Tạp chí Tin học và Điều khiển học, T.24, S.1 (2008), 20–31

PHỤ THUỘC ĐƠN ĐIỆU TRONG CƠ SỞ DỮ LIỆU MỜ THEO CÁCH TIẾP CẬN NGỮ NGHĨA LÂN CẬN CỦA ĐẠI SỐ GIA TỬ

NGUYỄN CÁT HỒ[1], NGUYỄN CÔNG HÀO[2]

[1] *Viện Công nghệ thông tin, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*
[2] *Đại học khoa học Huế*

Abstract. Fuzzy databases with linguistic data based on hedge algebras were introduced in $[1, 6, 15]$, where the evaluation of queries containing linguistic data was transformed into that of traditional queries. On this new viewpoint, in this paper a notion of linear functional dependencies in these databases will be defined reasonably. The problems related to increasingly and decreasingly linear functional dependencies will be considered.

Tóm tắt. Cơ sở dữ liệu mờ với ngữ nghĩa dựa trên cách tiếp cận đại số gia tử đã được nghiên cứu trong $[1, 6, 15]$, trong đó các việc lượng giá các truy vấn liên quan đến thông tin ngôn ngữ được đưa về việc thao tác lượng giá kinh điển. Trên cơ sở đó, trong bài báo này khái niệm phụ thuộc hàm đơn điệu trong cơ sở dữ liệu mờ sẽ được định nghĩa và nghiên cứu. Các vấn đề liên quan đến phụ thuộc hàm đơn điệu tăng và phụ thuộc hàm đơn điệu giảm cũng được xem xét.

1. MỞ ĐẦU

Cơ sở dữ liệu (CSDL) mờ và các vấn đề liên quan đã được nhiều tác giả trong và ngoài nước quan tâm nghiên cứu và đã có những kết quả đáng kể $[1, 6-9, 11-15]$. Có nhiều cách tiếp cận khác nhau như cách tiếp cận theo lý thuyết tập mờ [9, 13], theo lý thuyết khả năng [7], tương tự [8, 12, 14]... Tất cả các cách tiếp cận trên nhằm mục đích nắm bắt và xử lý một cách thỏa đáng các thông tin không chính xác, không chắc chắn hay những thông tin không đầy đủ. Với sự xuất hiện các thông tin mờ, không chắc chắn trong CSDL sẽ làm thay đổi căn bản việc thao tác dữ liệu cả trong phạm vi cú pháp và ngữ nghĩa.

Nhờ những ưu điểm của cấu trúc đại số gia tử (ĐSGT) $[2-5]$, tác giả trong $[1, 6, 15]$ đã đưa ra và nghiên cứu CSDL mờ dựa trên cách tiếp cận của đại số gia tử, trong đó ngữ nghĩa ngôn ngữ được lượng hóa bằng các ánh xạ định lượng của ĐSGT. Theo cách tiếp cận của ĐSGT, ngữ nghĩa ngôn ngữ có thể biểu thị bằng một lân cận các khoảng được xác định bởi độ đo tính mờ của các giá trị ngôn ngữ của một thuộc tính với vai trò là biến ngôn ngữ. Trong bài báo này chúng tôi sẽ nghiên cứu các phụ thuộc hàm đơn điệu tăng và giảm trong CSDL mờ và mối quan hệ giữa chúng.

2. ĐẠI SỐ GIA TỬ

Cho một ĐSGT tuyến tính đầy đủ $\mathcal{AX} = (\boldsymbol{X}, G, H, \Sigma, \phi, \leq)$, trong đó $Dom(\mathcal{X}) = \boldsymbol{X}$ là miền các giá trị ngôn ngữ của thuộc tính ngôn ngữ $\mathcal{X}$ được sinh tự do từ tập các phần thử sinh $G = \{\mathbf{1}, c^+, \boldsymbol{W}, c^-, \mathbf{0}\}$ bằng việc tác động tự do các phép toán một ngôi trong tập H, Σ và Φ là hai phép tính với ngữ nghĩa là cận trên đúng và cận dưới đúng của tập $H(x)$, tức là $\Sigma x = supremumH(x)$ and $\boldsymbol{\Phi} x = infimumH(x)$, trong đó $H(x)$ là tập các phần tử sinh ra từ x, còn quan hệ $\leq$ là quan hệ sắp thứ tự tuyến tính trên $\boldsymbol{X}$ cảm sinh từ ngữ nghĩa của ngôn ngữ. Ví dụ, nếu ta có thuộc tính Thunhap là "Tổng thu nhập của công nhân trong một tháng", thì $Dom(Thunhap)$ = { *cao, thấp, rất cao, hơn cao, khả năng cao, rất thấp, khả năng thấp, ít thấp,...*}, $G = \{\mathbf{1}, cao, \boldsymbol{W},$ *thấp*, $\mathbf{0}\}$, H = {*rất, hơn, khả năng, ít*} và $\leq$ một quan hệ thứ tự cảm sinh từ ngữ nghĩa của các từ trong $Dom(Thunhap)$, chẳng hạn ta có rất *cao* > *cao*, *hơn cao* > *cao*, *khả năng cao* < *cao*, *ít cao* < *cao*.

Cho tập các gia tử $H = H^- \cup H^+$, trong đó $H^+ = \{h_1, ..., h_p\}$ và $H^- = \{h_{-1}, ..., h_{-q}\}$, với $h_1 < ... < h_p$ và $h_{-1} < ... < h_{-q}$, trong đó $p, q > 1$. Ký hiệu $fm : X \to [0, 1]$ là độ đo tính mờ của ĐSGT $\mathcal{AX}$. Khi đó ta có mệnh đề sau.

Mệnh đề 2.1. *Độ đo tính mờ* fm *và độ đo tính mờ của gia tử* $\mu(h), \forall h \in H$, *có các tính chất sau:*

(1) $fm(hx) = \mu(h) fm(x),\ \forall x \in X.$

(2) $fm(c^-) + fm(c^+) = 1.$

(3) $\sum_{-q \leq i \leq p,\ i \neq 0} fm(h_i c) = fm(c)$, *trong đó* $c \in \{c^-, c^+\}$.

(4) $\sum_{-q \leq i \leq p,\ i \neq 0} fm(h_i x) = fm(x),\ x \in \boldsymbol{X}.$

(5) $\sum\{\mu(h_i) : -q \leq i \leq -1\} = \alpha$ *và* $\sum\{\mu(h_i) : 1 \leq i \leq p\} = \beta$, *trong đó* $\alpha, \beta > 0$ *và* $\alpha + \beta = 1$.

Định nghĩa 2.1. Giả sử $\mathcal{AX} = (\boldsymbol{X}, G, H, \Sigma, \Phi, \leq)$ là một ĐSGT đầy đủ, tuyến tính và tự do, $fm(x)$ và $\mu(h)$ tương ứng là các độ đo tính mờ của ngôn ngữ và của gia tử h thỏa mãn các tính chất trong Mệnh đề 2.1. Khi đó, ta nói v là ánh xạ cảm sinh bởi độ đo tính mờ fm của ngôn ngữ nếu nó được xác định như sau:

(1) $v(\boldsymbol{W}) = \kappa = fm(c^-),\ v(c^-) = (\kappa - \alpha fm(c^-) = \beta fm(c^-),\ v(c^+) = \kappa + \alpha fm(c^+),$

(2) $v(h_j x) = v(x) + Sgn(h_j x)\{\sum_{i=Sign(j)}^{j} \mu(h_i) fm(x) - \omega(h_j x)\mu(h_j) fm(x)\}$, trong đó

$\omega(h_j x) = \dfrac{1}{2}[1 + Sgn(h_j x) Sgn(h_p h_j x)(\beta - \alpha)] \in \{\alpha, \beta\},$

với mọi $j, -q \leq j \leq p$ và $j \neq 0$.

(3) $v(\boldsymbol{\Phi} c^-) = 0,\ v(\Sigma c^-) = \kappa = v(\boldsymbol{\Phi} c^+),\ v(\Sigma c^+) = 1$, và với mọi $j, -q \leq j \leq p$ và $j \neq 0$, ta có:

$v(\Phi h_j x) = v(x) + Sgn(h_j x)\{\sum_{i=sign(j)}^{j-1} \mu(h_i) fm(x)\}$ và

$v(\Sigma h_j x) = v(x) + Sgn(h_j x)\{\sum_{i=sign(j)}^{j-1} \mu(h_i) fm(x)\}$.

3. CƠ SỞ DỮ LIỆU MỜ

Xét một CSDL $\{U; Const\}$, trong đó $U = \{A_1, A_2, ..., A_n\}$ là tập vũ trụ các thuộc tính, $Const$ là một tập các ràng buộc dữ liệu của CSDL. Mỗi thuộc tính A được gắn với một miền giá trị thuộc tính, ký hiệu là $Dom(A)$, trong đó một số thuộc tính cho phép nhận các giá trị mờ lưu trữ trong CSDL hay trong các câu truy vấn và được gọi là thuộc tính mờ. Những thuộc tính còn lại được gọi là thuộc tính kinh điển. Thuộc tính kinh điển A được gắn với một miền giá trị kinh điển, ký hiệu là D_A. Thuộc tính mờ A mà miền trị của nó tồn tại thứ tự tuyến tính sẽ được gắn một miền giá trị kinh điển D_A và một miền giá trị ngôn ngữ LD_A hay là tập các phần tử của một ĐSGT. Để bảo đảm tính nhất quán trong xử lý ngữ nghĩa dữ liệu trên cơ sở thống nhất kiểu dữ liệu của thuộc tính mờ, mỗi thuộc tính mờ sẽ được gắn với một ánh xạ định lượng $v_A : LD_A \to D_A$ được xác định bởi một bộ tham số định lượng của A. Như vậy, mỗi giá trị mờ x của A sẽ được gán một nhãn giá trị thực $v_A(x) \in D_A$ được xem như giá trị đại diện của x. Việc đánh giá độ tương tự giữa các dữ liệu của một thuộc tính A được dựa trên khái niệm lân cận mức k của một giá trị mờ, với k là số nguyên dương.

3.1. Khoảng mờ của khái niệm mờ

Giả sử thuộc tính $\mathcal{X}$ có miền tham chiếu thực là khoảng $[a, b]$. Để chuẩn hóa, nhờ một phép biến đổi tuyến tính, ta giả thiết mọi miền như vậy đều là khoảng $[0, 1]$. Khi đó, tính chất (2) trong Mệnh đề 2.1 cho phép ta xây dựng hai khoảng mờ của hai khái niệm nguyên thủy c^- và c^+, ký hiệu là $I(c^-)$ và $I(c^+)$ với độ dài tương ứng là $fm(c^-)$ và $fm(c^+)$ sao cho chúng tạo thành một phân hoạch của miền tham chiếu $[0, 1]$ và $I(c^-)$ và $I(c^+)$ là đồng biến với c^- và c^+, tức là $c^- \leq c^+$ kéo theo $I(c^-) \leq I(c^+)$. Một cách quy nạp, giả sử rằng $\forall x \in \boldsymbol{X}_{k-1} = \{x \in \boldsymbol{X} : x \text{ có độ dài } |x| = k - 1\}$, ta đã xây dựng được hệ các khoảng mờ $\{I(x) : x \in \boldsymbol{X}_{k-1} \text{ và } |I(x)| = fm(x)\}$ sao chúng là đồng biến và tạo thành một phân hoạch của đoạn $[0, 1]$. Khi đó, trên mỗi khoảng mờ $I(x)$, độ dài $fm(x)$, của $x \in \boldsymbol{X}_{k-1}$, nhờ tính chất (4) trong Mệnh đề 2.1, ta có thể xây dựng được họ $\{I(h_i x) : q \leq i \leq p,\ i \neq 0,\ |I(h_i x)| = fm(h_i x)\}$ sao cho chúng là một phân hoạch của khoảng mờ $I(x)$. Có thể thấy họ $\{I(h_i x) : q \leq i \leq p,\ i \neq 0,\ |I(h_i x)| = fm(h_i x)$ và $x \in \boldsymbol{X}_{k-1}\} = \{I(y) : y \in \boldsymbol{X}_k \text{ và } |I(y)| = fm(y)\}$ là một phân hoạch của [0, 1]. Các khoảng này gọi là các khoảng mờ mức k.

3.2. Độ tương tự mức *k*

Chúng ta có thể lấy các khoảng mờ của các phần tử độ dài k làm độ tương tự giữa các phần tử, nghĩa là các phần tử mà các giá trị đại diện của chúng thuộc cùng một khoảng mờ mức k là tương tự mức k. Tuy nhiên, theo cách xây dựng các khoảng mờ mức k, giá trị đại diện của các phần từ x có độ dài nhỏ hơn k luôn luôn là đầu mút của các khoảng mờ mức k. Một cách hợp lý, khi định nghĩa lân cận mức k chúng ta mong muốn các giá trị đại diện như vậy phải là điểm trong của lân cận mức k. Vì vậy ta định nghĩa độ tương tự mức k như sau. Chúng ta luôn luôn giả thiết rằng mỗi tập H^- và H^+ chứa ít nhất 2 gia tử. Xét $\boldsymbol{X}_k$ là tập tất cả các phần từ độ dài k. Dựa trên các khoảng mờ mức k và các khoảng mờ mức $k+1$ chúng ta mô tả không hình thức việc xây dựng một phân hoạch của miền [0,1] như sau: với $k = 1$, các khoảng mờ mức 1 gồm $I(c^-)$ và $I(c^+)$. Các khoảng mờ mức 2 trên khoảng $I(c^-)$ là $I(h_p c^-) \leq I(h_{p-1} c^-) \leq ... \leq I(h_2 c^-) \leq I(h_1 c^-) \leq v_A(c^-) \leq I(h_{-1} c^-) \leq I(h_{-2} c^-) \leq ... \leq I(h_{-q+1} c^-) \leq I(h_{-q} c^-)$. Khi đó, ta xây dựng phân hoạch về độ tương tự mức 1 gồm các lớp tương đương sau: $S(\mathbf{0}) = I(h_p c^-)$; $S(c^-) = I(c^-)\ [I(h_{-q} c^-)(I(h_p c^-)]$; $S(\boldsymbol{W}) = I(h_{-q} c^-)(I(h_{-q} c^+)$; tương tự ta có $S(c^+) = I(c^+) \backslash [I(h_{-q} c^+) \cup I(h_p c^+)]$ và $S(1) = I(h_p c^+)$.

Ta thấy, trừ hai điểm đầu mút $v_A(\mathbf{0}) = 0$ và $v_A(\mathbf{1}) = 1$, các giá trị đại diện $v_A(c^-)$, $v_A(\boldsymbol{W})$

và $v_A(c^+)$ đều là điểm trong tương ứng của các lớp tương tự mức 1 $S(c^-)$, $S(\boldsymbol{W})$ và $S(c^+)$.

Tương tự, với $k = 2$, ta có thể xây dựng phân hoạch các lớp tương tự mức 2. Chẳng hạn, trên một khoảng mờ mức 2, chẳng hạn, $I(h_ic^+) = (v_A(\boldsymbol{\Phi} h_ic^+),\ v_A(\Sigma h_ic^+)]$ với hai khoàng mờ kề là $I(h_{i-1}c^+)$ và $I(h_{i+1}c^+)$ chúng ta sẽ có các lớp tương đương dạng sau: $S(h_ic^+) = I(h_ic^+)\backslash[I(h_ph_ic^+) \cup I(h_{-q}h_ic^+)]$, $S(\boldsymbol{\Phi} h_ic^+) = I(h_{-q}h_{i-1}c^+) \cup I(h_{-q}h_ic^+)$ và $S(\boldsymbol{\Phi} h_ic^+) = I(h_ph_ic^+) \cup I(h_ph_ic^+)$, với i sao cho $-q \leq i \leq p$ và $i \neq 0$. Bằng cách tương tự như vậy ta có thể xây dựng các phân hoạch các lớp tương tự mức k bất kỳ. Tuy nhiên, trong thực tế ứng dụng chúng ta có thể giới hạn số gia tử tác động liên tiếp lên phần tử nguyên thủy c^- và c^+. Các giá trị kinh điển và các giá trị mờ gọi là có độ tương tự mức k nếu các giá trị đại diện của chúng cùng nằm trong một lớp tương tự mức k.

Lân cận mức k của khái niệm mờ: giả sử phân hoạch các lớp tương tự mức k là các khoảng $S(x_1), S(x_2), ..., S(x_m)$. Khi đó, mỗi giá trị mờ u chỉ và chỉ thuộc về một lớp tương tự, chẳng hạn đó là $S(x_i)$ và nó gọi là lân cận mức k của u và ký hiệu là $\Omega_k(u)$.

3.3. Các quan hệ đối sánh trong CSDL mờ

Dựa trên khái niệm độ tương tự như vậy, các quan hệ đối sánh được định nghĩa như sau.

Định nghĩa 3.1. [1] Giả sử t và s là hai bộ dữ liệu trên tập vũ trụ U các thuộc tính. Ta nói $t[A_i] =_k s[A_i]$ và gọi là chúng bằng nhau mức k, nếu một trong các điều kiện sau xảy ra:

(1) Nếu $t[A_i],\ s[A_i] \in D_{A_i}$ thì $t[A_i] = s[A_i]$.

(2) Nếu một trong hai giá trị $t[A_i],\ s[A_i]$ là khái niệm mờ, chẳng hạn đó là $t[A_i]$, thì ta phải có $s[A_i] \in \Omega_k(t[A_i])$.

(3) Nếu cả hai giá trị $t[A_i],\ s[A_i]$ đều là giá trị mờ, thì $\Omega_k(t[A_i]) = \Omega_k(s[A_i])$.

Nếu điều kiện $t[A_i] =_k s[A_i]$ không xảy ra ta có biểu thức $t[A_i] \neq_k s[A_i]$.

Mệnh đề 3.1. [1] *Quan hệ $=_k$ là quan hệ tương đương trên [0, 1].*

Định nghĩa 3.2. [1] Giả sử t và s là hai bộ dữ liệu trên tập vũ trụ U các thu ộc tính. Khi đó:

(1) Ta viết $t[A_i] \leq_k s[A_i]$, hoặc $t[A_i] =_k s[A_i]$ hoặc $\Omega_k(t[A_i]) < \Omega_k(s[A_i])$.

(2) Ta viết $t[A_i] <_k s[A_i]$, nếu $\Omega_k(t[A_i]) < \Omega_k(s[A_i])$.

(3) Ta viết $t[A_i] >_k s[A_i]$, nếu $\Omega_k(t[A_i]) > \Omega_k(s[A_i])$.

Trên cơ sở các quan hệ đối sánh vừa trình bày, trong phần tiếp theo chúng tôi nghiên cứu một dạng phụ thuộc dữ liệu đó là phụ thuộc đơn điệu trong CSDL mờ.

4. PHỤ THUỘC ĐƠN ĐIỆU TRONG CSDL MỜ

Khi ngữ nghĩa của CSDL được mở rộng, như cho phép lưu giữ trong CSDL các thông tin không chắc thì ngữ nghĩa của các phụ thuộc dữ liệu cũng thay đổi, nghĩa là phải mở rộng các dạng phụ thuộc dữ liệu. Trong thực tế, chúng ta thường gặp các tri thức dạng như *nếu một giảng viên có học hàm và học vị càng cao thì lương càng cao; nếu một tập thể T_1 lao động chăm chỉ hơn tập thể T_2 thì Thu nhập của tập thể T_1 cao hơn tập thể T_2*. Hoặc trong một trường hợp khác *nếu một tập thể T_1 lao động không chăm chỉ hơn tập thể T_2 thì Thu nhập của tập thể T_1 thấp hơn tập thể T_2*. Ở đây ta không nhìn nhận mối quan hệ trên như là một luật của một cơ sở tri thức nào đó mà xem như là mối quan hệ giữa các thuộc tính trong CSDL, đó là thuộc tính *Văn bằng, Lương, Số ngày làm việc trong tháng, Tính kỷ luật lao động* và *Thu nhập*. Trong cả hai trường hợp trên nó tồn tại mối quan hệ không chính xác như mối quan hệ của các phụ thuộc kinh điển. Do đó, cần có một nghiên cứu các dạng phụ thuộc dữ liệu như thế để ứng dụng trong việc phát hiện tri thức và các qui tắc cập nhật dữ liệu trong CSDL mà chúng tôi gọi là phụ thuộc đơn điệu. Vì phụ thuộc dữ liệu kinh điển được xem là một trường hợp riêng của phụ thuộc dữ liệu mờ, do đó chúng tôi xem xét phụ thuộc đơn điệu trong cả hai trường hợp kinh điển và mờ.

4.1. Phụ thuộc đơn điệu trong CSDL kinh điển

4.1.1. Phụ thuộc đơn điệu tăng

Với X là một tập con của U và t, s là hai bộ tùy ý trên U, ta viết $t[X] \leq s[X]$, nếu với mọi $A \in X$, ta có $t[A] \leq s[A]$.

Định nghĩa 4.1. Cho U là một lược đồ quan hệ, r là một quan hệ trên U và $X, Y \subseteq U$. Ta nói rằng quan hệ r thỏa mãn phụ thuộc đơn điệu tăng X xác định Y, ký hiệu là $X^+ \to Y$, trong quan hệ r, nếu ta có: $\forall t, s \in r,\ t[X] \leq s[X] \Rightarrow t[Y] \leq s[Y]$.

Ví dụ 4.1. Ta xét lược đồ quan hệ $U = \{MAGV, TENGV, SOTIETGIANG, VUOTGIO\}$ với ý nghĩa: Mã số giáo viên (MAGV), Tên giáo viên (TENGV), Số tiết giảng trong năm học (SOTIET), Tiền vượt giờ (VUOTGIO). Quan hệ *Giangday* xác định trên U cho ở Bảng 4.1.

Bảng 4.1. Quan hệ Giangday

MAGV	TENCN	SOTIETGIANG	VUOTGIO
G1	Anh	350	120000
G2	Hiếu	450	3000000
G3	Nhân	600	4000000
G4	Giang	300	1000000
G5	Hải	370	1400000
G6	Hà	360	1300000
G7	Thanh	500	3500000
G8	Thiện	650	4500000
G9	Nhân	700	50000000

Trong quan hệ *Giangday* ta thấy rằng nếu $SOTIETGIANG$ của giáo viên càng lớn thì $VUOTGIO$ càng lớn, hay phụ thuộc đơn điệu tăng $SOTIETGIANG^+ \to VUOTGIO$ đúng trong quan hệ *Giangday*. Thật vậy, $\forall t, s \in Giangday$ ta có $t[SOTIETGIANG] \leq s[SOTIETGIANG] \Rightarrow t[VUOTGIO] \leq s[VUOTGIO]$.

Gọi $\mathcal{F}_A$ là họ các phụ thuộc đơn điệu tăng trên lược đồ quan hệ U. Ta ký hiệu $\mathcal{F}_{A^*}$ là tập tất cả các phụ thuộc đơn điệu tăng $X^+ \to Y$ mà được suy dẫn từ $\mathcal{F}_A$.

Định lý 4.1. *Trong CSDL với tập vũ trụ các thuộc tính U, họ $\mathcal{F}_{A^*}$ thỏa mãn các tiên đề sau:*

(1) *Phản xạ:* $X^+ \to X \in \mathcal{F}_{A^*}$.

(2) *Gia tăng:* $X^+ \to Y \in \mathcal{F}_{A^*} \Rightarrow XZ^+ \to YZ \in \mathcal{F}_{A^*}$, *với* $Z \subseteq U$.

(3) *Bắc cầu:* $X^+ \to Y \in \mathcal{F}_{A^*},\ Y^+ \to Z \in \mathcal{F}_{A^*} \Rightarrow X^+ \to Z \in \mathcal{F}_{A^*}$.

Các tiên đề (1) - (3) trong Định lý 4.1 là đúng đắn.

Chứng minh

(1) Phản xạ:

Hiển nhiên vì $\forall t, s \in r,\ t[X] \leq s[X] \Rightarrow t[X] \leq s[X]$. Vậy $X^+ \rightarrow X \in \mathcal{F}_{A^*}$.

(2) Theo giả thiết ta có $X^+ \rightarrow Y \in \mathcal{F}_{A^*}$ nên theo định nghĩa $\forall t, s \in r,\ t[X] \leq s[X] \Rightarrow t[Y] \leq s[Y]$ (1'). Với $Z \subseteq U$, từ $t[X] \leq s[X]$ ta có $t[XZ] \leq s[XZ]$ (2'). Tương tự, từ $t[Y] \leq s[Y]$ ta có $t[YZ] \leq s[YZ]$ (3'). Từ (1'), (2'), (3') ta có $\forall t, s \in r,\ t[XZ] \leq s[XZ] \Rightarrow t[YZ] \leq s[YZ]$. Vậy $XZ^+ \rightarrow YZ \in \mathcal{F}_{A^*}$.

(3) Theo giả thiết $X^+ \rightarrow Y \in \mathcal{F}_{A^*},\ Y^+ \rightarrow Z \in \mathcal{F}_{A^*}$ nên ta có $\forall t, s \in r,\ t[X] \leq s[X] \Rightarrow t[Y] \leq s[Y]$và $\forall t, s \in r,\ t[Y] \leq s[Y] \Rightarrow t[Z] \leq s[Z]$ hay $\forall t, s \in r,\ t[X] \leq s[X] \Rightarrow t[Z] \leq s[Z]$. Vậy $X^+ \rightarrow Z \in \mathcal{F}_{A^*}$. ■

4.1.2. Phụ thuộc đơn điệu giảm

Với X là một tập con của U và t, s là hai bộ tùy ý trên U, ta viết $t[X] \geq s[X]$, nếu với mọi $A \in X$, ta có $t[A] \geq s[A]$.

Định nghĩa 4.2. Cho U là một lược đồ quan hệ, r là một quan hệ trên U và $X, Y \subseteq U$. Ta nói rằng quan hệ r thỏa mãn phụ thuộc đơn điệu giảm X xác định Y, ký hiệu là $X \rightarrow Y$, trong quan hệ r, nếu ta có: $\forall t, s \in r,\ t[X] \leq s[X] \Rightarrow t[Y] \geq s[Y]$.

Ví dụ 4.2. Ta xét lược đồ quan hệ $U = \{SOBD, TENHS, SOPHUT, DIEMTHI\}$ với ý nghĩa: Số báo danh học sinh (SOBD), Tên học sinh (TENHS), Số phút chạy trong 100m (SOPHUT), Điểm thi (DIEMTHI). Quan hệ Thihocky xác định trên U được cho ở Bảng 4.2.

Bảng 4.2. Quan hệ Thihocky

SOBD	TENHS	SOPHUT	DIEMTHI
001	Thủy	10	8
002	Bình	12	6
003	Minh	11	7
004	Nhật	9	9
005	Thương	13	5
006	Huyền	12	6
007	Thuận	8	10
008	Thành	10	8
009	Hằng	14	4

Trong quan hệ $Thihocky$ ta thấy rằng, nếu $SOPHUT$ mà học sinh chạy trong 100m càng lớn thì $DIEMTHI$ của học sinh càng kém. Như vậy, trong quan hệ $Thihocky$ tồn tại phụ thu ộc đơn điệu giảm $SOPHUT^- \rightarrow DIEMTHI$ đúng trong quan hệ $Thihocky$. Thật vậy, $\forall t, s \in Thihocky$ ta có $t[SOPHUT] \leq s[SOPHUT] \Rightarrow t[DIEMTHI] \leq s[DIEMTHI]$.

Gọi $\mathcal{F}_D$ là họ các phụ thuộc đơn điệu giảm trên lược đồ quan hệ U. Ta ký hiệu $\mathcal{F}_{D^*}$ là tập tất cả các phụ thuộc đơn điệu giảm $X^- \rightarrow Y$ mà được suy dẫn từ $\mathcal{F}_D$.

Định lý 4.2. *Trong CSDL với tập vũ trụ các thuộc tính U, họ $\mathcal{F}_{D^*}$ thỏa mãn các tiên đề sau:*

(1) *Phản xạ:* $X^- \rightarrow X \in \mathcal{F}_{D^*}$.

(2) *Gia tăng:* $X^- \rightarrow Y \in \mathcal{F}_{D^*} \Rightarrow XZ^- \rightarrow YZ \in \mathcal{F}_{D^*},\ Z \subseteq U$.

(3) *Hỗn hợp bắc cầu:* $X^- \rightarrow Y \in \mathcal{F}_{D^*},\ Y^+ \rightarrow Z \in \mathcal{F}_{A^*} \Rightarrow X^- \rightarrow Z \in \mathcal{F}_{D^*}$.

Chứng minh. Tương tự như chứng minh Định lý 4.2.

Hệ quả 4.1. *Từ Định lý 4.2 ta có*

(4) *Hỗn hợp bắc cầu 1:* $X^+ \to Y \in \mathcal{F}_{A^*}$, $Y^- \to Z \in \mathcal{F}_{D^*} \Rightarrow X^- \to Z \in \mathcal{F}_{D^*}$.

(5) *Hỗn hợp bắc cầu 2:* $X^- \to Y \in \mathcal{F}_{D^*}$, $Y^- \to Z \in \mathcal{F}_{D^*} \Rightarrow X^+ \to Z \in \mathcal{F}_{A^*}$.

4.2. Phụ thuộc đơn điệu trong CSDL mờ

4.2.1. Phụ thuộc đơn điệu tăng

Với X là một tập con của U và t, s là hai bộ tùy ý trên U, ta viết $t[X] \leq_k s[X]$, nếu với mọi $A \in X$, ta có $t[A] \leq_k s[A]$.

Định nghĩa 4.3. Cho U là một lược đồ quan hệ, r là một quan hệ trên U và $X, Y \subseteq U$. Ta nói rằng quan hệ r thỏa mãn phụ thuộc đơn điệu tăng X xác định Y với mức k, ký hiệu là $X^+ \rightsquigarrow_k Y$ trong quan hệ r, nếu ta có: $\forall t, s \in r,\ t[X] \leq_k s[X] \Rightarrow t[Y] \leq_k s[Y]$.

Ví dụ 4.3. Ta xét lược đồ quan hệ $U = \{MASO, TENCN, SONLV, THUNHAP\}$ với ý nghĩa: *Mã số công nhân (MASO), Tên công nhân (TENCN)* là 2 thuộc tính kinh điển, *Số ngày làm việc trong tháng (SONLV), Thu nhập (THUNHAP)* là 2 thuộc tính ngôn ngữ. Trong đó $DSONLV = [0, 30]$ và $DTHUNHAP = [0, 100]$. $LDSONLV$ và $LDTHUNHAP$ có cùng tập các xâu giống nhau với tập các phần tử sinh là $\{\mathbf{0}$, *thấp*, $\boldsymbol{W}$, *cao*, $1\}$ và tập các gia tử là {*ít, khả năng, hơn, rất*}. Quan hệ *Luongcb* xác định trên U được cho ở Bảng 4.3.

Bảng 4.3. Quan hệ Luongcb

MASO	TENCN	SONLV	THUNHAP
N1	Anh	27	90
N2	Ánh	Cao	cao
N3	Lan	28	94
N4	Hương	20	52
N5	Hằng	22	53
N6	Hồng	22	54
N7	Thúy	thấp	10
N8	Thanh	21	52
N9	Hiền	12	thấp

Đối với thuộc tính $SONLV$: $fm(cao) = 0,35$, fm *(thấp)* = 0,65, μ*(khả năng)* = 0,25, μ*(ít)* = 0,2, μ*hơn*) = 0.15 và μ*rất)* = 0,4. Ta phân hoạch đoạn [0, 30] thành 5 khoảng tương tự mức 1 là:

fm*(rất cao)* $\times 30 = 0,35 \times 0,35 \times 30 = 3,675$. Vậy $S(\mathbf{1}) \times 30 = (26,325,30]$.

(fm*(khả năng cao)* + fm*(hơn cao)*) $\times 30 = (0,25 \times 0,35 + 0,15 \times 0,35) \times 30 = 4,2$ và $S(cao) \times 30 = (22,125,26,325]$; ($fm$ *(ít thấp)* +fm*(ít cao)*) $\times 30 = (0,25 \times 0,65 + 0,25 \times 0,35)30 = 7,5$ và $S(\boldsymbol{W}) \times 30 = (14,625,22,125]$; ($fm$ *(khả năng thấp)* + *fm(hơn thấp)*) $\times 30 = (0,25 \times 0,65 + 0,15 \times 0,65) \times 30 = 7,8$ và S*(thấp)*$\times 30 = (6,825,14,625]$, $S(\mathbf{0}) \times 30 =$[0, 6,825].

Đối với thuộc tính $THUNHAP$: $fm(cao) = 0,6$, $fm(thấp)$ = 0,4, μ*(khả năng)* = 0,15, μ*ít)* = 0,25, μ*hơn*) = 0,25 và μ*rất)* = 0,35. Ta phân hoạch đoạn [0, 100] thành 5 khoảng tương tự mức 1 là:

fm(*rất cao*) $\times 100 = 0,35 \times 0,6 \times 100 = 21$. Vậy $S(1) \times 100 = (79, 100]$.

(fm(*khả năng cao*) + fm(*hơn cao*)) $\times 100 = (0,25 \times 0,6 + 0,15 \times 0,6) \times 100 = 24$ và $S(cao) \times 100 = (55, 79]$; ($fm$(*ít thấp*) $+fm$(*ít cao*)) $\times 100 = (0,25 \times 0,6 + 0,25 \times 0,4) \times 100 = 25$ và $S(\boldsymbol{W}) \times 100 = (30, 55]$; ($fm$(*khả năng thấp*) + fm(*hơn thấp*)) $\times 100 = (0,25 \times 0,4 + 0,15 \times 0,4) \times 100 = 16$ và $S(thấp) \times 100 = (14, 30]$, $S(\mathbf{0}) \times 100 = [0, 14]$.

Chúng ta có thể thấy phụ thuộc đơn điệu tăng $SONLV^+ \rightsquigarrow_1 THUNHAP$ đúng trong quan hệ *Luongcb*. Thật vậy, ta có $\forall t, s \in Luongcb$, $t[SONLV] \leq_1 s[SONLV] \Rightarrow t[THUNHAP] \leq_1 s[THUNHAP]$. Do đó theo định nghĩa ta có $SONLV^+ \rightsquigarrow_1 THUNHAP$.

Ví dụ 4.4. Cho lược đồ quan hệ $U = \{TENCTY, NAM, DOANHTHU, LOINHUAN\}$ với ý nghĩa: Tên công ty (*TENCTY*), Năm (*NAM*) là 2 thuộc tính kinh điển, Doanh thu trong năm (*DOANHTHU*), Lợi nhuận (*LOINHUAN*) là 2 thuộc tính ngôn ngữ. Trong đó $D_{DOANHTHU} = [500, 3000]$ và $D_{LOINHUAN} = [50, 500]$. $LD_{DOANHTHU}$ và $LD_{LOINHUAN}$ có cùng tập các xâu giống nhau với tập các phần tử sinh là $\{\mathbf{0}, thấp, \boldsymbol{W}, cao, 1\}$ và tập các gia tử là ít, khả năng, hơn, rất. Quan hệ Loinhuancty xác định trên U được cho ở Bảng 4.4.

Bảng 4.4. Quan hệ Loinhuancty

TENCTY	NAM	DOANHTHU	LOINHUAN
Thăng Long	2006	rất thấp	135
Thuận Thành	2006	872	140
Tràng Tiền	2007	1275	170
Cầu Giấy	2007	hơn thấp	ít thấp
Đống Đa	2007	1990	260
Dầu khí	2006	hơn cao	hơn cao
Hạ Long	2007	2575	375
Cố đô	2005	rất cao	rất cao
Hương Giang	2005	2950	490

Đối với thuộc tính DOANHTHU : Chọn $fm(cao) = 0,35$, $fm(thấp) = 0,65$, $\mu(khả\ năng) = 0,25$, $\mu(ít) = 0,2$, $\mu(hơn) = 0,15$ và $\mu(rất) = 0,4$. Ta phân hoạch đoạn [500, 3000] thành các khoảng tương tự mức 2 là:

$fm(rất\ rất\ cao) \times 2500 = 0,4 \times 0,4 \times 0,35 \times 2500 = 140$. Vậy $S(\mathbf{1}) \times 2500 = (2860, 3000]$.

$(fm(hơn\ rất\ cao) + fm(khả\ năng\ rất\ cao)) \times 2500 = (0,15 \times 0,4 \times 0,35 + 0,25 \times 0,4 \times 0,35) \times 2500 = 140$ và $S(rất\ cao) \times 2500 = (2720, 2860]$; $(fm(ít\ rất\ cao) + fm(rất\ hơn\ cao)) \times 2500 = (0,2 \times 0,4 \times 0,35 + 0,4 \times 0,15 \times 0,35) \times 2500 = 122,5$; $(fm(khả\ năng\ hơn\ cao) + fm(hơn\ hơn\ cao)) \times 2500 = (0,25 \times 0,15 \times 0,35 + 0,15 \times 0,15 \times 0,35) \times 2500 = 52,5$ và $S(hơn\ cao) \times 2500 = (2545, 2597,5]$; $(fm(ít\ hơn\ cao) + fm(rất\ khả\ năng\ cao)) \times 2500 = (0,2 \times 0,15 \times 0,35 + 0,4 \times 0,25 \times 0,35) \times 2500 = 113,75$; $(fm(hơn\ khả\ năng\ cao) + fm(khả\ năng\ khả\ năng\ cao)) \times 2500 = (0,15 \times 0,25 \times 0,35 + 0,25 \times 0,25 \times 0,35) \times 2500 = 87,5$ và $S(khả\ năng\ cao) \times 2500 = (2343,75,\ 2431,25]$.

$(fm(ít\ khả\ năng\ cao) + fm(\ rất\ ít\ cao)) \times 2500 = (0,2 \times 0,25 \times 0,35 + 0,4 \times 0,2 \times 0,35) \times 2500 = 113,75$; $(fm(hơn\ ít\ cao) + fm(khả\ năng\ ít\ cao)) \times 2500 = (0,15 \times 0,2 \times 0,35 + 0,25 \times 0,2 \times 0,35) \times 2500 = 70$ và $S(ít\ cao) \times 2500 = (2160, 2230]$.

$(fm(ít\ ít\ cao) + fm(ít\ ít\ thấp)) \times 2500 = (0,2 \times 0,2 \times 0,35 + 0,2 \times 0,2 \times 0,65) \times 2500 = 100$ và $S(\boldsymbol{W}) \times 2500 = (2060, 2160]$; $(fm(hơn\ ít\ thấp) + fm(khả\ năng\ ít\ thấp)) \times$

$2500 = (0,15 \times 0,2 \times 0,65 + 0,25 \times 0,2 \times 0,65) \times 2500 = 130$ và $S(\textit{ít thấp}) \times 2500 = (1930, 2060]$; $(fm(\textit{ít khả năng thấp}) + fm(\textit{rất ít thấp})) \times 2500 = (0,2 \times 0,25 \times 0,65 + 0,4 \times 0,2 \times 0,65) \times 2500 = 211,25$; $(fm(\textit{hơn khả năng thấp}) + fm(\textit{khả năng khả năng thấp})) \times 2500 = (0,15 \times 0,25 \times 0,65 + 0,25 \times 0,25 \times 0,65) \times 2500 = 162,5$ và $S(\textit{khả năng thấp}) \times 2500 = (1556,25,\ 1718,75]$; $(fm(\textit{ít hơn thấp}) + fm(\textit{rất khả năng thấp})) \times 2500 = (0,2 \times 0,15 \times 0,65 + 0,4 \times 0,25 \times 0,65) \times 2500 = 211,25$.

$(fm(\textit{hơn hơn thấp}) + fm(\textit{khả năng hơn thấp})) \times 2500 = (0,15 \times 0,15 \times 0,65 + 0,25 \times 0,15 \times 0,65) \times 2500 = 97,5$ và $S(\textit{hơn thấp}) \times 2500 = (1247,5,\ 1345]$; $(fm(\textit{ít rất thấp}) + fm(\textit{rất hơn thấp})) \times 2500 = (0,2 \times 0,4 \times 0,65 + 0,4 \times 0,15 \times 0,65) \times 2500 = 227,5$; $(fm(\textit{hơn rất thấp}) + fm(\textit{khả năng rất thấp})) \times 2500 = (0,15 \times 0,4 \times 0,65 + 0,25 \times 0,4 \times 0,65) \times 2500 = 260$ và $S(\textit{rất thấp}) \times 2500 = (857,5,\ 1117,5]$; $fm(\textit{rất rất thấp}) \times 2500 = 0,4 \times 0,4 \times 0,65 \times 2500 = 260$, Vậy $S(0) \times 2500 = [500,\ 857,5]$.

Đối với thuộc tính $LOINHUAN$: Chọn $fm(cao) = 0,6$, $fm(\textit{thấp}) = 0,4$, $\mu(\textit{khả năng}) = 0,15$, $\mu(\textit{ít}) = 0,25$, $\mu(\textit{hơn}) = 0,25$ và $\mu(\textit{rất}) = 0,35$.

Tương tự, phân hoạch đoạn [50, 500] thành các khoảng tương tự mức 2 ta có các kết quả tương ứng như sau: $S(\mathbf{1}) \times 450 = (466,925,\ 500]$, $S(\textit{rất cao}) \times 450 = (429,125,\ 466,925]$, $S(\textit{hơn cao}) \times 450 = (354,875,\ 381,875]$, $S(\textit{khả năng cao}) \times 450 = (307,625,\ 323,825]$, $S(\textit{ít cao}) \times 450 = (246,875,\ 273,875]$, $S(\boldsymbol{W}) \times 450 = (218,75,\ 246,875]$, $S(\textit{ít thấp}) \times 450 = (200,75,\ 218,75]$, $S(\textit{khả năng thấp}) \times = (167,45,\ 178,25]$, $S(\textit{hơn thấp}) \times = (128,75,\ 146,75]$, $S(\textit{rất thấp}) \times = (72,05,\ 97,25]$, $S(\mathbf{0}) \times = [50,\ 72,05]$.

Chúng ta có thể thấy phụ thuộc đơn điệu tăng $DOANHTHU^+ \leadsto_2 LOINHUAN$ đúng trong quan hệ *Loinhuancty*. Thật vậy, ta có $\forall t, s \in \textit{Loinhuancty}$, $t[DOANHTHU] \leq_2 s[DOANHTHU] \Rightarrow t[LOINHUAN] \leq_2 s[LOINHUAN]$. Do đó theo định nghĩa ta có $DOANHTHU^+ \leadsto_2 LOINHUAN$.

Gọi $\mathcal{F}_A^k$ là họ các phụ thuộc đơn điệu tăng mức k trên lược đồ quan hệ U. Ta ký hiệu $\mathcal{F}_{A^*}k$ là tập tất cả các phụ thuộc đơn điệu tăng $X^+ \leadsto_k Y$ mức k mà được suy dẫn từ $\mathcal{F}_A^k$.

Định lý 4.3. *Trong CSDL mờ với tập vũ trụ các thuộc tính U, họ $\mathcal{F}_{A^*}^k$ thỏa mãn các tiên đề sau:*

(1) *Phản xạ:* $X^+ \leadsto_k X \in \mathcal{F}_{A^*}^k$.

(2) *Gia tăng:* $X^+ \leadsto_k Y \in \mathcal{F}_{A^*}^k \Rightarrow XZ^+ \leadsto_k YZ \in \mathcal{F}_{A^*}^k,\ Z \subseteq U$.

(3) *Bắc cầu:* $X^+ \leadsto_k Y \in \mathcal{F}_{A^*}^k,\ Y^+ \leadsto_k Z \in \mathcal{F}_{A^*}^k \Rightarrow X^+ \leadsto_k Z \in \mathcal{F}_{A^*}^k$.

Chứng minh

(1) Phản xạ: Hiển nhiên vì $\forall t, s \in r,\ t[X] \leq_k s[X](t[X] \leq_k s[X]$. Vậy $X^+ \leadsto_k X \in \mathcal{F}_{A^*}^k$.

(2) Theo giả thiết ta có $X^+ \leadsto_k Y \in \mathcal{F}_{A^*}^k$ nên theo định nghĩa $\forall t, s \in r,\ t[X] \leq_k s[X] \Rightarrow t[Y] \leq_k s[Y]$ (1'). Với $Z \subseteq U$, từ $t[X] \leq_k s[X]$ ta có $t[XZ] \leq_k s[XZ]$ (2'). Tương tự, từ $t[Y] \leq_k s[Y]$ ta có $t[YZ] \leq_k s[YZ]$ (3'). Từ (1'), (2'), (3') ta có $\forall t, s \in r,\ t[XZ] \leq_k s[XZ] \Rightarrow t[YZ] \leq_k s[YZ]$. Vậy $XZ^+ \leadsto_k YZ \in \mathcal{F}_{A^*}^k$.

(3) Theo giả thiết $X^+ \leadsto_k Y \in \mathcal{F}_{A^*}^k$, $Y^+ \leadsto_k Z \in \mathcal{F}_{A^*}^k$ nên ta có $\forall t, s \in r,\ t[X] \leq_k s[X] \Rightarrow t[Y] \leq_k s[Y]$ và $\forall t, s \in r,\ t[Y] \leq_k s[Y] \Rightarrow t[Z] \leq_k s[Z]$ hay $\forall t, s \in r,\ t[X] \leq_k s[X] \Rightarrow t[Z] \leq_k s[Z]$. Vậy $X^+ \leadsto_k Z \in \mathcal{F}_{A^*}^k$. ∎

4.2.2. Phụ thuộc đơn điệu giảm

Với X là một tập con của U và $t,\ s$ là hai bộ tùy ý trên U, ta viết $t[X] \geq_k s[X]$, nếu với mọi $A \in X$, ta có $t[A] \geq_k s[A]$.

Định nghĩa 4.4. Cho U là một lược đồ quan hệ, r là một quan hệ trên U và $X, Y \subseteq U$. Ta nói rằng quan hệ r thỏa mãn phụ thuộc đơn điệu giảm X xác định Y với mức k, ký hiệu là $X^- \rightsquigarrow_k Y$, trong quan hệ r, nếu ta có: $\forall t, s \in r,\ t[X] \leq_k s[X] \Rightarrow t[Y] \geq_k s[Y]$.

Ví dụ 4.5. Ta xét lược đồ quan hệ $U = \{MASO, TENCN, SN\_NGHILV, THUNHAP\}$ với ý nghĩa: Mã số công nhân ($MASO$), Tên công nhân ($TENCN$) là 2 thuộc tính kinh điển, Số ngày nghỉ làm việc trong tháng (*SN_NGHILV*), Thu nhập ($THUNHAP$) là 2 thuộc tính ngôn ngữ. Trong đó $D_{SN\_NGHILV} = [0, 30]$ và $D_{THUNHAP} = [0, 100]$. LD_{SN_NGHILV} và $LD_{THUNHAP}$ có cùng tập các xâu giống nhau với tập các phần tử sinh là $\{\mathbf{0}, \textit{thấp}, \boldsymbol{W}, \textit{cao}, 1\}$ và tập các gia tử là {*ít, khả năng, hơn, rất*}. Mặc dù các thuộc tính ngôn ngữ đang xét có cùng tập các xâu, nhưng ngữ nghĩa định lượng của chúng khác nhau. Phân hoạch các miền trị được tính giống như trong Ví dụ 4.3. Quan hệ *Luongcb*1 trong ví dụ này được cho trong Bảng 4.5.

Bảng 4.5. Quan hệ Luongcb1

MASO	TENCN	SN_NGHILV	THUNHAP
N1	Anh	3	78
N2	Ánh	5	75
N3	Lan	2	cao
N4	Hương	thấp	52
N5	Hằng	8	53
N6	Hồng	8	54
N7	Thúy	cao	10
N8	Thanh	9	52
N9	Hiển	18	thấp

Chúng ta có thể thấy rằng phụ thuộc đơn điệu giảm $SN\_NGHILV^- \rightsquigarrow_1 THUNHAP$ đúng trong quan hệ *Luongcb*1. Thật vậy, ta có $\forall t,\ s \in \textit{Luongcb}1,\ t[SN\_NGHILV] \leq_1 s[SN\_NGHILV] \Rightarrow t[THUNHAP] \geq_1 s[THUNHAP]$. Do đó theo định nghĩa ta có $SN\_NGHILV^- \rightsquigarrow_1 THUNHAP$.

Gọi $\mathcal{F}_D^k$ là họ các phụ thuộc đơn điệu giảm mức k trên lược đồ quan hệ U. Ta ký hiệu $\mathcal{F}_{D*}^k$ là tập tất cả các phụ thuộc đơn điệu giảm $X^- \rightsquigarrow_k Y$ mức k mà được suy dẫn từ $\mathcal{F}_D^k$.

Định lý 4.4. *Trong CSDL mờ với tập vũ trụ các thuộc tính U, họ $\mathcal{F}_{D*}^k$ thỏa mãn các tiên đề sau:*

(1) *Phản xạ:* $X^- \rightsquigarrow_k X \in \mathcal{F}_{D*}^k$.

(2) *Gia tăng:* $X^- \rightsquigarrow_Y \in \mathcal{F}_{D*}^k \Rightarrow XZ^- \rightsquigarrow_Y Z \in \mathcal{F}_{D*}^k,\ Z \subseteq U$.

(3) *Hỗn hợp bắc cầu:* $X^- \rightsquigarrow_k Y \in \mathcal{F}_{D*}^k,\ Y^+ \rightsquigarrow_k Z \in \mathcal{F}_{A*}^k \in X^- \rightsquigarrow_k Z \in \mathcal{F}_{D*}^k$.

Chứng minh. Tương tự như Định lý 4.3.

Từ Định lý 4.4 ta có hệ quả sau.

Hệ quả 4.2.

(4) *Hỗn hợp bắc cầu 1:* $X^+ \rightsquigarrow_k Y \in \mathcal{F}_{A*}^k,\ Y^- \rightsquigarrow_k Z \in \mathcal{F}_{D*}^k \Rightarrow X^- \rightsquigarrow_k Z \in \mathcal{F}_{D*}^k$.

(5) *Hỗn hợp bắc cầu 2:* $X^- \rightsquigarrow_k Y \in \mathcal{F}^k_{D*},\ Y^- \rightsquigarrow_k Z \in \mathcal{F}^k_{D*} \Rightarrow X^+ \rightsquigarrow_k Z \in \mathcal{F}^k_{A*}$.

5. KẾT LUẬN

Việc nghiên cứu CSDL với thông tin mờ, không chắc chắn dựa trên cách tiếp cận ĐSGT cho phép chúng ta giải quyết bài toán trực quan hơn so với cách tiếp cận lý thuyết tập mờ, lý thuyết khả năng và cơ sở tương tự... Nhờ xây dựng các khoảng lân cận và sử dụng ánh xạ định lượng với tham số là độ đo tính mờ của ngôn ngữ, các giá trị ngôn ngữ có giá trị thực trong miền tham chiếu làm đại diện cùng với hệ lân cận ngữ nghĩa của nó cho phép chúng ta chuyển các thao tác dữ liệu trong CSDL mờ về các thao tác dữ liệu kinh điển làm cho việc tổ chức thao tác trở nên đơn giản hơn. Với ưu điểm của ĐSGT, trong bài báo này chúng tôi nghiên cứu phụ thuộc đơn điệu tăng và đơn điệu giảm trong CSDL mờ, CSDL kinh điển và mối liên hệ giữa chúng đối với phụ thuộc hàm mờ. Tính đầy đủ của các tiên đề từ Định lý 4.1 đến Định lý 4.4 vẫn chưa được khẳng định bởi vì phải cần có một tiên đề bao hàm mức k phải có tính đúng đắn và đầy đủ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] N. C. Ho, A model of relational databases with linguistic data of hedge algebras - based semantics, *Hội thảo quốc gia lần thứ ba về "Nghiên cứu phát triển và ứng dụng CNTT và Truyền thông"* ICT.rda'2006, 20-21/05/2006.

[2] Nguyễn Cát Hồ, Trần Thái Sơn, Về khoảng cách giữa các giá trị của biến ngôn ngữ trong đại số gia tử, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học* **11** (1) (1995) 10–20.

[3] N. C. Ho, Fuzziness in structure of linguistic truth values: a foundation for development of fuzzy reasoning, *Proc. of Int. Symp. on Multiple-Valued Logic*, Boston University, Boston, Massachusetts, May 26-28, 1987, IEEE Computer Society Press, 1987, (325–335).

[4] 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 (105–112).

[5] N. C. Ho, H. V. Nam, T. D Khang and L. H. Chau, Hedge algebras, linguistic- valued logic and their application to fuzzy reasoning, inter.J. of Uncertainty, *Fuzziness and Knowledge-Based System* **7** (1999) 347–361.

[6] Nguyễn Công Hào, Mô hình cơ sở dữ liệu mờ theo cách tiếp cận đại số gia tử, "Kỷ yếu hội thảo quốc gia về các vấn đề chọn lọc công nghệ thông tin và truyền thông", Hải Phòng 2005, 285–293.

[7] H. Thuan, T. T. Thanh, Fuzzy functional dependencies with linguistic quantifiers, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học* **18** (2) (2002) 97–108.

[8] Hồ Thuần, Hồ Cẩm Hà, An Approach to extending the relational database model for handing incomplete information and data dependencies, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học* **17** (3) (2001) 41–47.

[9] S. Jyothi, M. Syam Babu, Multidependencies in fuzzy relational databases and lossless join decomposition, *Fuzzy Sets and Systems* **88** (1997) 315–332.

[10] B. P. Buckles, F. E. Petry, A fuzzy representation of data for relational databases, *Fuzzy Sets and Systems* **7** (3) (1982) 213–226.

[11] G. Chen, E. E. Kerre, J. Vandenbulcke, A computational algorithm for the FFD transitive closure and a complete axiomatization of fuzzy functional dependence, *Internatinal Journal of Intelligent Systems* **9** (5) (1994) 421–439.

[12] Mustafa LLKer Sozat, Adnan Yazici, A complete axiomatization for fuzzy functional and multivalued dependencies in fuzzy database relations, *Fuzzy Set and Systems* **117** (2001) 161–181.

[13] J. C. Cubero, M. A. Vila, A new definition of fuzzy functional dependency in fuzzy relational databases, *International Journal of Intelligent Systems* **9** (5) (1994) 441–448.

[14] T. K. Bhattacharjee, A. K. Mazumdar, Axiomatization of fuzzy multivalued dependencies in a fuzzy relational data model, *Fuzzy Set and Systems* **96** (3) (1998) 343–352.

[15] Phương M Nam, Trần Thái Sơn, Về một cơ sở dữ liệu mờ và ứng dụng trong quản lý tội phạm, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học* **22 1) (2006) 25–36.**

Nhận bài ngày 11 - 7 - 2007
Nhận lại sau sửa ngày 12 - 5 -2008