Phụ thuộc hàm

Định nghĩa phụ thuộc hàm

Giả sử *X* và *Y* là hai tập thuộc tính của lược đồ quan hệ *R*

Một **phụ thuộc hàm từ** *X* **vào** *Y* là một ràng buộc trên các bộ của mọi trạng thái hợp lệ *r* (*R*) (tập các bộ r trên R) sao cho:

với hai bộ bất kỳ t_1, $t_2 \in r$ (R), nếu $t_1[X] = t_2[X]$ thì $t_1[Y] = t_2[Y]$

Phụ thuộc hàm từ X vào Y được ký hiệu là $X \rightarrow Y$ với *X* là vế trái và *Y* là vế phải của phụ thuộc hàm

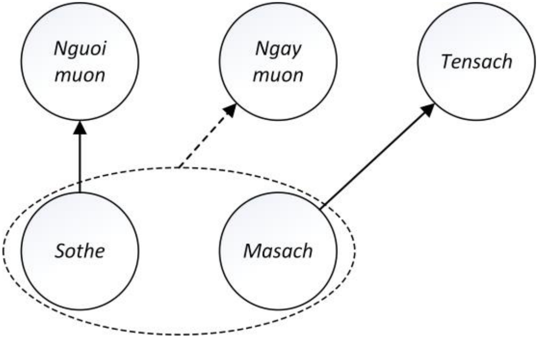
Các cách diễn đạt khác: *Y* **phụ thuộc hàm vào** *X* hoặc *X* **xác định hàm** *Y*

Ví dụ phụ thuộc hàm

Lược đồ quan hệ

MUONSACH(*Sothe*, *MaSach*, *Nguoimuon*, *Tensach*, *Ngaymuon*) có các phụ thuộc hàm:

$$Sothe \rightarrow Nguoimuon$$
$$Masach \rightarrow Tensach$$
$$Sothe, Masach \rightarrow Ngaymuon$$



Ví dụ phụ thuộc hàm 2

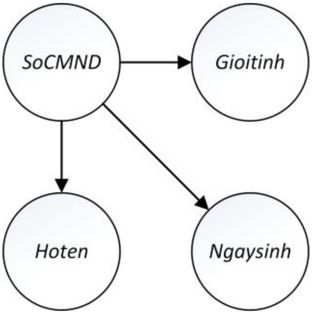
Lược đồ quan hệ

CONGDAN(*<u>SoCMND</u>*, *Hoten*, *Ngaysinh*, *Gioitinh*) có các phụ thuộc hàm:

$SoCMND \rightarrow Hoten$

$SoCMND \rightarrow Ngaysinh$

$SoCMND \rightarrow Gioitinh$



Phụ thuộc hàm suy diễn được (hệ quả)

- Giả sử F là một tập phụ thuộc hàm trên lược đồ quan hệ R
- PTH f là suy diễn được (hệ quả) của F, ký hiệu $\boldsymbol{F \models f}$ nếu f được thỏa trong tất cả các thể hiện T_R của R
- $X \rightarrow Y$ suy diễn được từ F được ký hiệu là $\boldsymbol{F \models X \rightarrow Y}$
- Khả năng suy dẫn nhằm khám phá thêm tập PTH là rất cần thiết để thiết kế các lược đồ quan hệ đạt chất lượng tốt

Ví dụ:

Xét lược đồ R(A, B, C, G, H, I) và PTH F định nghĩa trên R

$F = \{$
$f1: A \rightarrow B$
$f2: A \rightarrow C$
$f3: CG \rightarrow H$
$f4: CG \rightarrow I$
$f5: B \rightarrow H$
$\}$

$\Rightarrow$ *Ta có f6: : $A \rightarrow H$ là phụ thuộc hàm hệ quả từ F*

Phụ thuộc hàm suy diễn được (hệ quả)

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

f1: GV, Giờ $\rightarrow$ Lớp

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

f2: 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*

$\Rightarrow$ f3: GV,Giờ $\rightarrow$ Phòng

(f3) là ***hệ quả*** của (f1) và (f2)

Các qui tắc suy diễn đối với các phụ thuộc hàm

Armstrong đưa ra 6 qui tắc suy diễn đối với phụ thuộc hàm (1974):

QT1.(phản xạ): Nếu $X \supseteq Y$ thì $X \rightarrow Y$

QT2.(tăng): $\{X \rightarrow Y\} \models XZ \rightarrow YZ$

QT3.(bắc cầu): $\{X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z\} \models X \rightarrow Z$

QT4.(chiếu): $\{X \rightarrow YZ\} \models X \rightarrow Y$ và $X \rightarrow Z$

QT5.(hợp): $\{X \rightarrow Y, X \rightarrow Z\} \models X \rightarrow YZ$

QT6.(tựa bắc cầu): $\{X \rightarrow Y, WY \rightarrow Z\} \models WX \rightarrow Z$

Chứng minh QT1, QT2

- QT1: Nếu $X \supseteq Y$ thì $X \to Y$

  Giả sử $X \supseteq Y$ và t_1, t_2 là hai bộ bất kỳ trong $r(R)$ thỏamãn $t_1[X] = t_2[X]$. Khi đó, do $X \supseteq Y$ nên $t_1[Y] = t_2[Y]$. Vậy $X \to Y$.

- QT2: $\{X \to Y\} \models XZ \to YZ$

  Giả sử $X \to Y$ nhưng $XZ \not\to YZ$. Khi đó theo định nghĩa phụ thuộc hàm, tồn tại hai bộ $t_1, t_2 \in r(R)$ sao cho:

$$t_1[X] = t_2[X], \qquad (2)$$

$$t_1[Y] = t_2[Y], \qquad (3)$$

$$t_1[XZ] = t_2[XZ] \qquad (4)$$

nhưng

$$t_1[YZ] \neq t_2[YZ] \qquad (5)$$

Từ (2) và (4) ta có:

$$t_1[Z] = t_2[Z] \qquad (6)$$

Từ (3) và (6) suy ra $t_1[YZ] = t_2[YZ] \Longrightarrow$ mâu thuẫn với (5).

Chứng minh QT3

QT3: $\{X \to Y, Y \to Z\} \models X \to Z$

- Giả sử ta có

$$X \to Y \quad (7)$$

và

$$Y \to Z \quad (8)$$

Khi đó, với hai bộ $t_1, t_2 \in r(R)$ bất kỳ sao cho $t_1[X] = t_2[X]$, từ (7) chúng ta suy ra:

$$t_1[Y] = t_2[Y] \quad (9)$$

Từ (8) và (9) ta có:

$$t_1[Z] = t_2[Z] \quad (10)$$

Từ $t_1[X] = t_2[X]$ và (10) chúng ta có $X \to Z$

Chứng minh QT4

QT4: $\{X \to YZ\} \models X \to Y$ và $X \to Z$

- Ta có

$$X \to YZ \tag{11}$$

Do $YZ \supseteq Y$ nên theo QT1:

$$YZ \to Y \tag{12}$$

Áp dụng QT3 cho (11) và (12): $X \to Y$. Tương tự, ta có: $X \to Z$.

Chứng minh QT5

QT5: $\{X \to Y, X \to Z\} \models X \to YZ$

- Giả sử ta có

$$X \to Y \tag{13}$$

và

$$X \to Z \tag{14}$$

Áp dụng QT2 cho (13):

$$XX \to YX \tag{15}$$

Áp dụng QT2 cho (14):

$$YX \to YZ \tag{16}$$

Áp dụng QT3 cho (15), (16) và do $XX = X$: $X \to YZ$.

Chứng minh QT6

QT6: $\{X \to Y, WY \to Z\} \models WX \to Z$

- Giả sử ta có:

$$X \to Y \tag{17}$$

và

$$WY \to Z \tag{18}$$

Áp dụng QT2 cho (17):

$$WX \to WY \tag{19}$$

Áp dụng QT3 cho (19): $WX \to Z$.

Các qui tắc suy diễn đối với phụ thuộc hàm

Amstrong đã chứng minh rằng các quy tắc suy diễn QT1, QT2 và QT3 là đúng và đầy đủ:

- Đúng: cho trước một tập phụ thuộc hàm *F* trên một lược đồ quan hệ *R*, bất kỳ một phụ thuộc hàm nào suy diễn được bằng cách áp dụng các quy tắc từ từ QT1 đến QT3 cũng đúng trong mỗi trạng thái quan hệ *r* (*R*) thoả mãn các phụ thuộc hàm trong *F*
- Đầy đủ: việc sử dụng các quy tắc từ QT1 đến QT3 lặp lại nhiều lần để suy diễn các phụ thuộc hàm cho đến khi không còn suy diễn được nữa sẽ cho kết quả là một tập hợp đầy đủ các phụ thuộc hàm có thể được suy diễn từ *F*
- Các qui tắc QT1, QT2 và QT3 được gọi là *các qui tắc suy diễn Armstrong*

Bao đóng của tập thuộc tính

Giả sử F là một tập phụ thuộc hàm trên lược đồ quan hệ R và X là một tập thuộc tính của R

Bao đóng của tập thuộc tính X dưới F, ký hiệu là X^+ được định nghĩa như sau:

$$X^+ = \{A, A \text{ là thuộc tính của } R, \boldsymbol{F} \models \boldsymbol{X} \rightarrow \boldsymbol{A}\}$$

Khi cần chỉ rõ tập phụ thuộc hàm, chúng ta ký hiệu bao đóng của X dưới F là X_F^+

Tìm bao đóng của tập thuộc tính

Thuật toán 1: Tìm bao đóng X^+ của X dưới F

Input: Lược đồ quan hệ R, tập phụ thuộc hàm F và tập thuộc tính X

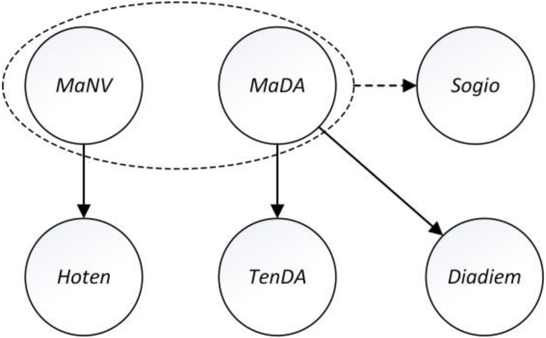
Output: Tập thuộc tính X^+ là bao đóng của X

$X^+ = X$;
repeat
    $OldX^+ = X^+$;
    for mỗi phụ thuộc hàm $Y \rightarrow Z$ trong F **do**
        if $X^+ \supseteq Y$ **then**
            $X^+ = X^+ \cup Z$;
        end
    end
until $OldX^+ = X^+$;

Ví dụ bao đóng của tập thuộc tính

Lược đồ quan hệ $R(MaNV, Hoten, MaDA, TenDA, Diadiem, Sogio)$ có tập phụ thuộc hàm:

$F = \{MaNV \rightarrow Hoten, MaDA \rightarrow \{TenDA, Diadiem\}, \{MaNV, MaDA\} \rightarrow Sogio\}$



$\boldsymbol{MaNV^+} = \{MaNV, Hoten\}$, $\boldsymbol{MaDA^+} = \{MaDA, TenDA, Diadiem\}$

$\boldsymbol{\{MaNV, MaDA\}^+} = \{MaNV, Hoten, MaDA, TenDA, Diadiem, Sogio\}$

Ví dụ bao đóng của tập thuộc tính

R(A, B, C, D, E, F)

F = { $AB \rightarrow C$, $BC \rightarrow AD$, $D \rightarrow E$, $CF \rightarrow B$ }

Tìm AB^+_F

$AB^+_F = AB$

$AB \rightarrow C$: ABC

$BC \rightarrow AD$: ABCD

$D \rightarrow E$: ABCDE

Ngừng

$AB^+_F = \{A, B, C, D, E\}$

Ví dụ bao đóng của tập thuộc tính

R(A, B, C, D, E, F)

F = { AB→C, BC→AD, D→E, CF→B }

Kiểm tra PTH AB→D có suy dẫn từ F không?

AB^{+}_{F} = {A, B, C, D, E}

Có D trong bao đóng

Kết luận AB→D suy dẫn từ F

Ví dụ bao đóng của tập thuộc tính

R(A, B, C, D, E, F)

F = { $AB \rightarrow C$, $BC \rightarrow AD$, $D \rightarrow E$, $CF \rightarrow B$ }

Kiểm tra PTH $D \rightarrow A$ có suy dẫn từ F không?

$D^+_F = \{D, E\}$

Không có A trong bao đóng

Kết luận $D \rightarrow A$ không suy dẫn từ F

KHÓA

- **Định Nghĩa**: Cho lược đồ quan hệ Q(A1, A2, …, An)
  - Q+ là tập thuộc tính của Q.
  - F là tập phụ thuộc hàm trên Q.
  - K là tập con của Q+

K là một khóa của Q nếu:

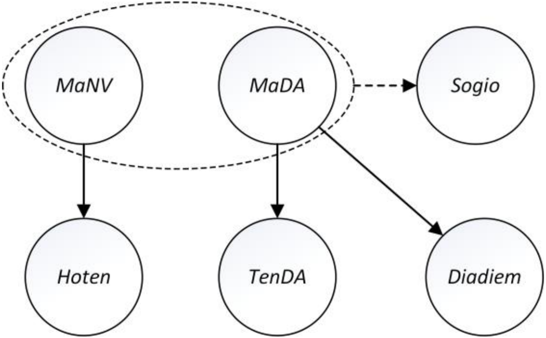
- K+ = Q+
- Không tồn tại $K' \subset K$ sao cho K'+= Q+

KHÓA

- Tập thuộc tính ***S*** được gọi là ***siêu khóa*** nếu **S ⊇K**
- Thuộc tính ***A*** được gọi là ***thuộc tính khóa*** nếu A∈K với K là khóa bất kỳ của Q. Ngược lại A được gọi là ***thuộc tính không khóa.***
- Một lược đồ quan hệ có thể có nhiều khóa và tập thuộc tính không khóa cũng có thể bằng rỗng.

KHÓA

Lược đồ quan hệ $R(MaNV, Hoten, MaDA, TenDA, Diadiem, Sogio)$



$\{MaNV, MaDA\}^+ = \{MaNV, Hoten, MaDA, TenDA, Diadiem, Sogio\}$,
$MaNV^+ = \{MaNV, Hoten\}$, $MaDA^+ = \{MaDA, TenDA, Diadiem\}$

$\{MaNV, MaDA\}$ **là siêu khóa tối thiểu** $\Longrightarrow \{MaNV, MaDA\}$ là khóa

Khóa

- **Thuật toán tìm một khóa của một lược đồ quan hệ Q**
  - *Bước 1*: gán K = Q+
  - *Bước 2*: A là một thuộc tính của K,

    Đặt K' = K - A. Nếu K'+= Q+ thì gán K = K' thực hiện lại bước 2
    - Nếu muốn tìm các khóa khác (nếu có) của lược đồ quan hệ, ta có thể thay đổi thứ tự loại bỏ các phần tử của K.

Tìm Khóa – Thuật toán 1

- **Ví dụ**: Cho lược đồ quan hệ Q và tập phụ thuộc hàm F như sau:
  - Q(A,B,C,D,E)
  - F={$AB \to C$, $AC \to B$, $BC \to DE$} . Tìm 1 khóa K

Tìm Khóa – Thuật toán 1

- **Ví dụ**: Cho lược đồ quan hệ Q và tập phụ thuộc hàm F như sau:
  - Q(A,B,C,D,E)
  - F={AB→C, AC → B, BC → DE} . Tìm 1 khóa K

B1: K=Q+ ⇒ K=ABCDE

B2:(K\A)+ ⇒(BCDE)+=BCDE ≠ Q+ ⇒ K=ABCDE

B3:(K\B)+ ⇒(ACDE)+= ABCDE = Q+ ⇒ K=ACDE

B4: (K\C)+ ⇒(ADE)+ = ADE ≠ Q+ ⇒ K=ACDE

B5: (K\D)+ ⇒ (ACE)+ = ACEBD=Q+ ⇒ K=ACE

B6: (K\E)+ ⇒(AC)+ = ACBDE =Q+ ⇒ **K=AC**

Tìm Khóa – Thuật toán 1

- **Thuật toán tìm tất cả khóa của lược đồ quan hệ:**
  - ***Bước 1:*** Xác định tất cả các tập con khác rỗng của Q+ = {X1, X2, …,X_{2^n-1} }
  - ***Bước 2:*** Tìm bao đóng của các Xi
  - ***Bước 3:*** Siêu khóa là các Xi có Xi+= Q+
    - Giả sử ta đã có các siêu khóa là:

      S = {S1, S2,…, Sm}
  - ***Bước 4:*** Xét mọi Si, Sj con của S (i ≠ j), nếu Si ⊂ Sj thì loại Sj (i, j=1..n), kết quả còn lại của S chính là tập tất cả các khóa cần tìm.

Bài tập: Khóa

Cho LĐQH r(R) với R = {A, B, C, D, E, H,I} và tập PTH F

F={ AB -> CDEGH, C -> BEI, G -> H }

Tìm tất cả các khóa dự tuyển của LĐQH trên và chỉ định khóa chính ?

Bài tập: Khóa

Xét ABCG [Các thuộc tính nằm bên trái của các PTH]

$ABC^+ = ABCDEGHI$

$ACG^+ = ABCDEGHI$

$BCG^+ = BCGEH$

$ABG^+ = ABCDEGHI$

➔ABC, ABG, ACG là các siêu khóa

Xét ABC:

$AB^+ = ABCDEGHI$

AC+ = ABCDEGHI

BC+ = BCEI

→AB, AC là siêu khóa

Xét ACG:

AC+ = ABCDEGHI

AG+ = AGH

CG+ = CGBEHI

→Vậy AC là siêu khóa

Bài tập: Khóa

Xét ABG

AB^+=ABCDEGHI

AG^+ = AGH

BG_+= BGH

➔AB là các siêu khóa

Xét AC:

A^+= A

C^+=CBEI

→Vậy AC là khóa

Xét AB :

A+= A

B+= B

→Vậy AB là khóa

Tìm Khóa – Thuật toán 2

Tập thuộc tính nguồn (TN): bao gồm các thuộc tính chỉ xuất hiện ở vế trái, không xuất hiện ở vế phải của pth và các thuộc tính không xuất hiện ở vế trái lẫn vế phải của pth.

Tập thuộc tính trung gian (TG): Chứa thuộc tính ở vế trái lẫn vế phải của pth.

Cho lược đồ quan hệ Q(A,B,C,D,E,G,H) và tập phụ thuộc hàm:
F = { E → C; H → E; A→ D; A,E → H; D,G → B; D,G → C }

TN = {AG}
TG = { DEH }