

Chương 6:
Phụ thuộc dữ liệu trong mô hình quan hệ

GVLT: ThS. Đỗ Thị Minh Phụng

Nhắc lại mô hình quan hệ

- **Quan hệ Q**
 - Định nghĩa trên một tập thuộc tính (A_1, A_2, \dots, A_n)
 - Tân từ $\|Q\|$ để mô tả mối liên hệ ngữ nghĩa giữa những thuộc tính trong Q
- **Ký hiệu:**
 - $Q(A_1, A_2, \dots, A_n)$: quan hệ Q định nghĩa trên tập các thuộc tính A_1, A_2, \dots, A_n
 - $Q^+ = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$
 - $\text{Dom}(A)$: miền giá trị (domain) của thuộc tính A

Mô hình quan hệ (tt)

- **Một bộ q của quan hệ $Q(A_1, A_2, \dots, A_n)$ là một tổ hợp giá trị (a_1, a_2, \dots, a_n) thỏa 2 điều kiện:**
 - $a_i \in \text{Domain}(A_i), \forall A_i \in Q^+$
 - Tân từ $\|Q(a_1, a_2, \dots, a_n)\|$ được thỏa
- **Một thể hiện của Q là tập các bộ của Q, ký hiệu TQ**

Mô hình quan hệ (tt)• **Phép chiếu**

- Chiếu một bộ q của Q lên một tập thuộc tính $X \subset Q^+$ (giả sử $X = \{A_1, \dots, A_m\}$):
Là phép trích các giá trị tương ứng với các thuộc tính trong X từ bộ q
Ký hiệu: $q.X$ hoặc $q[A_1, \dots, A_m]$
- Chiếu một thể hiện TQ của Q lên X
Là phép trích các giá trị tương ứng với các thuộc tính trong X từ tất cả các bộ trong TQ
Ký hiệu: $TQ[X]$ hoặc $TQ[A_1, \dots, A_m]$

4

Mô hình quan hệ (tt)• **Ví dụ:**

- $q = (a_1, a_2, \dots, a_m, a_{m+1}, \dots, a_n)$
 $\Rightarrow q.X = (a_1, a_2, \dots, a_m)$
- TQ:

A_1	A_2	...	A_m	A_{m+1}	...	A_n
a_1	a_2	...	a_m	a_{m+1}	...	a_n
a'_1	a_2	...	a'_m	a_{m+1}	...	a'_n

 $\Rightarrow TQ[X]:$

A_1	A_2	...	A_m
a_1	a_2	...	a_m
a'_1	a_2	...	a'_m

5

Mô hình quan hệ (tt)• **Khoá(key) của một quan hệ**

- $K \subseteq Q^+$ là khoá của quan hệ Q khi và chỉ khi hai điều kiện sau được thỏa:
(i) Mỗi giá trị k của khoá K xác định duy nhất một bộ của Q
(ii) K là tập thuộc tính nhỏ nhất thỏa điều kiện (i)
- Nếu chỉ thỏa điều kiện (i), K được gọi là một siêu khoá của Q

6

Phụ thuộc hàm (functional dependency)– Định nghĩa

- **Phụ thuộc hàm (PTH)** thể hiện sự phụ thuộc của một tập thuộc tính (Y) đối với một tập thuộc tính khác(X)

– Định nghĩa dựa trên những ngữ nghĩa, qui tắc tìm hiểu được từ môi trường ứng dụng

– Ký hiệu: $X \rightarrow Y$

- Cho quan hệ $Q(X, Y, Z)$, với X, Y, Z là các tập thuộc tính, $X \neq \emptyset, Y \neq \emptyset$

– Một thể hiện TQ của Q thỏa PTH $X \rightarrow Y$ nếu:

$$\forall q, q' \in TQ, q.X = q'.X \Rightarrow q.Y = q'.Y$$

7

Phụ thuộc hàm – Định nghĩa(tt)

– TQ vi phạm PTH $X \rightarrow Y$ nếu:

$$\exists q, q' \in TQ, q.X = q'.X \text{ và } q.Y \neq q'.Y$$

– PTH $X \rightarrow Y$ được gọi là định nghĩa trên Q nếu $\forall TQ$ là thể hiện của Q, TQ thỏa PTH này

– PTH $X \rightarrow Y$ gọi là phụ thuộc hàm hiển nhiên $\Leftrightarrow Y \subseteq X$

8

Ví dụ

- Xét lịch xếp lớp của một cơ sở giảng dạy trong một ngày, ta có các phụ thuộc hàm sau:

– (1) GV, Giờ \rightarrow Lớp

(nếu biết giảng viên và giờ dạy, ta sẽ biết được lớp mà giảng viên dạy vào giờ đó)

– (2) Giờ, Lớp \rightarrow Phòng

(Cho một giờ học và lớp học cụ thể, ta sẽ biết được lớp đang học phòng nào vào giờ đó)

\Rightarrow Nếu biết giảng viên và giờ dạy, ta sẽ biết Phòng mà giảng viên dạy vào giờ đó

\Rightarrow (3) GV, Giờ \rightarrow Phòng

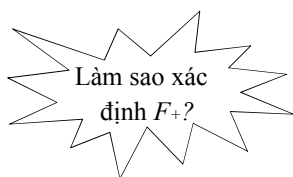
(3) Là hệ quả của (1) và (2)

9

Hệ quả của tập PTH

- Cho F là tập các PTH định nghĩa trên Q

- PTH f là hệ quả của F , ký hiệu $F \vdash f$ nếu f được thỏa trong tất cả các thể hiện TQ của Q
- Tập tất cả các phụ thuộc hàm hệ quả của F gọi là bao đóng (closure) của F , ký hiệu F_+ ($F \subseteq F_+$)



10

Phụ thuộc hàm suy dẫn từ F

- f là một PTH được suy dẫn từ F , ký hiệu $F \vdash f$, nếu:

- Tồn tại một chuỗi phụ thuộc hàm f_1, f_2, \dots, f_n , với $f_n = f$
 $f_i \in F$ hoặc được suy từ những phụ thuộc hàm $f_j, j=1..i-1$ nhờ vào luật dẫn
- F' là tập các PTH suy dẫn từ F nhờ vào tập luật dẫn R ($F \subseteq F'$)
- Tập luật dẫn R là hợp lệ và đầy đủ nếu và chỉ nếu $F' = F_+$

11

Hệ tiên đề Amstrong

- Gồm 3 luật dẫn:

- (FD1) Luật phản xạ:

$$\forall Y \subseteq X, X \rightarrow Y$$

- (FD2) Luật cộng:

$$\text{Nếu } X \rightarrow Y \text{ và } Z \subseteq W \text{ thì } X, W \rightarrow Y, Z$$

- (FD3) Luật bắc cầu:

$$\text{Nếu } X \rightarrow Y \text{ và } Y \rightarrow Z \text{ thì } X \rightarrow Z$$

- Hệ tiên đề Amstrong là một tập luật dẫn hợp lệ và đầy đủ

- Là cơ sở để tính F_+

12

Một số luật dẫn thông dụng khác

- Từ các luật dẫn trong tiên đề Amstrong ta có thể suy ra các luật dẫn khác, một số sau đây thường được sử dụng:

– Luật bắc cầu giả:

Nếu $X \rightarrow Y$ và $Y, W \rightarrow Z$ thì $X, W \rightarrow Z$

– Luật hội:

Nếu $X \rightarrow Y$ và $X \rightarrow Z$ thì $X \rightarrow Y, Z$

– Luật phân rã:

Nếu $X \rightarrow Y$ và $Z \subseteq Y$ thì $X \rightarrow Z$

Ghi chú: X, Y hay XY có nghĩa là $X \cup Y$

13

Bao đóng của tập PTH - Nhận xét

- F_+ thường rất lớn
- Thực tế: cho một phụ thuộc hàm $f: X \rightarrow Y$, xác định xem f có thuộc F_+ (có thỏa với mọi thể hiện của quan hệ Q ?)
- \rightarrow Có cần phải xác định F_+ để trả lời câu hỏi này?

14

Bao đóng của một tập thuộc tính

- Bao đóng của tập thuộc tính X nhờ vào tập phụ thuộc F , ký hiệu X_{+F} , được định nghĩa:

$$X_{+F} = \{Y \mid X \rightarrow Y \text{ được suy dẫn từ } F\}$$

$$\rightarrow X \subseteq X_{+F};$$

$$\rightarrow X_{+F} \subseteq Q_+$$
- Khái niệm bao đóng của một tập thuộc tính được sử dụng để kiểm tra xem một phụ thuộc hàm f có được suy dẫn từ F hay không ($f \in F_+$?)

15

Thuật toán để xác định X_{+F}

- **Vào:**
 - Q_+ : tập các thuộc tính của quan hệ Q (hữu hạn)
 - F : tập các phụ thuộc hàm định nghĩa trên Q
 - $X \subseteq Q_+$
- **Ra: X_{+F}**
- **Thuật toán:**
 1. $X_{+F} := X$
 2. **Lặp**
 - { Nếu ($\exists f: U \rightarrow V$ thuộc $F \mid U \subseteq X_{+F}$)
 - $X_{+F} := X_{+F} \cup V$
 - } cho đến khi ($X_{+F} = Q_+$ hoặc không còn thay đổi nữa)

16

Bài toán thành viên

- **Bổ đề (2.1):**
 - Cho $f: X \rightarrow Y$
 - $F \vdash f \Leftrightarrow Y \subseteq X_{+F}$

17

Bài toán thành viên

- **Bài toán thành viên:**
 - Cho F là tập PTH định nghĩa trên Q
 - $f: X \rightarrow Y$ là một phụ thuộc hàm mới nhận diện
 - Bài toán: $f \in F_+$?
 - Theo bổ đề 2.1, để chứng minh $f \in F_+$, ta chỉ cần chứng minh $Y \subseteq X_{+F}$
 - Để giải quyết bài toán thành viên, chỉ cần xác định X_{+F} , không cần xác định F_+

18

Ví dụ 2.1

- Cho $Q(ABCDEG)$

$$F = \{ AB \rightarrow C; D \rightarrow EG; C \rightarrow A; BE \rightarrow C; BC \rightarrow D$$

$$CG \rightarrow BD; ACD \rightarrow B; CE \rightarrow AG \}$$

Phụ thuộc hàm $BD \rightarrow A$ có đúng với mọi thể hiện của q không?

19

Phủ- khái niệm liên quan

- Tập phụ thuộc hàm tương đương

– Định nghĩa: Hai tập PTH F và F' gọi là tương đương, ký hiệu $F \equiv F'$ nếu $F_+ = F'_+$

– Bổ đề 2.2: $F \equiv F' \Leftrightarrow F \vdash F'$ và $F' \vdash F$

$$\Leftrightarrow F \vdash F' \text{ và } F' \vdash F$$

- Ví dụ 2.2: Xét tính tương đương của hai tập phụ thuộc hàm sau, định nghĩa trên $Q(ABCDE)$

$$F = \{ A \rightarrow BC; A \rightarrow D; CD \rightarrow E \}$$

$$F' = \{ A \rightarrow BCE; A \rightarrow ABD; CD \rightarrow E \}$$

20

Phủ

- Định nghĩa:

Một tập phụ thuộc hàm F' được gọi là phủ của F nếu $F' \equiv F$

- Ví dụ:

Trong ví dụ 2.2, F' là một phủ của F .

21

Phủ tối thiểu – khái niệm liên quan• **Phụ thuộc hàm đầy đủ**

– Định nghĩa:

Cho F là tập các phụ thuộc hàm và $f: X \rightarrow Y \in F$ f là một phụ thuộc hàm đầy đủ trong F nếu:

$$\neg \exists X' \subset X \text{ sao cho: } F \equiv (F - \{X \rightarrow Y\} \cup \{X' \rightarrow Y\}),$$

nghĩa là, từ F không suy dẫn ra được PTH $X' \rightarrow Y$

– Ví dụ 2.3

$$F = \{ A \rightarrow BCD; BCD \rightarrow E; CD \rightarrow I; I \rightarrow E \}$$

 $BCD \rightarrow E$ là phụ thuộc hàm không đầy đủ,

$$\text{vì } F \vdash CD \rightarrow E$$

22

Phủ tối thiểu• **Định nghĩa:**

Cho F là tập các PTH mà về phải chỉ chứa một thuộc tính (dùng luật phân rã để biến đổi các PTH mà về phải có nhiều hơn một thuộc tính)

G là một phủ tối thiểu của F nếu G là một phủ của F và thoả hai điều kiện:

(1) G chỉ chứa các PTH đầy đủ(2) $\neg \exists f: X \rightarrow A \in G$ sao cho $G \equiv (G - \{X \rightarrow A\})$ Ký hiệu: $G = \text{PTT}(F)$

23

Phủ tối thiểu (tt)• **Thuật toán tìm phủ tối thiểu**– Vào: Tập phụ thuộc hàm F – Ra: $\text{PTT}(F)$

– Thực hiện:

1. Nếu $\exists f: X \rightarrow Y \in F$ với $\text{card}(Y) > 1$, phân rã f .

2. Thay các PTH không đầy đủ bằng PTH đầy đủ

3. Loại bỏ các phụ thuộc hàm thừa (có thể được suy dẫn từ các PTH còn lại trong F)• **Ghi chú:** Một tập PTH F có thể có nhiều hơn 1 phủ tối thiểu

24

Ví dụ• **Ví dụ 2.4:**

Cho $F = \{A \rightarrow BC; B \rightarrow AC; C \rightarrow A\}$

Tìm phủ tối thiểu của F ?

• **Ví dụ 2.5:**

– Cho $F = \{A \rightarrow C; A \rightarrow B; B \rightarrow A\}$

Tìm phủ tối thiểu của F

25

Đồ thị phụ thuộc hàm• **Đồ thị phụ thuộc hàm là một đồ thị vô hướng, với :**

- Một tập nút tượng trưng cho tập PTH, ký hiệu O với tên PTH bên cạnh.
- Một tập nút tượng trưng cho các thuộc tính, ký hiệu ● với tên thuộc tính bên cạnh.
- Một tập cung có hướng nối một nút PTH(thuộc tính) đến một nút thuộc tính (PTH).
- Một cung xuất phát từ nút thuộc tính A đến một nút PTH f, cùng với một cung từ nút PTH f đến nút thuộc tính B, biểu diễn cho PTH $A \rightarrow B$

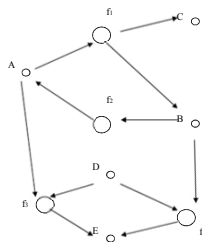
• **Khi F có nhiều PTT, đồ thị của F có chứa chu trình.**

26

Ví dụ 2.6

Cho $F = \{f_1: A \rightarrow BC; f_2: B \rightarrow A; f_3: AD \rightarrow E; f_4: BD \rightarrow E\}$

Đồ thị của F :



27

Tính chất của phụ thuộc hàm• **Tính chiều**

f: $X \rightarrow Y$ định nghĩa trên Q

Lấy $Q' = Q[W]$ với $W \supseteq X$ và $W \cap Y \neq \emptyset$

Khi đó, trên Q' ta có PTH $f': X \rightarrow W \cap Y$

• **Tính phản chiều:**

f: $X \rightarrow Y$ định nghĩa trên $Q'[W]$

Lấy $Q(V)$ sao cho $V \supseteq W$

Khi đó, PTH $X \rightarrow Y$ định nghĩa trên cả Q

28

Ứng dụng phụ thuộc hàm vào khóa• **Định nghĩa lại khóa theo khái niệm phụ thuộc hàm:**

– Cho quan hệ Q và F là tập PTH định nghĩa trên Q

– $K \subseteq Q_+$ là một khóa của Q nếu:

i. $f: K \rightarrow Q_+ \in F_+$ (hay $K \rightarrow_F Q_+$)

ii. $\neg \exists K' \subseteq K \mid K' \rightarrow Q_+$

29

Ứng dụng phụ thuộc hàm vào khóa (tt)• **Thuật toán xác định khóa của quan hệ:**

1. Xây dựng các tổ hợp có thể có từ Q_+

2. Tìm tập S chứa tất cả các tổ hợp $K \subseteq Q_+$ thỏa điều kiện (i), mỗi tổ hợp K như vậy là một siêu khóa của Q.

3. $\forall K \in S$

Nếu $\exists K' \mid K \subset K'$ thì loại K ra khỏi S

– Thực tế, kết hợp bước 2 và bước 3: bắt đầu xét từ những tổ hợp có ít phần tử nhất, nếu tìm được một tổ hợp K_i thỏa điều kiện (i) thì loại bỏ ngay các tổ hợp có chứa K_i .

• **Vấn đề: Số tổ hợp có thể có từ Q_+ sẽ rất lớn nếu Q_+ lớn \rightarrow Cần giới hạn số tổ hợp cần khảo sát**

30

Ứng dụng phụ thuộc hàm vào khóa(tt)• **Giới hạn số lượng tổ hợp:**

– Thuộc tính nguồn:

A là một thuộc tính nguồn nếu $\neg \exists f: X \rightarrow Y \in F \mid A \in Y$

Trên đồ thị PTH, thuộc tính nguồn không có cung vào

Nhận xét: mọi thuộc tính nguồn phải xuất hiện trong mọi khóa của Q

– Thuộc tính đích:

B là một thuộc tính đích nếu $\neg \exists f: X \rightarrow Y \in F \mid B \in X$

Trên đồ thị PTH, thuộc tính đích chỉ có cung vào, không có cung ra.

Nhận xét: thuộc tính đích không xuất hiện trong bất kỳ khóa nào của Q

31

Ví dụ 2.7• **Cho Q(ABCDEFG) với** $F = \{f_1: AD \rightarrow B; f_2: EG \rightarrow A; f_3: BC \rightarrow G\}$ **Xác định các khóa của Q**

32
