Phụ thuộc hàm

TS.Nguyễn Quốc Tuấn
Bm. Mạng & HTTT

Nội dung

- Giới thiệu phụ thuộc hàm.
- Luật suy diễn Armstrong
- Phủ tối thiểu
- Tìm khóa lược đồ

Phụ thuộc hàm (1)

- Phụ thuộc hàm(PTH) - Functional Dependencies
- Xét lược đồ quan hệ gồm n thuộc tính
  - $R(U)$, $U=\{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$
- PTH giữa hai tập thuộc tính $X, Y \subseteq U$
  - Ký hiệu: $X \rightarrow Y$.
  - $\forall r \in R$, $\forall t_1, t_2 \in r$ nếu $t_1[X] = t_2[X]$ thì $t_1[Y] = t_2[Y]$.
- X là vế trái và Y là vế phải của PTH.
- $X \rightarrow Y$ được gọi là PTH hiển nhiên nếu $Y \subseteq X$
- $X \rightarrow Y$ được gọi là PTH nguyên tố (Y PTH đầy đủ vào X) nếu $\forall X' \subset X$ thì X' không $\rightarrow Y$

Phụ thuộc hàm (2)

NHANVIEN_PHONGBAN

TenNV	MaNV	NgSinh	Diachi	MaPB	TenPB	TrPhong

$MaNV \rightarrow TenNV$ $\quad$ $MaNV \rightarrow MaPB$ $\quad$ $MaPB \rightarrow \{TenPB, TrPhong\}$

- $r \in R$ thỏa mãn các PTH gọi là trạng thái hợp lệ của R
- Nhận xét:
  - Các PTH xuất phát từ các ràng buộc trong thế giới thực.
  - $\forall r \in R$, $\forall t \in r$, t [X] là duy nhất thì X là một siêu khóa của R.
  - Nếu K là một khóa của R thì K xác định hàm tất cả các tập thuộc tính của R.
  - PTH dùng để đánh giá một thiết kế CSDL

Bao đóng của tập PTH

- F là tập PTH trên R
  - F = {MaNV → TenNV, MaPB → {TenPB, TrPhong}, MaNV → MaPB}.
  - ∀r∈R thỏa F và MaNV → {TenPB, TrPhong} cũng đúng với r thì MaNV → {TenPB, TrPhong} gọi là được suy diễn từ F.
- Bao đóng của F, ký hiệu F^+, gồm
  - F
  - Tất cả các PTH được suy diễn từ F.
- F gọi là đầy đủ nếu $F = F^+$.

Luật suy diễn (1)

- Luật suy diễn dùng để suy diễn một PTH mới từ một tập PTH cho trước.
- Hệ luật suy diễn Armstrong
  - Phản xạ: $Y \subseteq X \Rightarrow X \to Y$.
  - Tăng trưởng: $X \to Y \Rightarrow XZ \to YZ$, với $XZ = X \cup Z$.
  - Bắc cầu: $X \to Y, Y \to Z \Rightarrow X \to Z$.
-
  - Phân rã: $X \to YZ \Rightarrow X \to Y, X \to Z$.
  - Hợp: $X \to Y, X \to Z \Rightarrow X \to YZ$.
  - Bắc cầu giả: $X \to Y, WY \to Z \Rightarrow WX \to Z$.

Luật suy diễn (2)

- Ví dụ 1:
  - Cho $F=\{A \rightarrow B, B \rightarrow C, A \rightarrow D\}$
  - Hãy chứng tỏ PTH $A \rightarrow CD$ suy diễn từ F nhờ luật dẫn Armstrong
  - Cách giải:
    - $A \rightarrow B, B \rightarrow C \Rightarrow A \rightarrow C$ (luật bắc cầu)
    - $A \rightarrow C, A \rightarrow D \Rightarrow A \rightarrow CD$ (luật hợp).
- Ví dụ 2: Cho $F=\{AB \rightarrow E, AG \rightarrow I, BE \rightarrow I, E \rightarrow G, GI \rightarrow H\}$
  - Hãy chứng tỏ PTH $AB \rightarrow GH$ suy diễn từ F nhờ luật dẫn Armstrong?

Bao đóng của tập thuộc tính

- Làm thế nào để biết một PTH $X \rightarrow Y$ được suy diễn từ tập PTH F cho trước?
- Bao đóng của tập thuộc tính X đối với F, ký hiệu X^+ là
  - Tập các thuộc tính PTH vào X.
  - $X^+ = \{A \in U \mid X \rightarrow A \in F^+\}$
- Nhận xét:
  - $X \rightarrow Y \in F^+ \Leftrightarrow Y \subseteq X^+$.
  - Nếu K là khóa của R thì $K^+ = U$.

Thuật toán tìm X^+

- Input: U, F và $X \subseteq U$
- Output: X^+
- Thuật toán
  - *B1*: $X^+ = X$;
  - *B2*: Nếu tồn tại $Y \rightarrow Z \in F$ và $Y \subseteq X^+$ thì
    - $X^+ = X^+ \cup Z$;
    - tiếp tục *B2*.
  - Ngược lại qua *B3*.
  - *B3*: output X^+

Ví dụ tìm X^+

- Input:
  - $F = \{AB \rightarrow C, BC \rightarrow D, D \rightarrow EG\}$
  - $X = BD$
- Output: X^+
- Thuật toán
  - $X^+ = BD$.
  - Lặp 1:
    - Tìm các PTH có vế trái là tập con của $X^+ = BD$
      - $D \rightarrow EG$, thêm EG vào X^+ ta được $X^+ = BDEG$.
  - Lặp 2:
    - Tìm các PTH có vế trái là tập con của $X^+ = BDEG$
      - Không có PTH nào.
  - Vậy $X^+ = BDEG$.

Ví dụ tìm X^+

- VD2: Cho lược đồ quan hệ Q(ABCDEG) và tập PTH F
  - $F = \{ B \rightarrow A, DA \rightarrow CE, D \rightarrow H, GH \rightarrow C, AC \rightarrow D \}$
  - Tìm bao đóng của tập X={AC} dựa trên F

- VD3: Cho lược đồ quan hệ Q(ABCDEG) và tập PTH F
  - $F = \{A \rightarrow C, A \rightarrow EG, B \rightarrow D, G \rightarrow E\}$
  - Xác định X^+
    - X= {AB}
    - X={CGD}

Kiểm tra PTH suy diễn

- Cho F = {AB → C, A → D, D → E, AC → B}
  - Hai PTH AB → E và D → C có được suy diễn từ F hay không?

Các tập PTH tương đương

- Tập PTH F được nói là phủ tập PTH G nếu $G \subseteq F^+$
- Hai tập PTH F và G là tương đương nếu
  - F phủ G và
  - G phủ F
- Nhận xét
  - $\forall X \rightarrow Y \in G$, nếu $Y \subseteq X^+_F$ thì F phủ G.
  - F và G tương đương nếu và chỉ nếu $F^+ = G^+$

Tập PTH tối thiểu (1)

- Thừa PTH
  - {A → B, B → C, A → C}, vì A → C được suy diễn từ {A → B, B → C}
  - A → B, B → C ⇒A → C (luật bắc cầu).
- Thừa thuộc tính
  - {A → B, B → C, A → CD}, vì A → CD được suy diễn từ {A → B, B → C, A → D}
    - A → B, B → C ⇒A → C (luật bắc cầu)
    - A → C, A → D ⇒ A → CD (luật hợp).
  - {A → B, B → C, AC → D}, vì AC → D được suy diễn từ {A → B, B → C, A → D}
    - A → B, A → D ⇒ A → BD (luật hợp)
    - A → BD ⇒AC → BCD (luật tăng trưởng)
    - AC → BCD ⇒ AC → D (luật phân rã).

Tập PTH tối thiểu

- Tập PTH F là tối thiểu nếu thỏa các điều kiện sau:
  - Mọi PTH của F chỉ có một thuộc tính ở vế phải.
  - Không thể thay $X \rightarrow A$ thuộc F bằng $Y \rightarrow A$ với $Y \subset X$ mà tập mới tương đương với F.
  - Nếu bỏ đi một PTH bất kỳ trong F thì tập PTH còn lại không tương đương với F.
- Phủ tối thiểu của tập PTH E là tập PTH tối thiểu F tương đương với E.
- Nhận xét
  - Mọi tập PTH có ít nhất một phủ tối thiểu.

Thuật toán tìm tập PTH tối thiểu

- Input: tập PTH E.
- Output: phủ tối thiểu F của E.
- Thuật toán:
  - *B1*: $F = \emptyset$
  - *B2*: Với mọi $X \rightarrow Y \in E$, $Y = \{A_1, \ldots, A_k\}$, $A_i \in U$
    - $F = F \cup \{X \rightarrow \{A_i\}\}$
  - *B3*: Với mỗi $X \rightarrow \{A\} \in F$, $X = \{B_1, \ldots, B_m\}$, $B_i \in U$
    - Với mỗi B_i, nếu $B_i \in (X - \{B_i\})_F^+$ thì
      - $F = (F - \{X \rightarrow \{A\}\}) \cup \{(X - \{B_i\}) \rightarrow \{A\}\}$
  - *B4*: Với mỗi $X \rightarrow \{A\} \in F$
    - $G = F - \{X \rightarrow \{A\}\}$
    - Nếu $A \in X^+_G$ thì $F = F - \{X \rightarrow \{A\}\}$.

Ví dụ tìm tập PTH tối thiểu

- Tìm phủ tối thiểu của

  $E = \{A \rightarrow BC, A \rightarrow B, B \rightarrow C, AB \rightarrow C\}$

  - *B1*: $F = \emptyset$.
  - *B2*: $F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, B \rightarrow C, AB \rightarrow C\}$.
  - *B3*: Xét $AB \rightarrow C$
    - $(A)_F^+ = ABC$ chứa B => B dư thừa
    - $F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, B \rightarrow C\}$.
  - *B4*:
    - $A \rightarrow C$ thừa do $A^+_{F-\{A \rightarrow C\}} = ABC$ chứa C
    - $F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C\}$.

Ví dụ tìm tập PTH tối thiểu

- Tìm phủ tối thiểu của
  F1={A→C, AB→C, B→ EG, BE → D, C → H, A → H}

Ví dụ tìm tập PTH tối thiểu

- Tìm phủ tối thiểu của
  F1={AB→C, A→DE, B→ M, M → GH, D → IJ}

Siêu khóa và Khóa

- Cho R(U)
  - $S \subseteq U$ là siêu khóa nếu $\forall r \in R$, $\forall t_1, t_2 \in r$, $t_1 \neq t_2$ thì $t_1[S] \neq t_2[S]$.
  - $K \subseteq U$ là khóa nếu K là siêu khóa nhỏ nhất.
    - $A \in K$ được gọi là thuộc tính khóa.
- Nhận xét
  - S xác định hàm tất cả các thuộc tính của R.
  - R có thể có nhiều khóa.

Xác định khóa của lược đồ

- Input: tập PTH F xác định trên lược đồ R(U).
- Output : khóa K của R.
- Thuật toán
  - *B1*:
    - $K = U = \{A_1, \ldots, A_n\}$
    - $i = 1$;
  - *B2*:
    - Nếu $U \subseteq (K - \{A_i\})_F^+$ thì $K = K - \{A_i\}$.
    - $i = i + 1$;
    - Nếu $i > n$ thì sang *B3*. Ngược lại, tiếp tục *B2*.
  - *B3*:
    - Output K.

Ví dụ tìm khóa của lược đồ

- Cho R(U), U = {A, B, C, D, E, F, G}.
  - F = {B → A, D → C, D → BE, DF → G}.
- Tìm khóa của R
  - B1:
    - K = ABCDEFG.
  - B2:
    - Lặp 1: $(BCDEFG)_F^+$ = BCDEFGA ⇒ K = BCDEFG.
    - Lặp 2: $(CDEFG)_F^+$ = CDEFGBA ⇒ K = CDEFG.
    - Lặp 3: $(DEFG)_F^+$ = DEFGCBA ⇒ K = DEFG.
    - Lặp 4: $(EFG)^+_F$ = EFG.
    - Lặp 5: $(DFG)_F^+$ = DFGCBEA ⇒ K = DFG.
    - Lặp 6: $(DG)_F^+$ = DGCBEA.
    - Lặp 7: $(DF)_F^+$ = DFCBEAG ⇒ K = DF.
  - B3:
    - Khóa là K = DF.

Ví dụ tìm tất cả khóa của lược đồ

- Cho R(U), U = {A, B, C, D, E, F}.
  - F = {AE → C, CF → A, BD → F, AF → E}.
- Tìm 1 khóa của lược đồ trên?

Ví dụ tìm tất cả khóa của lược đồ

- Cho R(U), U = {A, B, C, D, E, F}.
  - F = {AE → C, CF → A, BD → F, AF → E}.
- Hỏi ABD có phải là 1 khóa của lược đồ hay không? Vì sao?

Xác định tất cả khóa của lược đồ

- Input: tập PTH F xác định trên lược đồ R(U).
- Output: tất cả khóa của R.
- Thuật toán
  - *B1*:
    - Xây dựng 2^n tập con của $U = \{A_1, A_2 \ldots, A_n\}$
    - $S = \{\}$;
  - *B2*:
    - Với mỗi tập con $X \subseteq U$
    - Nếu $U \subseteq X_F^+$ thì $S = S \cup \{X\}$
  - *B3*:
    - $\forall X, Y \in S$, nếu $X \subset Y$ thì $S = S - \{Y\}$
  - *B4*:
    - S là tập các khóa của R

Ví dụ tìm tất cả khóa của lược đồ

- Cho R(U), U = {A, B, C, D, E, F}.
  - F = {AE → C, CF → A, BD → F, AF → E}.
- Tìm tất cả khóa của R
  - Tập siêu khóa
    - S = {ABD, BCD, ABCD, ABDE, BCDE, ABCDE, ABDF, BCDF, ABCDF, ABDEF, BCDEF, ABCDEF}.