Tạp chí Tin học và Điều khiển học, T. 18, S. 2 (2002), 167–174

NGHIỆM TẬP THỂ MỜ VÀ ỨNG DỤNG

BÙI CÔNG CƯỜNG

Abstract. The paper consists of two parts:

I. The definitions of the linguistic ordered weighted averaging operators LOWA and the new notion: fuzzy collective solutions (FCS) in linguistic information proccesing problems.

II. Some applications of FCS in clustering analysis problem, in fuzzy parameter programming and forcasting and in group decision making problem.

Tóm tắt. Báo cáo gồm 2 phần:

Phần I trình bày định nghĩa toán tử tích hợp ngôn ngữ LOWA (linguistic ordered weighted averaging) và một khái niệm mới: nghiệm tập thể mờ (fuzzy collective solution). Giải thích ý nghĩa.

Phần II trình bày các ứng dụng của khái niệm này trong bài toán phân cụm (clustering analysis), bài toán qui hoạch toán học với các tham số bất định và dự báo, ứng dụng vào các qui trình lựa chọn trong bài toán lấy quyết định tập thể.

I. TOÁN TỬ TÍCH HỢP NGÔN NGỮ LOWA VÀ NGHIỆM TẬP THỂ MỜ FCS

1. XỬ LÝ THÔNG TIN VỚI GIÁ TRỊ NGÔN NGỮ

Để xử lý thông tin trong các hệ tri thức cũng như trong nhiều bài toán thực tiễn chúng ta cần tới các toán tử tích hợp cho giá trị trên tập từ như vẫn thường dùng trong ngôn ngữ đời thường. Để dễ hình dung chúng ta xét bài toán đánh giá các dự án sau.

1.1. Các chỉ tiêu định tính và việc đánh giá cho bằng từ

Thông thường khi xem xét, đánh giá các dự án trước tiên người ta quan tâm tới một số chỉ tiêu định lượng. Ví dụ chỉ tiêu: tổng vốn đầu tư, thời gian hoàn vốn. Hay như các chỉ tiêu thường được nhắc trong các bài giảng về quản lý dự án như: tỉ suất nội hoàn IRR (Internal Rate of Return).

Bên cạnh các chỉ tiêu định lượng, chẳng hạn với các dự án công nghệ thông tin, người ta vẫn thường xuyên nhắc tới một số chỉ tiêu định tính như: độ may rủi (Potential Risk), tính khả thi (Feasibility), độ tương thích (Suitability), v.v.

Đã có những Hội đồng mong muốn các cố vấn cho đánh giá bằng số về các chỉ tiêu định tính này. Chẳng hạn họ muốn các chuyên gia phát biểu dưới dạng: "độ khả thi của dự án A_4 là 35%" hay "độ may rủi của dự án A_2 là 25%". Đó là một mong muốn chẳng thể nào thực hiện được một cách nghiêm túc.

Một cách tiếp cận khoa học, khách quan, tương đối dễ thực hiện là để các cố vấn – chuyên gia phát biểu bằng từ như vẫn dùng trong ngôn ngữ thông thường.

Ví dụ với chỉ tiêu "Độ may rủi" có thể chọn tập nhãn S sau đây để các chuyên gia lựa chọn phát biểu:

$$S = \{\text{hầu như không, rất thấp, thấp, trung bình, cao, khá cao, rất cao}\}.$$

Cùng với các tính toán truyền thống qua các công thức, các mô hình chặt chẽ, rõ ràng, cần bổ sung các thu nhập và tính toán với thông tin nhiều nguồn, đặc biệt từ thu thập ý kiến đánh giá, kinh nghiệm của các cố vấn - chuyên gia. Chấp nhận và tổ chức tốt để thu nhận được những đánh giá cho bằng từ vẫn dùng trong ngôn ngữ thông thường.

Ví dụ để ước lượng "độ may rủi" của các dự án công nghệ thông tin ta xét tới bộ 3 các chỉ tiêu:
- độ phức tạp của dự án,
- thời gian phát triển dự án,
- các phản ứng cạnh tranh trên thương trường.

1.2. Thu thập thông tin đánh giá của các chuyên gia về dự án

Sau đây chúng tôi trình bày một mô hình phục vụ hỗ trợ cho nhiệm vụ đã chọn.

Mô hình chính:

Cho $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ là n dự án cần đánh giá và phân lớp.
Cho $E = \{e_1, e_2, ..., e_m\}$ là m chuyên gia – cố vấn tham gia Hội đồng đánh giá.
Tạm thời chúng ta cố định một chỉ tiêu. Giả sử tập nhãn bằng từ cho dưới dạng sau:

Ví dụ tập nhãn S sau đây gồm 9 từ có thể sử dụng cho các chuyên gia đánh giá về các kết luận dạng

$$Q = \text{“Dự án } A_3 \text{ này rất khả thi”}$$

hay các kết luận có dạng

$$Q = \text{“Dự án } A_1 \text{ tốt hơn, hiệu quả hơn dự án } A_3\text{”}.$$

S = "$s_1, s_2, \dots, s_9$" (chúng ta có thể chọn từ tiếng Việt tương ứng là) = "không thể xảy ra, không có khả năng, rất ít khả năng, ít khả năng, có thể, có nhiều khả năng, rất có khả năng, hoàn toàn có khả năng, hiển nhiên".

Có thể biểu diễn những từ này dưới dạng các số mờ có hàm thuộc dạng hình thang $M(a, b, c, d)$ (xem [5, 9]).

C	Certain	Hiển nhiên	$(1, 1, 1, 1)$
EL	Extremely_likely	Hoàn toàn có khả năng	(0,92, 0,98, 0,99, 1)
ML	Most_likely	Rất có khả năng	(0,72, 0,78, 0,92, 0,97)
MC	Meaningful_chance	Có khả năng	(0,58, 0,63, 0,80, 0,86)
IM	It_may	Có thể	(0,32, 0,41, 0,58, 0,65)
SC	Small_chance	Có ít khả năng	(0,17, 0,22, 0,36, 0,42)
VCL	Very_slow_chance	Rất ít khả năng	(0,04, 0,10, 0,18, 0,23)
EU	Extremely_unlikely	Không có khả năng	(0,00, 0,01, 0,02, 0,07)
I	Impossible	Không thể xảy ra	$(0, 0, 0, 0)$

Ý kiến phát biểu của các chuyên gia bây giờ có thể trực tiếp cho bằng từ. Hơn nữa chúng ta có thể tổ chức thu thập các ý kiến dưới dạng so sánh từng cặp.

Ví dụ mỗi chuyên gia e_k cho đánh giá dạng so sánh dự án A_i với dự án A_j bằng một phép đánh giá $P_k : A \times A \to S$.

Mọi thông tin thu nhận được để đánh giá là $\{P_k : k = 1, \dots, m\}$. Để gọn kí hiệu $P_k(i, j) = P_k(A_i, A_j)$. Chúng ta sẽ giả thiết rằng $P_k(i, i) = s_{(T+1)/2}$, với mỗi i và nếu $P_k(i, j) \geq s_{(T+1)/2}$ thì $P_k(j, i) \leq s_{(T+1)/2}$, ở đây $T = 9$ (T là số lẻcó thể thay đổi tùy trường hợp cụ thể).

2. TOÁN TỬ TÍCH HỢP NGÔN NGỮ LOWA

Sử dụng khái niệm tổ hợp lồi của J. Delgado [7], F. Herrera và cộng sự trong [8, 9] đã trình bày định nghĩa một lớp toán tử LOWA trực tiếp suy rộng toán tử OWA của R. Yager [14] và áp dụng trong các bài toán quyết định tập thể. Tuy nhiên trong khi sử dụng định nghĩa trong [8, 9] vào trong bài toán đánh giá và ước lượng các dự án công thức đã tỏ ra không hoàn toàn phù hợp.

Với gợi ý đó, từ năm 1998 (xem [1, 2]) tác giả đã sử dụng công thức tính dưới đây.

Cho $S = \{s_1, s_2, \dots, s_T\}$ là tập nhãn (tập từ như đã giải thích), sắp toàn phần $s_1 < s_2 < \dots < s_T$.

Cho $a = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ là tập các từ cần tích hợp, mỗi a_i nhận giá trị trong S.

b là tập a đã sắp xếp $b = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$, trong đó b_j là phần tử lớn thứ j của a. Như vậy $b = \{s_{i_m}, s_{i_{m-1}}, \dots, s_{i_1}\}$ với $i_m \geq i_{m-1} \geq \dots \geq i_1$.

Cho $w = [w_1, w_2, \dots, w_m]$ là vectơ trọng số, $w_i \in [0, 1]$ và $\sum_i w_i = 1$.

Định nghĩa 1. Tổ hợp trọng số của a và $w - C\{a, w\}$ là tổ hợp thực (actual combination), nếu $C\{a, w\} = C\{a', w'\}$, ở đây a', w' là cái thu hẹp của a và w trên tập những chỉ số i nào mà $w_i > 0$.

Hệ quả 1. *Nếu có một chỉ số i_0 sao cho $w_{i_0} = 1$, đồng thời $w_i = 0$ với mọi $i \neq i_0$, thì mỗi tổ hợp thực $C\{a, w\} = a_{i_0}$.*

Nhận xét 1. Nếu chỉ quan tâm tới tổ hợp trọng số thực thì chúng ta có thể định nghĩa LOWA chỉ với các vectơ trọng số w có mọi $w_i > 0$.

Định nghĩa 2. Cho tập $a = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, $w = [w_1, w_2, \dots, w_m]$ là vectơ trọng số, $w_i > 0$với mỗi i. Toán tử LOWA là một tổ hợp thực của vectơ a với trọng số w, Low: $(a, w) \to S$ cho bởi công thức truy toán sau:

$$\mathrm{Low}(a, w) = C\{(w_{i_m}, a_{i_m}), (1 - w_{im}, \mathrm{Low}(a', w')\},$$

ở đây $a' = \{a_{i_{m-1}}, \dots, a_{i_1}\}$, $w' = [w'_{i_1}, w'_{i_2}, \dots, w'_{i_{m-1}}]$, $w'_j = w_j/(1 - w_{i_m})$, C là phép tổ hợp của 2 nhãn (s_j, s_i), $j \geq i$, với trọng số $w_j > 0$, $w_i > 0$, $w_j + w_i = 1$,

$$C\{(w_i, s_j), (w_i, s_i)\} = s_k$$

với $k = i + \mathrm{round}(w_j.(j - i))$ (round là phép làm tròn số).

Nhận xét 2. Dạng của toán tử LOWA cho trong [8, 9] trực tiếp suy rộng sát với định nghĩa OWA [14] nhưng lại không trực tiếp suy rộng khái niệm kỳ vọng toán học, khi vectơ trọng số là phân phối xác suất. Nhưng $\mathrm{Low}(a, w)$ cho trên là một lớp riêng của toán tử LOWA biến dạng đảm bảo sẽ trùng với khái niệm kỳ vọng toán học khi w là vectơ xác suất.

Ví dụ 1. Cho $a = (s_1, s_2, s_3)$, cho $w = (0{,}2, 0{,}3, 0{,}5)$. Khi đó $b = (s_3, s_2, s_1)$, $w_3 = 0{,}5$, $w_2 = 0{,}3$, $w_1 = 0{,}2$.
$\mathrm{Low}(a, w) = C\{(0{,}5, s_3), (0{,}5, \mathrm{Low}((s_2, s_1), (0{,}2/0{,}5, 0{,}3/0{,}5))$.
Song Low $((s_2, s_1), (0{,}2/0{,}5, 0{,}3/0{,}5)) = C\{(3/5, s_3), (2/5), s_2)\} = s_{k_1}$, $k_1 = 1 + \mathrm{round}((3/5).(2\text{-}1)) = 1 + 1 = 2$. Do vậy
$\mathrm{Low}(a, w) = C\{(0{,}5, s_3), (0{,}5, s_2)\} = s_k$, $k = 2 + \mathrm{round}(0{,}5.(3\text{-}2)) = 3$. Cuối cùng $\mathrm{Low}(a, w) = s_3$.

Ví dụ 2. Cho $S = (s_1, s_2, \dots, s_9)$, $w = (0, 0, 0{,}2, 0, 0{,}3, 0{,}2, 0, 0{,}1, 0, 2)$.
Khi đó $\mathrm{Low}(S, w) = \mathrm{Low}(a, w')$, ở đây $a = (s_3, s_5, s_6, s_8, s_9)$, $w' = (0{,}2, 0{,}3, 0{,}2, 0{,}1, 0{,}2)$.
$b = (s_9, s_8, s_6, s_5, s_3)$.
Như vậy $\mathrm{Low}(a, w') = C\{(0{,}2, s_9), (0{,}8, \mathrm{Low}((s_8, s_6, s_5, s_3), (2/8, 3/8, 2/8, 1/8)) = s_{k_1}$, và
$\mathrm{Low}((s_8, s_6, s_5, s_3), (2/8, 3/8, 2/8, 1/8)) = C\{(1/8, s_8), (7/8, \mathrm{Low}(s_6, s_5, s_3), (2/7, 3/7, 2/7))\} = s_{k_2}$.
Tương tự, dùng công thức truy toán chúng ta có
$\mathrm{Low}(s_6, s_5, s_3), (2/7, 3/7, 2/7) = C\{(2/7, s_6), \mathrm{Low}((s_5, s_3), (2/5, 3/5)\} = C\{(2/7, s_6), (5/7, s_4)\} = s_5$.
Do đó $s_{k_2} = s_5$ và $s_{k_1} = s_6$.
Hay $\mathrm{Low}(S, w) = \mathrm{Low}(a, w') = s_6$.

3. NGHIỆM TẬP THỂ MỜ FCS

3.1. Thu thập và xử lý thông tin của các chuyên gia

- Cho tập phương án A. Cho tập nhãn S để thu thập ý kiến của các chuyên gia.

Mỗi chuyên gia e_k phát biểu dưới dạng $P_k : A \times A \to S$. Như vậy mỗi P_k thực chất là một quan hệ ưu tiên mờ trên A. Giả sử các quan hệ này thỏa mãn giả thiết trong Phần 1.

Dựa vào vectơ trọng số $W = \{w(1), \dots, w(k), \dots, w(m)\}$, $w(k)$ là trọng số của chuyên gia e_k, $0 \le w(k) \le 1$. Chuẩn hóa $w'(k) = w(k)/w_0$, ở đây $w_0 = \sum_k w(k)$.

- Tính trọng số gộp theo từng nhãn s_t đối với mỗi cặp phương án (A_i, A_j), đó chính là độ nhất trí chọn từ s_t trong so sánh cặp của cả Hội đồng.
$$\mathrm{IC}(i,j)[s_t] = \textstyle\sum_k \{w'(k) : P_k(A_i, A_j) = s_t\}.$$
- Tính độ trội tương đối của mỗi cặp phương án (A_i, A_j) (cho bằng từ) bằng toán tử LOWA biến dạng
$$E(i,j) = \mathrm{Low}(S, U(i,j)),$$

ở đây $U(i,j) = [u_T, \dots, u_t, \dots, u_1]$, với mỗi t, $u_t = \mathrm{IC}(i,j)[s_t]$.

Để ý mỗi $E(i,j)$ là một ma trận, như vậy đó là một quan hệ mờ cấp 2, quan hệ mờ này đo độ trội tương đối theo ý kiến đã tích hợp của cả Hội đồng.

3.2. Nghiệm tập thể mờ FCS

Để đánh giá độ trội gộp - "sức mạnh gộp" - của mỗi giải pháp căn cứ theo ý kiến của cả tập thể Hội đồng, năm 1999 trong [3], tác giả đã đưa vào định nghĩa sau:

Định nghĩa 3. Nghiệm tập thể mờ PCS (the fuzzy collective solution) là một tập mờ xác định trên A bởi
$$\mathrm{FCS} = (\mu_{\mathrm{FCS}}(A_1)/A_1, \mu_{\mathrm{FCS}}(A_2)/A_2, \dots, \mu_{\mathrm{FCS}}(A_n)/A_n),$$
với $\mu_{\mathrm{FCS}}(A_i) = \mathrm{Low}(S, V(i))$, $V(i) = [v_T, \dots, v_t, \dots, v_1]$, với mỗi t, $v_t = \#\{j : E(i,j) = s_t, j \neq i\}/m - 1$.

Rõ ràng đây là một tập mờ loại 2 trên A.

II. MỘT SỐ ỨNG DỤNG

1. ỨNG DỤNG VÀO PHÂN CỤM - HAI THUẬT TOÁN PHÂN CỤM (CLUSTERING ANALYSIS ALGORITHMS)

1.1. Trước tiên chúng ta xét bài toán đánh giá các dự án, các phương án sau.

Mô hình: ứng dụng vào phân cụm.

Cho $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ là n dự án cần đánh giá và phân lớp.

Cho $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ là m chuyên gia - cố vấn tham gia Hội đồng đánh giá.

Cho $W = \{w(1), w(2), \dots, w(k), \dots, w(m)\}$, $w(k)$ là trọng số của chuyên gia e_k, $0 \le w(k) \le 1$.

Chọn tập nhãn S bằng từ để các chuyên gia lựa chọn và thực hiện đánh giá các dự án. Ví dụ: $S =$ "$s_1, s_2, \dots, s_9$" (chúng ta có thể từ tiếng Việt tương ứng là)
= "Không thể xảy ra, Không có khả năng, Rất ít khả năng, Ít khả năng, Có thể, Có nhiều khả năng, Rất có khả năng, Hoàn toàn có khả năng, Hiển nhiên".

1.2. Thuật toán phân cụm 1

Thuật toán dựa vào đánh giá trực tiếp của các chuyên gia.
Mỗi chuyên gia e_k cho đánh giá các dự án A_i bằng một phép đánh giá $P_k : A \to S$. Mọi thông tin đánh giá là $\{P_k : k = 1, \dots, m\}$.

Thuật toán 1

Bước 1. Thu thập các vectơ $\{P_k\}$.

Bước 2. Dựa vào vectơ trọng số $W = \{w(1), \dots, w(k), \dots, w(m)\}$, $w(k)$ là trọng số của chuyên gia e_k, $0 \le w(k) \le 1$. Chuẩn hóa $w'(k) = w(k)/w_0$, ở đây $w_0 = \sum_k w(k)$.

Bước 3. Tính trọng số gộp theo từng nhãn s_t đối với mỗi phương án A_i - đó chính là độ nhất trí chọn s_t của cả Hội đồng khi đánh giá A_i

$$\mathrm{IC}(i)[s_t] = \sum_k \{w'(k) : P_k(A_i) = s_t\}.$$

Bước 4. Tính độ trội của mỗi phương án A_i bằng toán tử LOWA

$$E(i) = \mathrm{Low}(S, U(i)),$$

ở đây $U(i) = [u_T, \dots, u_t, \dots, u_1]$, với $u_t = \mathrm{IC}(i)[s_t]$, với mỗi t.

Bước 5. Phân cụm. Dùng $\{E(i) : A_i \in A\}$ để phân cụm tập phương án A thành các lớp $Y_1, Y_2, \dots, Y_T$, $Y_t = \{A_i : E(i) = s_t\}$, với mỗi $s_t \in S$. Rõ ràng $A = \cup_t Y_t$.

Mỗi tập con Y_t có thể là tập rỗng, đối với những tập Y khác rỗng ta có thể sắp xếp theo sự sắp xếp của tập nhãn S như sau:

$$Y_t < Y_{t'} \text{ nếu } t < t' .$$

1.3. Thuật toán phân cụm 2

Thuật toán dùng thông tin dạng đánh giá so sánh từng cặp của các chuyên gia.

Mỗi chuyên gia e_k cho đánh giá dạng so sánh dự án A_i với dự án A_j bằng một phép đánh giá $P_k :\ A \times A \to S$.

Mọi thông tin để phân cụm là thông tin đánh giá là $\{P_k : k = 1, \dots, m\}$. Để gọn ta kí hiệu $P_k(i,j) = P_k(A_i, A_j)$. Chúng ta sẽ giả thiết rằng $P_k(i,j) = s_{(T+1)/2}$, với mỗi i và nếu $P_k(i,j) \geq s_{(T+1)/2}$ thì $P_k(j,i) \leq s_{(T+1)/2}$.

Thuật toán 2

Bước 1. Thu thập các quan hệ mờ $\{P_k\}$.

Bước 2. Dựa vào vectơ trọng số $W = \{w(1), \dots, w(k), \dots, w(m)\}$, $w(k)$ là trọng số của chuyên gia e_k, $0 \leq w(k) \leq 1$. Chuẩn hóa $w'(k) = w(k)/w_0$, ở đây $w_0 = \sum_k w(k)$.

Bước 3. Tính trọng số gộp theo từng nhãn s_t đối với mỗi cặp phương án $(A_i,\ A_j)$ - đó chính là độ nhất trí chọn từ s_t trong so sánh cặp của cả Hội đồng

$$\mathrm{IC}(i,j)[s_t] = \sum_k \{w'(k) : P_k(A_i, A_j) = s_t\}.$$

Bước 4. Tính độ trội tương đối của mỗi cặp phương án $(A_i,\ A_j)$ (cho bằng từ) bằng toán tử LOWA

$$E(i,j) = \mathrm{Low}(S, U(i,j)),$$

ở đây $U(i,j) = [u_T, \dots, u_t, \dots, u_1]$, với mỗi t, $u_t = \mathrm{IC}(i,j)[s_t]$.

Bước 5. Tìm nghiệm tập thể mờ FCS

$$\mathrm{FCS} = (\mu_{\mathrm{FCS}}(A_1)/A_1, \dots, \mu_{\mathrm{FCS}}(A_n)/A_n),$$

với $\mu_{\mathrm{FCS}}(A_i) = \mathrm{Low}(S, V(i))$, $V(i) = [v_T, \dots, v_t, \dots, v_1]$, với mỗi t, $v_t = \#\{j :\ E(i,j) = s_t, j \neq i\}/(m-1)$.

Bước 6. Phân cụm. Dùng $\{\mu_{\mathrm{FCS}}(A_i) : A_i \in A\}$ để phân cụm tập phương án A thành các lớp $Y_1, Y_2, \dots, Y_T$, sao cho:

$Y_t = \{A_i : \mu_{\mathrm{FCS}}(A_i) = s_t\}$, với mỗi $s_t \in S$. Rõ ràng $A = \cup_t Y_t$.

Mỗi tập con Y_t có thể là tập rỗng, đối với những tập Y_t khác rỗng ta có thể sắp xếp theo sự sắp xếp của tập nhãn S như sau:

$$Y_t < Y_{t'} \text{ nếu } t < t'.$$

1.4. Trong [4] chúng tôi đã phác thảo ứng dụng phương pháp luận và các thuật toán phân cụm trên trong xây dựng một phân hệ trợ giúp quyết định đánh giá các dự án. Nguyễn Thị Bích Liên [11] đã thử nghiệm áp dụng FCS để phân lớp các học sinh học giỏi môn toán.

2. ỨNG DỤNG VÀO CÁC QUI TRÌNH LỰA CHỌN TRONG BÀI TOÁN LẤY QUYẾT ĐỊNH TẬP THỂ

2.1. Độ nhất trí và độ trội địa phương

Để thuận lợi cho trình bày qui trình chọn giải pháp được kiến nghị làm quyết định, chúng ta cần thêm hai độ đo sau.

2.1.1. Độ đo sự nhất trí

Định nghĩa 4. Hàm lượng hóa đơn điệu Q_1 ứng với $[a,b] \subset [0,1]$, $a < b$, cho bởi $Q_1(z) = 0$ nếu $z < a$, $Q_1(z) = (z-a)/(b-z)$, nếu $a \leq z \leq b$, và $Q_1(z) = 1$ nếu $z > b$.

Hàm lượng hóa ngôn ngữ Q_2 tương ứng với Q_1, cho bởi

$Q_2(z) = s_1$ nếu $z < a$, $Q_2(z) = s_i$ nếu $a \leq z \leq b$, $Q_2(z) = s_T$ nếu $z > b$,

ở đây $s_i = \max\{s_l : s_l \in M\}$,

$M = \{s_l : \mu_l(z) = \max\{\mu_t((z-a)/(b-a)) : s_t \in S\}$.

Độ đo nhất trí sau đây áp dụng với mô hình đánh giá trong thuật toán vừa trình bày. Giả sử Q_2 là hàm lượng hóa ngôn ngữ phản ánh quan niệm về đám đông (tập thể).

Định nghĩa 5. Cho hàm Q_2.

(i) Với mỗi cặp (A_i, A_j) độ đo nhất trí về cặp (i,j) cho bởi

$$\mathrm{PM}(i,j) = Q_2(\mathrm{IC}(i,j)), \text{ với } \mathrm{IC}(i,j) = \max\{\mathrm{IC}(i,j)[s_t] : s_t \in S\}.$$

(ii) Với mỗi phương án A_i, độ đo sự nhất trí của tập thể cho bởi

$$\mathrm{PM}(i) = Q_2(\textstyle\sum_j\{\mathrm{IC}(i,j) : j \neq i\}/(n-1)).$$

2.1.2. Độ trội địa phương trên tập con của tập các phương án

Cho A' là tập con của tập phương án A, $A' \subset A$.

Độ trội địa phương là độ đo mức trội hơn của phương án A_i hơn phương án A_j trên tập A' tương ứng với tập con S' của tập nhãn S.

Có thể cố định tập con $S' \subset S$ như sau:

$$S' = \{s_{(T+1)/2}, \dots, s_T\}\ .$$

Định nghĩa 6. Sử dụng mảng các mức độ nhất trí $\mathrm{IC}(i,j)[s_t]$ (hay độ quan trọng của nhãn). Độ trội địa phương D (*local dominane degree*) của phương án A_i đối với phương án A_j là:

$$D(i,j,S') = \textstyle\sum_t\{\mathrm{IC}(i,j)[s_t] : s_t \in S'\}.$$

Rõ ràng: $D(i,j,S') \leq 1$.

Định nghĩa 7. Độ trội địa phương DA (*the local Dominance degree of an Alternatice*) của phương án A_i trên tập A' tương ứng xét trong S' là tổng các độ trội D của phương án A_i đối với toàn bộ các phương án còn lại của A'

$\mathrm{DA}(A_i, A', S') = \sum_j\{D(i,j,S') : A_j \in A',\ j \neq i\}/(|A'|-1)$.

Sự sắp xếp theo quan hệ hơn trong tập S' dựa vào độ trội địa phương DA được xác định như sau:

Nếu $DA(A_i, A', S') \leq DA(A_j, A', S')$ với $A_i, A_j \in A'$ thì $A_i \leq A_j$

Như vậy, những phương án trội hơn hẳn của một tập phương án A' sẽ có độ trội DA lớn nhất, và có thể gọi là tập trội DS (*the Dominance Set*) của A'.

DS được định nghĩa như sau:

$\mathrm{DS}(A') = \{x_i : \mathrm{DA}(x_i, A', S') = \max\{\mathrm{DA}(x_k, A', S') : x_k \in A'\}\}$.

2.2. Một qui trình lựa chọn trong bài toán lấy quyết định tập thể

Qui trình dựa vào khái niệm tập thể mờ FCS và toán tử LOWA.

Quá trình được thực hiện theo các bước:

Bước 1. Thu thập các quan hệ mờ $\{P_k\}$. Dựa vào vectơ trọng số $W = \{w(1), ..., w(k), \dots, w(m)\}$, chuẩn hóa $w'(k) = w(k)/w_0$, ở đây $w_0 = \sum_k w(k)$.

Bước 2. Với mỗi cặp (A_i, A_j), tính trọng số gộp theo từng nhãn s_t - đó chính là độ nhất trí chọn s_t trong khi so sánh cặp của cả Hội đồng

$$\mathrm{IC}(i, j)[s_t] = \textstyle\sum_k \{w'(k) : P_k(A_i, A_j) = s_t\}.$$

Bước 3. Dùng toán tử Lowa tính ma trận quan hệ mờ

$$E(i, j) = \mathrm{Low}(S, U),$$

với $U = [u_T, ..., u_1]$ là vectơ trọng số, $u_t = \mathrm{IC}(i, j)[s_t]$, $t = 1, 2, \dots, T$.

Buơớc 4. Tìm nghiệm tập thể mờ FCS

$$\mathrm{FCS} = (\mu_{\mathrm{FCS}}(A_1)/A_1, \dots, \mu_{\mathrm{FCS}}(A_n)/A_n),$$

với $\mu_{\mathrm{FCS}}(A_i) = \mathrm{Low}(S, V(i))$, ở đây vectơ $V(i) = [v_T, ..., v_t, \dots, v_1]$, với mỗi t, $v_t = \#\{j : E(i, j) = s_t,\ j \neq i\}/(m - 1)$.

Bước 5. Phân cụm. Dùng $\{\mu_{\mathrm{FCS}}(A_i) : A_i \in A\}$ để phân cụm tập phương án A thành các lớp $Y_1, Y_2, \dots, Y_T$, sao cho:

$$Y_t = \{A_i : \mu_{\mathrm{FCS}}(A_i) = s_t\}, \text{ với mỗi } s_t \in S.$$

Rõ ràng $A = \cup_t Y_t$.

Mỗi tập con Y_t có thể sắp xếp thêo sự sắp xếp của tập nhãn S:

$$Y_t < Y_{t'} \text{ nếu } t < t'.$$

Khi đó lớp Y_{t^*} là lớp không rỗng lớn nhất theo quan hệ trên.

Bước 6. Cố định tập S' và tính toán độ trội địa phương $\mathrm{DA}(A_i, Y_t, S')$ của mỗi $A_i \in Y_t \neq \emptyset$. Sắp xếp tập phương án Y_t theo độ trội địa phương.

Lời giải bài toán là $\mathrm{DS}(Y_{t^*})$.

3. ỨNG DỤNG VÀO BÀI TOÁN QUI HOẠCH THAM SỐ MỜ

Dựa trên khái niệm mới nghiệm tập thể mờ FPC các tác giả [13] đã đề xuất một thuật toán mới giải bài toán qui hoạch với các tham số mờ. Nguyễn Văn Điệp trong [12] đã bước đầu tìm kiếm các ứng dụng mới trong các bài toán dự báo nảy sinh trong các hệ thống năng lượng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] B. C. Cuong, Some problems in group decision making under linguistic assessments, *Proceeding of Vietnam-Japan Bilateral Symposium on Fuzzy System and Applications*, Nguyen Hoang Phuong and Ario Ohsato, Eds., Hanoi, 1998.

[2] B. C. Cuong, On group decision making under linguistic assessments, *Int. Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based System* **7** (1999) 301–308.

[3] B. C. Cuong and Phan V. H. Van, A choice proces for multicriteria group decision making under linguistic asessments, *Proceedings MFI'99*, August 26-29, 1999, 403–408.

[4] Bùi Công Cường và Lê Hùng Sơn, Hệ hỗ trợ quyết định tập thể cho đánh giá và phân loại các dự án, Báo cáo toàn văn, Hội thảo Phát triển công cụ tin học hướng đến Công nghệ phần mềm, Đại học Bách khoa Hà Nội, 2001.

[5] Bùi Công Cường và Nguyễn Doãn Phước (chủ biên), *Hệ mờ, Mạng nơron và ứng dụng*, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 2001.

[6] C. L. Hwang and M. J. Lin, *Group Decision Making under Multiple Criteria*, Springer-Verlag, Berlin, 1989.

[7] Delgado, J. L. Verdagay, and M. A. Vila, Linguistic decision making models, *J. Intelligent Systems* **7** (1993) 479–492.

[8] F. Herera, E. Herera-Viedma, and J. L. Verdegay, Direct approach processes in group decision making using linguitic OWA operators, *Fuzzy Sets and Systems* **79** (1996) 175–190.

[9] F. Herera, E. Herera-Viedma, and J. L. Verdegay, Choice processes for non-homogeneous group decision making in linguistic setting, *Fuzzy Sets and System* **94** (1998) 287–308.

[10] J. Fodor and M. Roubens, *Fuzzy Preference Modelling and Multicriteria Decision Support*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1994.

[11] Nguyễn Thị Bích LIên, "Một số hàm lựa chọn trong bài toán lấy quyết định và thuật toán phân lớp dựa vào toán tử LOWA", Luận văn Thạc sĩ Toán học, Viện Toán học, Hà Nội, 2000.

[12] Nguyễn Văn Điệp, Mô hình lấy quyết định nhóm để xử lý tính bất định trong các bài toán qui hoạch phát triển, Chuyên đề nghiên cứu khoa học, Bộ môn Hệ thống điện, Khoa Điện, Đại học Bách khoa Hà Nội, 2000.

[13] Nguyễn Văn Điệp và Bùi Công Cường, Một phương pháp giải qui hoạch mờ và một số ứng dụng trong dự báo, Trường thu *Hệ mờ và ứng dụng*, lần thứ hai, 23-26/8/2001, Viện Toán học, Hà Nội.

[14] R. R. Yager, On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriterial decision making, *IEEE Trans. System Man Cerbernetics* **18** (1988) 183–190.

Nhận bài ngày 26 - 12 - 2001

Viện Toán học, Hà Nội.