến cơ sở u, mỗi giá trị ngôn ngữ xem như là một biến mờ trên U kết hợp với biến cơ sở u, R là một qui tắc cú pháp sinh các giá trị ngôn ngữ cho tập T(X), Mlà qui tắc ngữ nghĩa gán mỗi giá trị ngôn ngữ trongT(X) với một tập mờ trên U.*

1.3. Mô hình mờ

Mô hình đơn điều kiện như sau:

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

if $X = A_2$ then $Y = B_2$

…….

If $X=A_3$ then $Y= B_n$

1.4. Bài toán tối ưu và giải thuật di truyền

1.4.1. Bài toán tối ưu

Phát biểu bài toán có thể có thể mô tả lại bài toán như sau:

$$f(x) = \max (\min)$$

- *Với điều kiện:* $g_i(x)$ $(\geq, =, \leq)$ bi, i=1,…, m

$$x \in X \subseteq R_n$$

- Hàm f(x) được gọi là hàm mục tiêu.
- Hàm $g_i(x)$gọi là các hàm ràng buộc.
- Miền ràng buộc:$D = \{ x \in X \mid gi(x) (\geq, =, \leq) bi, i=1,m \}$

1.4.2. Giải thuật di truyền

1.4.2.1. Các khái niệm cơ bản của giải thuật di truyền

Thủ tục GA () /* *Bài toán tối ưu* */

{k = 0;

// Khởi động quần thể P_0 một cách ngẫu nhiên.

// Tính giá trị hàm mục tiêu cho từng cá thể.

khởi_động (P_k);

tính_hàm_mục_tiêu (P_k);

// *Đặt lời giải của giải thuật bằng cá thể có giá trị hàm mục tiêu tốt nhất.*

X_{best} = tốt_nhất (P_k);

do { // Chuyển đổi giá trị hàm mục tiêu thành giá trị độ phù hợp và

// *tiến hành chọn lọc tạo ra quần thể bố mẹ P_{parent}*

P_{parent} = chọn_lọc (P_k);

// *Tiến hành lai ghép và đột biến tạo ra quần thể cá thể con P_{child}*

P_{child} = đột_biến (lai_ghép (P_{parent}));

// *Thay thế quần thể hiện tại bằng quần thể cá thể con*

k = k + 1;

P_k = P_{child};

tính_hàm_mục_tiêu (P_k);

// *Nếu giá trị hàm mục tiêu obj của cá thể tốt nhất X trong quần*

// thể P_k lớn hơn giá trị hàm mục tiêu của X_{best} thì thay thế lời giải

X = tốt_nhất (P_k);

if (obj (X) > obj (X_{best})) X_{best} = X;

} **while**(k< G); /* *Tiến hành G thế hệ* */

return (X_{best}); /* *Trả về lời giải của giải thuật GA*/

}

1.5. Kết luận chương 1

Trong chương này luận văn đã hệ thống được các kiến thức cơ bản sau:

- Tìm hiểu lý thuyết tập mờ, mô hình mờ và quan hệ tập mờ.

- Phương pháp lập luận mờ là cơ sở để phát triển phương pháp lập luận mờ sử dụng ĐSGT

- Tổng quan về bài toán nội suy, giải thuật di truyền được dùng để tìm kiếm các tham số tối ưu của các ĐSGT trong phương pháp lập luận mờ sử dụng ĐSGT

CHƯƠNG 2:
GIẢI THUẬT TỐI ƯU CÁC THAM SỐ
ĐẠI SỐ GIA TỬ CHO PHƯƠNG PHÁP LẬP LUẬN XẤP XỈ

2.1. Đại số gia tử của biến ngôn ngữ

2.1.1. Biến ngôn ngữ

Định nghĩa 2.1 *Biến ngôn ngữ được đặc trưng bởi một bộ gồm năm thành phần* (*X*,*T*(*X*), *U*, *R*, *M*), *ở đây X là tên biến*, *T*(*X*) *là tập các giá trị ngôn ngữ của biến X, U là không gian tham chiếu của biến cơ sở u, mỗi giá trị ngôn ngữ xem như là một biến mờ trên U kết hợp với biến cơ sở u, R là một qui tắc cú pháp sinh các giá trị ngôn ngữ cho tập T*(*X*)*, Mlà qui tắc ngữ nghĩa gán mỗi giá trị ngôn ngữ trong T*(*X*) *với một tập mờ trên U.*

2.1.2. Đại số gia tử của biến ngôn ngữ

Giả sử *X* là một biến ngôn ngữ và miền giá trị của *X* là *Dom*(*X*).

Định nghĩa 2.2.*Một ĐSGT AX tương ứng của X là một bộ 4 thành phần AX=(Dom(X), C, H, ≤) trong đó C là tập các phần tử sinh, H là tập các gia tử và quan hệ "≤" là quan hệ cảm sinh ngữ nghĩa trên X.*

2.1.3. Các tính chất cơ bản của ĐSGT tuyến tính

Định lý 2.1. *Cho tập* $\boldsymbol{H}^{-}$ *và* $\boldsymbol{H}^{+}$ *là các tập sắp thứ tự tuyến tính của ĐSGT AX =* (***X, G, H***, ≤). *Khi đó ta có các khẳng định sau:*

(1) *Với mỗi u* ∈***X*** *thì* ***H***(*u*) *là tập sắp thứ tự tuyến tính.*

(2) *Nếu* ***X*** *được sinh từ* ***G*** *bởi các gia tử và* ***G*** *là tập sắp thứ tự tuyến tính thì* ***X*** *cũng là tập sắp thứ tự tuyến tính. Hơn nữa nếu u < v, và u, v là độc lập với nhau, tức là u* ∉***H***(*v*) *và v* ∉***H***(*u*), *thì* ***H***(*u*)≤***H***(*v*).

Định lý 2.2. *Cho ĐSGT AX =* (***X, G, H***, ≤). *Khi đó ta có các khẳng định sau:*

(1) *Các toán tử trong* $\boldsymbol{H}^{c}$ *là so sánh được với nhau, c* ∈ {+, –}.

(2) *Nếu x* ∈***X*** *là điểm cố định đối với toán tử h* ∈***H,*** *tức là hx = x, thì nó là điểm cố định đối với các gia tử khác.*