Chương 9

PHỤ THUỘC HÀM (FUNCTIONAL DEPENDENCY)

Nội dung

- Dư thừa dữ liệu
- Phụ thuộc hàm
- Hệ tiên đề Amstrong
- Bao đóng của tập phụ thuộc hàm
- Bao đóng của tập thuộc tính
- Giải thuật Tìm khóa cho lược đồ quan hệ

Dư thừa dữ liệu - (Data redundancy)

- Mục đích của thiết kế CSDL là gom các thuộc tính thành các quan hệ sao cho giảm thiểu dư thừa dữ liệu
- Hậu quả của dư thừa dữ liệu:
  - Lãng phí không gian đĩa
  - Các bất thường khi cập nhật
- Ba loại bất thường:
  - Bất thường khi thêm vào
  - Bất thường khi xóa bỏ
  - Bất thường khi sửa đổi

Ví dụ

MaSv	HoTen	MaMH	TenMH	SoTC	Điem
1111	Mai	CSDL	Cơ Sở Dữ Liệu	4	9
1111	Mai	KTMT	Kiến Trúc Máy Tính	4	8
5556	Long	CSDL	Cơ Sở Dữ Liệu	4	8
5556	Long	KTMT	Kiến Trúc Máy Tính	4	8
9876	Son	CSDL	Cơ Sở Dữ Liệu	4	7

- Khóa chính của bảng KETQUA? ➔ MaSv + MaMH
- Các bất thường:
  - **Dư thừa dữ liệu (Redundancy):** Thông tin cá nhân bị trùng lặp
  - **Không nhất quán (Inconsistency):** Nếu đổi bản ghi thứ nhất tên Mai thành Nga → Không nhất quán dữ liệu → bản ghi 2 vẫn tên Mai
  - **Dị thường khi thêm bộ (Insertion anomalies):** Nếu bổ sung thêm người mới tên là Hùng nhưng chưa thi → không thể tạo bản ghi mới được → vì khóa chính là MaSv + MaMH
  - **Dị thường khi xoá bộ (Deletion anomalies):** Nếu xóa bản ghi cuối → thì thông tin về môn CSDL cũng mất

Phụ thuộc hàm (Functional Dependency)

- Phụ thuộc hàm mô tả mối liên hệ giữa các thuộc tính
- Dựa vào phụ thuộc hàm để thiết kế lại CSDL, loại bỏ các dư thừa dữ liệu
- Có thể biểu diễn RBTV bằng phụ thuộc hàm.
- Ứng dụng của phụ thuộc hàm là giải quyết các bài toán về :

  Tìm khóa.

  Tìm phủ tối thiểu.

  Chuẩn hoá cơ sở dữ liệu.

Phụ thuộc hàm (Functional Dependency)

- Cho lược đồ quan hệ R(U), r là 1 quan hệ bất kỳ trên R, X và Y là 2 tập thuộc tính con.
- **Định nghĩa:** Phụ thuộc hàm (FD) f: X → Y trên lược đồ quan hệ R nếu và chỉ nếu mỗi giá trị X trong r có quan hệ chính xác với 1 giá trị Y trong r. Nghĩa là bất kể khi nào 2 bộ của r có cùng giá trị X thì cũng có cùng giá trị Y.

$$\forall t1, t2 \in r(R): t1[X] = t2[X] \Rightarrow t1[Y]= t2[Y]$$

- X là vế trái, ký hiệu left(f) hay còn gọi là determinant
- Y là vế phải, ký hiệu right(f) hay còn gọi là dependent

Phụ thuộc hàm (Functional Dependency)

- Xét lược đồ quan hệ

Phim(Tênphim, Nămsx, Thờilượng, Loạiphim, Xưởngsx, Diễnviên)

Tênphim	Nămsx	Thờilượng	Loạiphim	Xưởngsx	Diễnviên
Star Wars	1977	124	color	Fox	Carrie Fisher
Star Wars	1977	124	color	Fox	Mark Hamill
Star Wars	1977	124	color	Fox	Harrison Ford
Mighty Ducks	1991	104	color	Disney	Emilio Esteves
Wayne's World	1992	95	color	Paramount	Dana Carvey
Wayne's World	1992	95	color	Paramount	Mike Meyers

Tìm được nhiều PTH

Tênphim Nămsx →Thờilượng

Tênphim Nămsx →Loạiphim

Tênphim Nămsx →Xưởngsx

Tênphim Nămsx → Diễnviên

Không là phụ thuộc hàm

Phụ thuộc hàm (Functional Dependency -FD)

- Các ràng buộc này là các ví dụ về phụ thuộc hàm và được phát biểu lại như sau :
  - MAYBAY xác định GIOKH.
  - {PHICONG, NGAYKH, GIOKH} xác định MAYBAY.
  - {MAYBAY, NGAYKH} xác định PHICONG

hay

  - GIOKH phụ thuộc hàm vào MAYBAY.
  - MABAY phụ thuộc hàm vào {PHICONG, NGAYKH, GIOKH} .
  - PHICONG phụ thuộc hàm vào {MAYBAY, NGAYKH}.

Và được ký hiệu như sau :

  - {MAYBAY} → GIOKH
  - {PHICONG, NGAYKH, GIOKH) → MAYBAY
  - {MAYBAY, NGAYKH} → PHICONG

PC	MB	NKH	GKH
Tùng	83	9/8	10:15a
Tùng	116	10/8	1:25p
Minh	281	8/8	5:50a
Minh	301	12/8	6:35p
Minh	83	13/8	10:15a
Nghia	83	11/8	10:15a
Nghia	116	12/8	1:25p

Phụ thuộc hàm (Functional Dependency -FD)

Ví dụ

A	B	C
1	5	3
2	6	4
3	7	4
1	4	3

- Với quan hệ này, cho biết có các phụ thuộc hàm sau không?

1. **$A \rightarrow B$**

Không vì *t*1 [A] = *t4* [A], but *t*1 [B] $\neq$ *t4* [B].

2. **$A \rightarrow C$**

Có vì *t*1 [A] = *t4* [A], and *t*1 [C] = *t4* [C].

3. **$AB \rightarrow C$**

Có vì *t*i [AB] $\neq$ tj [AB] for i $\neq$ j .

Phụ thuộc hàm (Functional Dependency -FD)

R	A	B	C	D	E	F
	a1	b1	c1	d1	e1	f1
	a1	b1	c2	d1	e2	f3
	a2	b1	c2	d3	e2	f3
	a3	b2	c3	d4	e3	f2
	a2	b1	c3	d3	e4	f4
	a4	b1	c1	d5	e1	f1

A	B	C	D	E	F
a1	b1	c1	d1	e1	f1
a1	b1	c2	d1	e2	f3
a2	b1	c2	d3	e2	f3
a2	b1	c3	d3	e4	f4
a3	b2	c3	d4	e3	F2
a4	b1	c1	d5	e1	f1

- Các phụ thuộc hàm của quan hệ R là:
  - **A → B**
  - **A → D**
  - **B,C → E,F**
- Các bộ của quan hệ r(R) có vi phạm các FD này không?

Giải thuật kiểm tra phụ thuộc hàm

- **Thuật toán Satifies : Cho quan hệ r và X, Y là hai tập con của Q+. Thuật toán Satifies sẽ trả về giá trị True nếu X → Y ngược lại là False**
- Bài toán: cho quan hệ r và 1 phụ thuộc hàm f:X→ Y. Kiểm tra xem r thỏa mãn f hay không?
- Function Satisfies(r,f:X→ Y)
  - Sắp thứ tự các bộ trong r theo các thuộc tính của X
  - If mỗi tập các bộ có cùng giá trị X thì có cùng giá trị Y then
    - Satisfies = true
  - Else
    - Satisfies = false

Thuật toán Satifies

Phancong (Phicong, maybay, ngaykh, giokh)

Tùng	83	9/8	10:15a
Minh	83	13/8	10:15a
Nghia	83	11/8	10:15a
Nghia	116	12/8	1:25p
Tùng	116	10/8	1:25p
Minh	281	8/8	5:50a
Nghia	281	98	5:50a
Minh	281	13/8	5:50a
Minh	301	12/8	6:35p

MAYBAY →GIOKH
Cho kết quả là True

Thuật toán Satifies

SATIFIES (Phicong, maybay, ngaykh, giokh)

Tùng	83	9/8	10:15a
Minh	83	13/8	10:15a
Nghia	83	11/8	10:15a
Nghia	116	12/8	1:25p
Tùng	116	10/8	1:25p
Minh	281	8/8	5:50a
Nghia	281	98	5:50a
Minh	281	13/8	1:50a
Minh	301	12/8	6:35p

MAYBAY →GIOKH cho kết quả là False

Bài tập 1: Cách nhận biết một phụ thuộc hàm thỏa trên 1 thể hiện của quan hệ Q ? Thuật toán Satifies

Phụ thuộc hàm nào sau đây thỏa r (A, B, C, D, E)?

A →D , AB→D , AB →B, AB →E

a1	b1	c1	d1	e1
a1	b1	c2	d1	d1
a2	b1	c3	d3	e1
a2	b1	c4	d3	e1
a3	b2	c5	d1	e1

Thuật toán Satifies

Phụ thuộc hàm nào sau đây thỏa r'

A →D , AB→D

a1	b1	c1	d1	e1
a1	b2	c2	d2	d1
a2	b1	c3	d3	e1
a2	b1	c4	d3	e1
a3	b2	c5	d1	e1

Phụ thuộc hàm nào sau đây thỏa q

BC→E , DE→C , A → BCDE

a1	b1	c1	d1	e1
a2	b2	c2	d2	e2
a3	b1	c1	d1	e1
a4	b2	c2	d2	e2
a5	b1	c1	d3	e1

Thuật toán Satifies

Phụ thuộc hàm nào sau đây thỏa q

BC→E , DE→C , A → BCDE

a1	b1	c1	d1	e1
a2	b2	c2	d2	e2
a3	b1	c1	d1	e1
a4	b2	c2	d2	e2
a5	b1	c1	d3	e1

Tìm tất cả các phụ thuộc hàm

Ví dụ : $Q^+ = \{C, T, H, R\}$

Có bao nhiêu tập con? Có $2^n = 2^4 = 16$

Có bao nhiêu phụ thuộc hàm có thể có ?có $2^n \times 2^n = 2^4 \times 2^4 = 256$

	C	T	H	R
∅	C	T	H	R
		CT	CH	CR
			TH	TR
			CTH	CTR
				HR
				CHR
				THR
				CTHR

∅→ ∅; ∅ →C; ∅ →T, ∅ →CT,…

C → ∅; C → T; C → CT, C → H,…

T → ∅; T → C; T → CT, T →H,…

….

CTHR → ∅, CTHR → C,

CTHR → CT, CTHR → H,

CTHR →CH, CTHR → TH,

CTHR → CTH, CTHR → R,

CTHR → CR, CTHR → TR,

CTHR → CTR, CTHR →HR,

CTHR → CHR, CTHR → THR,

CTHR → CTHR

Hệ tiên đề Amstrong

PHỤ THUỘC HÀM ĐƯỢC SUY DIỄN LOGIC TỪ F

- Phụ thuộc hàm X→Y được suy diễn luận lý từ F nếu mọi quan hệ thỏa mãn mọi phụ thuộc hàm trong F thì cũng thỏa mãn X→Y
  - Ký hiệu F⊨X→Y
  - F bao hàm (implies) X→Y
  - X→Y được suy diễn theo quan hệ từ F
- Quy tắc suy diễn (inference rule): nếu 1 quan hệ thỏa mãn 1 số phụ thuộc hàm nào đó thì quan hệ này cũng thỏa mãn 1 số phụ thuộc hàm khác

Ví dụ : Phân công (Phicong, Maybay, NgayKH, GioKH)

(1) : {MAYBAY} → GIOKH

(2) : {MABAY,NGAYKH } → PHICONG

⇒ (3) {MABAY,NGAYKH} → PHICONG , GIOKH

(là phụ thuộc hàm suy diễn từ (1) và (2))

Hệ tiên đề Amstrong

- Cho quan hệ Q(Q+) . X,Y,Z,W là các tập thuộc tính của Q+. Hệ tiên đề Amstrong gồm các luật sau
  - F1. Phản xạ (reflexivity): $Y \subseteq X \Rightarrow X \rightarrow Y$
  - F2. Gia tăng-thêm vào(augmentation): $X \rightarrow Y \Rightarrow XZ \rightarrow YZ$
  - F3. Bắc cầu (transitivity): $X \rightarrow Y$ và $Y \rightarrow Z \Rightarrow X \rightarrow Z$
  - F4. Hợp (additivity): $X \rightarrow Y$ và $X \rightarrow Z \Rightarrow X \rightarrow YZ$
  - F5. Chiếu/phân rã (projectivity/decomposition):

    $$X \rightarrow YZ \Rightarrow X \rightarrow Y,\ X \rightarrow Z$$
  - F6. Bắc cầu giả (pseudotransitivity): $X \rightarrow Y$ và $YZ \rightarrow W \Rightarrow XZ \rightarrow W$

Hệ tiên đề Amstrong

Ví dụ : cho q (ABCDE)

Luật phản xạ	$B \subseteq AB$	$AB \rightarrow B$
Luật thêm vào	$A \rightarrow DE$	$AB \rightarrow DE$ $AB \rightarrow DEB$ $ABC \rightarrow DEB$
Luật bắc cầu	$A \rightarrow DE$ $DE \rightarrow C$	$A \rightarrow C$
Luật bắc cầu giả	$A \rightarrow DE$ $DEB \rightarrow C$	$AB \rightarrow C$
Luật hội	$A \rightarrow DE$ $A \rightarrow B$	$A \rightarrow DEB$
Luật phân rã	$A \rightarrow DE$	$A \rightarrow D$, $A \rightarrow E$

Hệ tiên đề Amstrong

Ví du: cho $AB \rightarrow C$, $C \rightarrow A$ thỏa trên Q

Chứng minh rằng $BC \rightarrow ABC$ thỏa trên Q ?

1. $C \rightarrow A$ (giả thiết)
2. $BC \rightarrow A$ (luật thêm (1) thêm B)
3. $BC \rightarrow B$ (luật phản xạ)
4. $BC \rightarrow AB$ (luật hội (2),(3))
5. $AB \rightarrow C$ (giả thiết)
6. $AB \rightarrow ABC$ (luật thêm (5) thêm AB)
7. $BC \rightarrow ABC$ (luật bắc cầu từ (4) và (6))

Hệ tiên đề Amstrong

Ví dụ

- Dùng hệ tiên đề Amstrong để chứng minh

  Nếu $X \rightarrow YZ$ và $Z \rightarrow W$, thì $X \rightarrow YZW$

- Chứng minh:
  - Từ $Z \rightarrow W$ ➔ $YZZ \rightarrow YZW$ (luật gia tăng) hay $YZ \rightarrow YZW$
  - Từ X➔ YZ và YZ ➔ YZW ➔ $X \rightarrow YZW$ (luật bắc cầu)

Hệ tiên đề Amstrong

Bài tập

1. Cho F = {A→B, A→C, BC→D}. CMR: A→D
2. Cho F = {A→B, BC→D}. CMR: AC→BCD
3. Cho F = {A→BC, AC→D}. CMR: AC→BCD
4. Cho F={AB→E, AG→I, BE→I, E→G, GI→H}.

Hãy chứng tỏ phụ thuộc hàm AB→GH được suy diễn từ F nhờ luật dẫn Armstrong

- (1) AB→E (gt)
- (2) AB→B (phản xạ)
- (3) AB→BE (hợp 1 & 2)
- (4) BE→I (gt)
- (5) AB→I (bắc cầu 3 & 4)
- (6) E→G (gt)
- (7) AB→G (bắc cầu 1 & 6)
- (8) AB→GI (hợp 5 & 7)
- (9) GI→H (gt)
- (10) AB→H (bắc cầu 8 & 9)
- (11) AB→GH (hợp 7 & 10)

Bao đóng của tập thuộc tính

- Bao đóng của tập thuộc tính X dựa trên một tập phụ thuộc hàm F (closure of X under F) là 1 tập thuộc tính Y sao cho:
  - $\exists X \rightarrow Y \in F+$
  - $\forall X \rightarrow Z \in F+: Z \subseteq Y$

Hoặc $$X_F^+ = \{A | X \rightarrow A \in F+\}$$

Giải thuật tìm bao đóng của tập thuộc tính trên tập phụ thuộc hàm

Thuật toán tìm bao đóng X+: Tính liên tiếp tập các tập thuộc tính X0,X1,X2,... theo phương pháp sau:

Bước 1: $X0 = X$

Bước 2: lần lượt xét các phụ thuộc hàm của F
Nếu $Y \rightarrow Z$ có $Y \subseteq Xi$ thì $Xi+1 = Xi \cup Z$
Loại phụ thuộc hàm $Y \rightarrow Z$ khỏi F

Bước 3: Nếu ở bước 2 không tính được Xi+1 thì Xi chính là bao đóng của X
Ngược lại lặp lại bước 2

Giải thuật tìm bao đ
trên tập phụ thuộc h

Bước 1: $X0 = X$

Bước 2: lần lượt xét các phụ thuộc hàm của F

Nếu $Y \rightarrow Z$ có $Y \subseteq Xi$ thì $Xi+1 = Xi \cup Z$

Loại phụ thuộc hàm $Y \rightarrow Z$ khỏi F

Bước 3: Nếu ở bước 2 không tính được Xi+1 thì Xi chính là bao đóng của X

Ngược lại lặp lại bước 2

Ví dụ 1:

Cho lược đồ quan hệ Q(ABCD

F = { f1: $A \rightarrow B$

f2: $B \rightarrow C$

f3: $C \rightarrow D$

f4: $D \rightarrow E$ }

Tìm bao đóng của tập X = {A}

Giải:

Bước 1:X0 = A

Bước 2:

xét f1 vì $A \subseteq X0$ ⇨ $X1 = A \cup B = AB$, loại f1

xét f2 vì $B \subseteq X1$ ⇨ $X2 = AB \cup C = ABC$, loại f2

xét f3 vì $C \subseteq X2$ ⇨ $X3 = ABC \cup D = ABCD$, loại f3

xét f4 vì $D \subseteq X3$ ⇨ $X4 = ABCD \cup E = ABCDE$, loại f4

Bước 3 : $X+ = X4 = \{ABCDE\}$ là bao đóng của X

Giải thuật tìm bao đóng của tập thuộc tính trên tập phụ thuộc hàm

Ví dụ 2: ***(sgk)***

Cho lược đồ quan hệ Q(ABCDEGH) và tập phụ thuộc hàm F

F = { f1: B → A

f2: DA → CE

f3: D → H

f4: GH → C

f5: AC → D }

Tìm bao đóng của tập X = {AC} dựa trên F.

Giải:

Bước 1:X0 = AC

Bước 2: xét f5 vì AC $\subseteq$ X0 ⇨ X1 = AC $\cup$ D = ACD, loại f5

xét f2 vì AD $\subseteq$ X1 ⇨ X2 = ACD $\cup$ CE = ACDE, loại f2

xét f3 vì D $\subseteq$ X2 ⇨ X3 = ACDE $\cup$ H = ACDEH

Xét f1, f4 :không thỏa vì có vế trái không nằm trong X3

Vậy X3 không thay đổi ⇨ X+=X3={ACDEH} là bao đóng của X

Giải thuật tìm bao đóng của tập thuộc tính trên tập phụ thuộc hàm

Ví dụ tìm bao đóng của X

- Cho R(A,B,C,D,E,F) và tập F={f1:D→B, f2: A→C, f3: AD→E, f4:C→F}
- Tìm A^+_F:
  - A^+_F ={A}
  - Duyệt F lần 1: Từ f2 → A^+_F = {AC}; Từ f4 → A^+_F = {ACF}
  - Duyệt F lần 2: A^+_F không thay đổi

→ A^+_F = {ACF}

- Tìm $\{AD\}^+_F$???

Giải thuật tìm bao đóng của tập thuộc tính trên tập phụ thuộc hàm

Bài tập

Kehoach(NGAY,GIO,PHONG,MONHOC,GIAOVIEN)

F={NGAY,GIO,PHONG $\rightarrow$ MONHOC

MONHOC,NGAY $\rightarrow$ GIAOVIEN

NGAY,GIO,PHONG $\rightarrow$ GIAOVIEN

MONHOC $\rightarrow$ GIAOVIEN}

Tính {NGAY,GIO,PHONG}$^+$; {MONHOC}$^+$

Giải thuật tìm bao đóng của tập thuộc tính trên tập phụ thuộc hàm

Bài tập

- Cho F={A→D,AB→E,BI→E,CD→I,E→C} tìm bao đóng của $\{AE\}^+$
- Đặt X0= AE
- Xét A→D vì A⊆X0, X1=X0∪D = AED, loại A→D
- Xét E→C vì E⊆X1, X2=X1∪C = AEDC, loại E→C
- Xét CD→I vì CD⊆X2, X3=X2∪I = AEDCI, loại CD→I

Giải thuật tìm bao đóng của tập thuộc tính trên tập phụ thuộc hàm

Bài tập

- Cho F = {AB→C,B→D,CD→E,CE→GH,G→A}

1. Hãy chứng tỏ phụ thuộc hàm AB→E,AB→G được suy diễn từ F nhờ luật dẫn Armstrong
2. Tìm bao đóng của AB(với bài toán không nói gì về lược đồ quan hệ Q ta ngầm hiểu Q^+ là tập thuộc tính có trong F nghĩa là Q^+={ABCDEGH})

   AB+=ABCDEGH

Kiểm tra thành viên trong F+

- **Bổ đề 1:** Cho phụ thuộc hàm f: $X \rightarrow Y$, tập F $\vdash$ f nhờ vào hệ tiên đề Armstrong nếu và chỉ nếu $Y \in F+$. Để xác định F $\models$ $X \rightarrow Y$, cần kiểm tra $X \rightarrow Y \in F+$
- **Hệ quả của bổ đề:** Bài toán thành viên
  - Cho F và f: $X \rightarrow Y$ một pth mới nhận diện được. Bài tóan đặt ra là $f \in F+$?
  - Theo bổ đề 1 : trả lời bài toán này tương đương chứng minh $Y \subseteq F+$
  - *Nghĩa là không cần tìm F+ để trả lời* $f \in F+$

Kiểm tra thành viên trong F+

- Giải thuật:
  - Nhập: phụ thuộc hàm $X \rightarrow Y$ và tập F
  - Xuất: true nếu $F \vDash X \rightarrow Y$, ngược lại là false

```
Function Member(X,Y,F)
    Begin
        if Y ⊆ Closure(X,F) then Member = true
        else  Member = false;
End
```

Thuật toán xác định $f{:}X \rightarrow Y$ có là thành viên của F+ hay không?

<u>Bước 1</u>: tính X+

<u>Bước 2</u>: nếu $Y \subseteq X^+$ thì khẳng định $X \rightarrow Y \in F^+$

Kiểm tra thành viên trong F+

Ví dụ

- Cho R = {A, B, C, D, E, G} và F = {AB $\rightarrow$ C, BC $\rightarrow$ D, D $\rightarrow$ EG, BE $\rightarrow$ C}, AB $\rightarrow$ EG có nằm trong F^+?

Cách 1: Theo tiên đề Astrong

- AB $\rightarrow$ C (Giả thiết)
- BC $\rightarrow$ D (Giả thiết)
- AB$\rightarrow$ D (Bắc cầu giả)
- D $\rightarrow$ EG (Giả thiết)
- AB $\rightarrow$ EG (Bắc cầu)

Cách 2: Theo giải thuật

- AB+ ={ABCDEG}
- AB → EG là thành viên của F+ vì EG $\subseteq$ {ABCDEG}

- Cho R = (A, B, C, G, H, I) và F = {A $\rightarrow$ B, A $\rightarrow$ C, CG $\rightarrow$ H, CG $\rightarrow$ I, B $\rightarrow$ H}. Tìm một số thành viên của F+
  - A $\rightarrow$ H
  - AG $\rightarrow$ I
  - CG $\rightarrow$ HI

Kiểm tra thành viên trong F+

Ví dụ

- Cho R = (A, B, C, G, H, I), F= {A $\rightarrow$ B, A $\rightarrow$ C, CG $\rightarrow$ H, CG $\rightarrow$ I, B $\rightarrow$ H}

Một số thành viên của F+

- A $\rightarrow$ H
  - từ A $\rightarrow$ B và B $\rightarrow$ H (theo đề) suy ra A $\rightarrow$ H (luật bắc cầu)
- AG $\rightarrow$ I
  - A $\rightarrow$ C (theo đề)
  - AG $\rightarrow$ CG (luật tăng trưởng thêm G)
  - CG $\rightarrow$ I (theo đề)
  - AG $\rightarrow$ I (luật bắc cầu)
- CG $\rightarrow$ HI
  - từ CG $\rightarrow$ H và CG $\rightarrow$ I "luật hợp" có thể có
    - từ định nghĩa pth, hay
    - thêm CG $\rightarrow$ I để suy ra CG $\rightarrow$ CGI, thêm CG $\rightarrow$ H để suy ra CGI $\rightarrow$ HI, và sau đó sử dụng luật bắc cầu

Kiểm tra thành viên trong F+

Ví dụ kiểm tra phụ thuộc hàm

- Cho F={D→B, A→C, AD→E, C→B}. Kiểm tra F có bao hàm A→B??
- Cách 1

  - Tìm A^+_F? → A^+_F = {ACB}

  - Do B $\in$ A^+_F nên F bao hàm A→B
- Cách 2: Dùng hệ tiên đề Astrong

Kiểm tra thành viên trong F+

Bài Tập

Cho lược đồ quan hệ Q và tập phụ thuộc hàm F

a) F={AB→C;B→D;CD→E;CE→GH;G→A}

b) chứng minh rằng AB → E; AB → G là thành viên của F

B→D (gt)
AB→D(Thêm vào)
AB→C(gt)
AB→CD (Hợp)
CD→E (gt)
AB→E (bắc cầu) (1)

AB+ ={ABCDEGH}
Mà E ⊆ AB+
Nên AB→E

AB→C(gt)
AB→E (từ 1)
AB→CE (Hợp)
CE→GH (gt)
AB→G (Phân rã)

AB+ ={ABCDEGH}
Mà G ⊆ AB+
Nên AB→G

Bao đóng của tập phụ thuộc hàm

- Bao đóng (closure) của tập phụ thuộc hàm F là 1 tập phụ thuộc hàm nhỏ nhất chứa F sao cho không thể áp dụng hệ tiên đề Amstrong trên tập này để tạo ra 1 phụ thuộc hàm khác không có trong tập hợp này
  - Ký hiệu F+
  - F+ là 1 tập hợp các FD được suy diễn từ F
- ***Ví dụ:*** Cho r l quan hệ trên lược đồ quan hệ Q(A,B,C,D) và tập F được cho như sau:

  F = {A → B; B → C; A → D ; B → D}

  khi đó F+= { A → B; B → C; A → D ; B → D; A →BD; A → BCD; A →C; A →CD; A →BC; B → CD;….}

  Rõ ràng F $\subseteq$ F+

Bao đóng của tập phụ thuộc hàm

- Ví dụ cho F={AB→ C, C→B} trên r(ABC)

→ F+= {A→A, AB→A, AC→A, ABC→A,
B→B, AB→B, BC→B, ABC→B,
C→C, AC→C, BC→C, ABC→C,
AB→AB, ABC→AB,
AC→AC, ABC→AC,
BC→BC, ABC→BC,
ABC→ABC,
AB→C, AB→AC, AB→BC, AB→ABC,
C→B,C→BC, AC→B, AC→AB }

Các tính chất của bao đóng của tập phụ thuộc hàm

1. **Tính phản xạ:** với mọi tập phụ thuộc hàm F+ ta luôn có

   $F \subseteq F+$

2. **Tính đơn điệu:** nếu $F \subseteq G$ thì $F+ \subseteq G+$
3. **Tính lũy đẳng:** với mọi tập phụ thuộc hàm F ta luôn có

   $(F+)+ = F+$.

Hệ tiên đề Amstrong

- Hệ tiên đề Amstrong là đúng đắn (sound) → các phụ thuộc hàm suy diễn từ F (tập phụ thuộc hàm trên r) theo hệ tiên đề Amstrong cũng là một phụ thuộc hàm trên r
- Hệ tiên đề Amstrong là toàn vẹn (completeness) → bảo đảm rằng $f \in F+$ nếu và chỉ nếu f là 1 FD được suy diễn

Thuật toán tìm F+

Thuật toán tìm F+

- Bước 1: Tìm tất cả tập con của Q+
- Bước 2: Tìm tất cả các phụ thuộc hàm có thể có của Q.
- Bước 3: Tìm bao đóng của tất cả tập con của Q.
- Bước 4: Dựa vào bao đóng của tất cả các tập con đã tìm để xác định phụ thuộc hàm nào thuộc F+

$Q(A,B,C) \quad F = \{AB \to C, C \to B\} \quad F^+ \ ?$

B1: Tất cả các tập con của tập thuộc tính

∅	A	B	C
∅	{A}	{B}	{C}
		{A,B}	{A,C}
			{B,C}
			{A,B,C}

B3: Bao đóng của tất cả tập con

A^+	=	A	C^+	=	BC
B+	=	B	AC^+	=	ABC
$\{AB\}^+$	=	ABC	BC^+	=	BC

B2: Tất cả các phụ thuôc hàm có thể có:

$A \to B$	$A \to BC$	$B \to C$	$AB \to C \in F$	$C \to A$	$C \to BC \in F^+$	$AC \to BC \in F^+$	$BC \to AC$
$A \to AB$	$A \to ABC$	$B \to AC$	$AB \to AC \in F^+$	$C \to B \in F$	$C \to ABC$	$AC \to ABC \in F^+$	$BC \to ABC$
$A \to C$	$B \to A$	$B \to BC$	$AB \to BC \in F^+$	$C \to AB$	$AC \to B \in F^+$	$BC \to A$	
$A \to AC$	$B \to AB$	$B \to ABC$	$AB \to ABC \in F^+$	$C \to AC$	$AC \to AB \in F^+$	$BC \to AB$	

$F^+ = \{$ $AB \to C$, $AB \to AC$,
$AB \to BC$, $AB \to ABC$,
$C \to B$, $C \to BC$,
$AC \to B$, $AC \to AB$,
$AC \to BC$, $AC \to ABC \}$

VD (sgk) : cho Q (A,B,C) , F = {AB → C , C → B}
Tìm F+ ? (Thuật toán cải tiến)

B1: tìm tất cả các tập con của Q+

{A} {B} {C }

{AB} {AC}

{BC}

{ABC}

B2: Tìm bao đóng của tất cả các tập con trên

A+ = A B+ = B C+ = CB

AB+ = ABC AC+ =ACB BC+ =BC

ABC+ = ABC

VD (sgk) : cho Q (A,B,C) , F = {AB → C , C → B}
Tìm F+ ? (Thuật toán cải tiến)

B3: rút ra các pth thuộc F+ (không kể các pth hiển nhiên)

- Các bao đóng chỉ gồm pth hiển nhiên (không tính):
  A+ = A   B+ = B   BC+ =BC   ABC+ = ABC
- Xét AB+ = ABC :
  - Các tập con của {ABC} : {A} ,{B} , {C} , {AB}, {AC} ,{BC},{ABC}
  - Bỏ các tập con của {AB} : {A} ,{B} , {AB}
  - Các tập còn lại: {C} ,{AC} ,{BC},{ABC} chính là vế phải của pth có vế trái là AB
- Xét AC+ =ACB : làm tương tự
  - Các tập còn lại : {B} , {AB}, ,{BC},{ABC} chính là vế phải của pth có vế trái là AC
- Xét C+ = CB : làm tương tự => C → B ,C→BC

F+ = { AB → C , AB → AC , AB → BC , AB → ABC , AC → B , AC → AB, AC → BC , AC → ABC , C → B ,C→BC}

Bài tập 1 : Chứng tỏ các pth sau được suy diễn từ F nhờ bộ luật dẫn Amstrong ?

$$F = \{ \quad B \rightarrow A, \quad DA \rightarrow CE, \quad D \rightarrow H, \quad AC \rightarrow D \quad \}$$

$$\xrightarrow{?}$$

$$AC \rightarrow DA$$
$$AC \rightarrow DH$$
$$AC \rightarrow EH$$

$$F = \{ \quad B \rightarrow A, \quad BD \rightarrow CE, \quad A \rightarrow CB, \quad C \rightarrow G, \quad GE \rightarrow H \quad \}$$

$$\xrightarrow{?}$$

$$BD \rightarrow EH$$
$$B \rightarrow CG$$

Bài tập 2: Cho Q(ABCDEGH) và tập pth F thỏa trên Q.

Tìm bao đóng của AC ?

$$F = \{\ B \rightarrow A,\ DA \rightarrow CE,\ D \rightarrow H,\ AC \rightarrow D\ \}$$

$\longrightarrow$ ***AC*** $^{+}$ ***= ?***

$$F = \{\ B \rightarrow A,\ BD \rightarrow CE,\ A \rightarrow CB,\ C \rightarrow G,\ GE \rightarrow H\ \}$$

$\longrightarrow$ ***B*** $^{+}$ ***= ?***

Bài tập 3

- Cho R = {A, B, C, D, E, G} và F = {AB $\rightarrow$ C, BC $\rightarrow$ D, D $\rightarrow$ EG, BE $\rightarrow$ C}, AB $\rightarrow$ EG có nằm trong F^+?
- Cho R = (A, B, C, G, H, I) và F = {A $\rightarrow$ B, A $\rightarrow$ C, CG $\rightarrow$ H, CG $\rightarrow$ I, B $\rightarrow$ H}. Tìm một số thành viên của F+
  - A $\rightarrow$ H
  - AG $\rightarrow$ I
  - CG $\rightarrow$ HI

Bài tập 4

- Cho R = {A, B, C, D, E, G} và F = {AB $\rightarrow$ C, BC $\rightarrow$ D, D $\rightarrow$ EG, BE $\rightarrow$ C}. Tính AB^+

Phụ thuộc hàm tương đương

(equivalences among sets of dependencies)

- Nếu F và G là 2 tập FD. F suy diễn G (F entails G) nếu F suy diễn được tất cả các FD có trong G.
- F và G là tương đương nhau nếu F suy diễn G và G suy diễn F hay **F+=G+**
  - **Ký hiệu F ≡ G.**
  - **Ta nói F phủ G nếu F+ ⊇ G+**

Kiểm tra các tập FD tương đương

- Input: F,G – các tập FD
- Output: true nếu F tương đương G,

  false nếu ngược lại

For each f $\in$F do

if G does not entail f then return false

For each g $\in$ G do

if G does not entail g then return false

Return true

Kiểm tra các tập FD tương đương

Ví dụ

- Hãy khảo sát 2 tập FD sau:
  - F={ AC→B, A→C, D→A}
  - G={A→B, A→C, D→A, D→B}

F và G có tương đương nhau không???

Từ A→C (Thêm vào) ➔ A→AC (1)

Từ (1), ta có AC→B (Bắc cầu) ➔ A→B (2)

Từ (gt) D→A và Từ (2) A→B (Bắc cầu) ➔ D→ B

➔F suy diễn G

Tương tự khi xét G suy diễn F

Kiểm tra các tập FD tương đương

<u>Ví du</u>: Cho lược đồ quan hệ Q(ABCDE) hai tập phụ thuộc hàm:

F={$A\rightarrow BC, A\rightarrow D, CD\rightarrow E$} và G={$A\rightarrow BCE, A\rightarrow ABD, CD\rightarrow E$}

a) F có tương đương với G không?

b) F có tương đương với G'={$A\rightarrow BCDE$} không?

Giải:

Xét $A\rightarrow BCE$;

$A \rightarrow BC$;

$A \rightarrow E$; Vậy $F \supseteq A\rightarrow BC$ (1)

Xét $A\rightarrow ABD$;

$A \rightarrow AB$;

$A \rightarrow D$; Vậy $F \supseteq A\rightarrow D$ (2)

Xét $CD\rightarrow E$; $F \supseteq CD\rightarrow E$ (3)

(1),(2),(3) suy ra **G+ $\supseteq$ F+**

Kiểm tra các tập FD tương đương

Ví du: Cho lược đồ quan hệ Q(ABCDE) hai tập phụ thuộc hàm:
F={A→BC,A→D,CD→E} và G={A→BCE,A→ABD,CD→E}

a) F có tương đương với G không?

b) F có tương đương với G'={A→BCDE} không?

Giải: Xét F

Xét A→ BC và A→D;
A→ A (phản xạ);
A→ ABCD (hợp); Vậy G ⊇ A→ ABD (1)

Xét A→ BCD (do A→ ABCD (cmt),
A→ CD; A→ B (phân rã)
CD→ E (giả thiết)
A→ E (bắc cầu)
mà A→ BC (giả thiết); Vậy G ⊇ A→ BCE (2)

Xét C→ E; G ⊇ C→ E (3)

(1),(2),(3) suy ra **F+ ⊇ G+**

Kiểm tra các tập FD tương đương

Ví du: Cho lược đồ quan hệ Q(ABCDE) hai tập phụ thuộc hàm:
F={A→BC,A→D,CD→E} và G={A→BCE,A→ABD,CD→E}

a) F có tương đương với G không?

b) F có tương đương với G'={A→BCDE} không?

Giải: Xét G

Xét CD→E (gt) nằm trong F (1)

Xét A→ BCE (gt)

A→ BC (phân rã); Vậy F ⊇ A→ BC (2)

Xét A→ ABC (gt),

A→ D; (phân rã) nằm trong F (3)

(1),(2),(3) suy ra G suy diễn F

Vậy F và G tương đương với nhau

Kiểm tra các tập FD tương đương

- Để chứng minh F và G tương đương ta chứng minh:
  - **F+ ⊇ G** Bằng cách: $\forall X \rightarrow Y \in G \Rightarrow X \rightarrow Y \in F+$
  - **G+ ⊇ F** Bằng cách: $\forall X \rightarrow Y \in F \Rightarrow X \rightarrow Y \in G+$

- Ví du: Cho lược đồ quan hệ Q(ABCDE) hai tập phụ thuộc hàm:

  $F=\{A \rightarrow BC, A \rightarrow D, CD \rightarrow E\}$ và $G=\{A \rightarrow BCE, A \rightarrow ABD, CD \rightarrow E\}$

  F có tương đương với G không?

  Ta có A_{F+} =ABCDE $\Rightarrow A \rightarrow BCE \in F+$, $A \rightarrow ABD \in F+$

  CD_{F+}= CDE $\Rightarrow CD \rightarrow E \in F+$

  $\Rightarrow$ F+ ⊇ **G**

  Ta có $A_{G+=}$ABCED $\Rightarrow A \rightarrow BC \in G+$, $A \rightarrow D \in G+$,

  CD_{G+}=CDE $\Rightarrow CD \rightarrow E \in G+$

  G+ ⊇ **F**

  Vậy F+=G+

Kiểm tra các tập FD tương đương

Cho lược đồ quan hệ R= {Q,F} với Q={ABCDEFGH} và

- F= {AB→CH, CD→E, H→D, BF→GH, E→F, H→AB}
- Hãy chứng minh F tương đương với G={ AB→EFG, BF→ GH, AB→ CD, CD→EF, H→AB, E→F}

Xét F

Theo giả thiết, ta có BF→GH, E→F, H→AB chứa trong G (1)

AB→CH (gt)

AB→C, AB→H (phân rã)

H→D (gt)

AB→D (bắc cầu)

AB→CD (hợp) chứa trong G(2)

CD→E(gt)

AB→E (bắc cầu)(*)

E→F (gt)

AB→F (bắc cầu)(**)

BF→GH(gt)

AB→GH(bắc cầu giả)

AB→G (phân rã)(***)

(*),(**),(***)→AB→EFG nằm trong G (3

CD→E(gt)

E→F(gt)

CD→EF(bắc cầu) nằm trong G(4)

(1),(2),(3),(4) F suy diễn G

Kiểm tra các tập FD tương đương

Cho lược đồ quan hệ R= {Q,F} với Q={ABCDEFGH} và

- F= {AB→CH, CD→E, H→D, BF→GH, E→F, H→AB}
- Hãy chứng minh F tương đương với G={ AB→EFG, BF→GH, AB→ CD, CD→EF, H→AB, E→F}

Xét G

Theo giả thiết, ta có BF→GH, E→F, H→AB chứa trong F (1)

AB→EFG(gt)

AB→F(phân rã)

BF→GH (gt)

AB→GH (bắc cầu giả)

AB→H (phân rã)

AB→CD(gt) nên AB→C(phân rã)

AB→CH chứa trong F(2)

CD→EF(gt)

CD→E (phân rã)nằm trong F(3)

H→AB (gt)
AB→CD (gt)
AB→D (phân rã)
H→D (bắc cầu) nằm trong F (4)
(1),(2),(3),(4) G suy diễn F
Kết luận: F tương đương G

Kiểm tra các tập FD tương đương

Cho lược đồ quan hệ R= {Q,F} với Q={ABCDEFGH} và

- F= {AB→CH, CD→E, H→D, BF→GH, E→F, H→AB}
- Hãy chứng minh F tương đương với G={ AB→EFG, BF→ GH, AB→ CD, CD→EF, H→AB, E→F}

Cách 2 Xét G

Theo giả thiết, ta có BF→GH, E→F, H→AB chứa trong F (1)

AB+ = ABEFGCDH

CH chứa trong AB+

AB→CH chứa trong F(2)

AB→EFG CHỨA TRONG F(3)

CD+ =CDEF

Mà E nằm trong CD+

CD→E nằm trong F(4)

(1),(2),(3),(4) G suy diễn F
Kết luận: F tương đương G

PHỦ CỦA TẬP PHỤ THUỘC HÀM (cover of dependencies)

Phụ thuộc hàm có vế trái dư thừa

- ***Nói rằng phụ thuộc hàm $Z \rightarrow Y$ có vế trái dư thừa nếu có một $A \in Z$ sao cho $F \equiv F\text{-}\{Z \rightarrow Y\} \cup \{(Z\text{-}A) \rightarrow Y\}$***
- Ví du: cho tập phụ thuộc hàm F={A→BC, B→C, AB→D} thì phụ thuộc hàm AB→D có vế trái dư thừa B vì A+ = ABCD
  Vậy A→ D thuoc F+ nên thay AB→ D bang A→D

  B+ = BC suy ra B→B, B→C đầy đủ nên không thay

  $$F \equiv F - \{AB \rightarrow D\} \cup \{A \rightarrow D\}$$
  $$\equiv \{A \rightarrow BC, B \rightarrow C, A \rightarrow D\}$$

- Tập phụ thuộc hàm có vế trái không dư thừa là tập phụ thuộc hàm không có phụ thuộc hàm có vế trái dư thừa

PHỦ TỐI THIỂU CỦA TẬP PTH
(Minimal cover of dependencies)

- **<u>Tập phụ thuộc hàm có vế phải là một thuộc tính</u>**

  Mỗi tập phụ thuộc hàm F đều tương đương với một tập phụ thuộc hàm G mà vế phải của các phụ thuộc hàm trong G chỉ gồm một thuộc tính.

- <u>Ví du</u>: cho $F = \{A \to BC, B \to C, AB \to D\}$ ta suy ra

  $F \equiv \{A \to B, A \to C, B \to C, AB \to D\} = G$

- **<u>Tập phụ thuộc hàm không dư thừa</u>**

  Nói rằng F là tập phụ thuộc hàm không dư thừa nếu không tồn tại $F' \subset F$ sao cho $F' \equiv F$. Ngược lại F là tập phụ thuộc hàm dư thừa.

- <u>Ví dụ</u>: cho $F = \{A \to BC, B \to D, AB \to D\}$ thì F dư thừa vì

  $F \equiv F' = \{A \to BC, B \to D\}$

PHỦ TỐI THIỂU CỦA TẬP PTH
(Minimal cover of dependencies)

Thuật toán loại khỏi F các phụ thuộc hàm dư thừa

- Bước 1 : Lần lượt xét các phụ thuộc hàm $X \rightarrow Y$ của F
- Bước 2 : Nếu $X \rightarrow Y$ là thành viên của F – $\{X \rightarrow Y\}$ thì loại $X \rightarrow Y$ khỏi F.
- Bước 3 : thực hiện bước 2 cho các phụ thuộc hàm tiếp theo của F.

PHỦ TỐI THIỂU CỦA TẬP PTH

- F được gọi là một tập phụ thuộc hàm tối thiểu nếu F thỏa đồng thời ba điều kiện sau:
  - F là tập phụ thuộc hàm có vế trái không dư thừa
  - F là tập phụ thuộc hàm có vế phải một thuộc tính.
  - F là tập phụ thuộc hàm không dư thừa.

PHỦ TỐI THIỂU CỦA TẬP PTH

Thuật toán tìm phủ tối thiểu của một tập phụ thuộc hàm

- **Bước 1:** Loại khỏi F các phụ thuộc hàm có vế trái dư thừa.
- **Bước 2:** Tách các phụ thuộc hàm có vế phải trên một thuộc tính thành các phụ thuộc hàm có vế phải một thuộc tính.
- **Bước 3:** Loại khỏi F các phụ thuộc hàm dư thừa.

PHỦ TỐI THIỂU CỦA TẬP PTH

Ví dụ: Cho lược đồ quan hệ Q(A,B,C,D) và tập phụ thuộc F như sau:

$F=\{AB \rightarrow CD, B \rightarrow C, C \rightarrow D\}$

Hãy tính phủ tối thiểu của F.

Bước 1: Xét $AB \rightarrow CD$;

$A+= A$

$B+= BCD$ Vậy $F \supseteq B \rightarrow CD$ Thay $AB \rightarrow CD$ bằng $B \rightarrow CD$

$F=\{B \rightarrow CD, B \rightarrow C, C \rightarrow D\}$

Bước 2: $F=\{B \rightarrow C, B \rightarrow D, C \rightarrow D\}$

Bước 3:

Loại $B \rightarrow C$, $F'=\{B \rightarrow D, C \rightarrow D\}$

$B+=DB$; Không loại được

Loại $B \rightarrow D$, $F'=\{B \rightarrow C, C \rightarrow D\}$

$B+=CBD$; $B \rightarrow D$ thuộc F'+ nên loại khỏi F

Loại $C \rightarrow D$, $F' = \{B \rightarrow C\}$

$C+=C$ Không lọai được;

Vậy phủ tối thiểu là $F =\{B \rightarrow C, C \rightarrow D\}$

Giải thuật tìm phủ tối thiểu (C2)

- Input: tập phụ thuộc hàm F
- Output: G là 1 phủ tối thiểu của F

  Bước 1: G:=F, tất cả FD đều được biến đổi thành thuộc tính đơn bên phía phải

  Bước 2: Xóa tất cả thuộc tính dư thừa khỏi phía trái của FD trong G

  Bước 3: Xóa tất cả các FD dư thừa khỏi G

Return G

PHỦ TỐI THIỂU CỦA TẬP PTH

Ví dụ: Cho lược đồ quan hệ Q(A,B,C,D) và tập phụ thuộc F như sau:

F={AB→CD, B→C, C→D}

Hãy tính phủ tối thiểu của F.

Bước 1: Tách các phụ thuộc hàm sao cho vế phải chỉ còn một thuộc tính.

+ ta có F={AB → C, AB → D, B → C, C → D}

Bước 2: Bỏ các thuộc tính dư thừa ở vế trái.

- B → C, C → D Không xét vì vế trái chỉ có một thuộc tính.
- Xét AB → C : Nếu Bỏ A thì B^+=BCD không chứa A nên không thể Bỏ A.
- Nếu Bỏ B thì A^+=A. không bỏ được thuộc tính nào.
- Xét AB → D : Nếu Bỏ A thì B^+=BCD không chứa A nên không thể Bỏ A.
- Nếu Bỏ B thì A^+=A. không bỏ được thuộc tính nào.

Bước 3: Loại khỏi F các phụ thuộc hàm dư thừa.

- xét AB->C : Tính AB+=ABCD chứa C nên loại bỏ AB->C
- xét AB->D : tính AB+=ABCD chứa D nên loại bỏ AB->D
- B->C : tính B+=B không thể bỏ.
- C->D : tính C+=C không thể bỏ.

Phủ tối thiểu là {B->C, C->D}

Giải thuật tìm phủ tối thiểu (C2)

Ví dụ

- Cho tập thuộc tính ABCDEFGH, và tập phụ thuộc hàm F

  ABH→C

  A→D

  C→E

  BGH→F

  F→AD

  E→F

  BH→E

Giải thuật tìm phủ tối thiểu (C2)

- Bước 1: xác định G với tất cả các FD có vế phải thuộc tính đơn: F={ABH→C, A→D, C→E, BGH→F, F→A, F→D, E→F, BH→E
- Bước 2: Xóa tất cả thuộc tính dư thừa khỏi phía trái của FD trong G
  - ✓ Xét ABH→C

    Vì A^+= {AD}, B^+={B}, H^+={H}

    $(AB)^+$ = {ABD}, $(AH)^+$={AHD}

    $(BH)^+$={BHEFAD}

    → FD ABH→C không dư thừa vế trái
  - ➢ Xét BGH→F

    Vì B^+={B}, H^+={H}, G+={G}, (GH)+={GH}

    (BG)+={BG}, $(BH)^+$={BHEFAD}

    → BGH→ F có G dư thừa

F={ABH→C,A→D,C→E,BH→F(Loại bỏ G), F→A, F→D,E→F,BH→E

Giải thuật tìm phủ tối thiểu (C2)

F={ABH→C,A→D,C→E,BH→F(Loại bỏ G), F→A, F→D,E→F,BH→E}

Bước 3: Xóa tất cả các FD dư thừa khỏi G

Giả sử loại ABH→C, F'={A→D,C→E,BH→F, F→A, F→D,E→F,BH→E}

ABH+=ABHDFE không chứa C nên không loại

Giả sử loại A→D, F'={ABH→C,C→E,BH→F, F→A, F→D,E→F,BH→E}

A+=A không chứa D nên không loại được

Giả sử loại C→E, F'={ABH→C,A→D,BH→F, F→A, F→D,E→F,BH→E}

C+=C không chứa E nên không loại

Giả sử loại BH→F, F'={A→D,C→E,ABH→C, F→A, F→D,E→F,BH→E}

BH+ =BHEFADC chứa F nên loại

Giải thuật tìm phủ tối thiểu (C2)

F={ABH→C,A→D,C→E,BH→F(Loại bỏ G), F→A, F→D,E→F,BH→E}

Bước 3: Xóa tất cả các FD dư thừa khỏi G

Giả sử loại F→A, F'={ABH→C, A→D,C→E, F→D,E→F,BH→E}

F+=FD không chứa A nên không loại

Giả sử loại F→D, F'={ABH→C,A→D,C→E, F→A,E→F,BH→E}

F+=FAD chứa D nên loại

Giả sử loại E→F, F'={ABH→C,A→D,C→E, F→A,BH→E}

E+=E không chứa F nên không loại

Giả sử loại BH→E, F'={ABH→C,A→D,C→E, F→A,E→F}

BH+=BH không chứa E nên không loại

Ftt=F'={ABH→C,A→D,C→E, F→A,E→F, BH→E}

Giải thuật tìm phủ tối thiểu (C2)

F={ABH→C,A→D,C→E,BH→F(Loại bỏ G), F→A, F→D,E→F,BH→E}

Bước 3: Xóa tất cả các FD dư thừa khỏi G

- Loại bỏ FD F→D (vì F→A, A→D)
- Loại bỏ FD BH→F (vì BH→ E, E→F)

G còn lại các FD sau:

G= {ABH→C, A→D, C→E, F→A, E→F, BH→E}

→ **G là phủ tối thiểu của F**

Giải thuật tìm phủ tối thiểu (C2)

Bài tập:

Cho lược đồ CSDL

Q(TENTAU,LOAITAU,MACHUYEN,LUONGHANG,BENCANG,NGAY)

F={TENTAU $\rightarrow$ LOAITAU

MACHUYEN $\rightarrow$ TENTAU, LUONGHANG

TENTAU,NGAY $\rightarrow$ BENCANG, MACHUYEN}

- Hãy tìm tập phủ tối thiểu của F
- Q(ABCDEF)
- F={A→B, C→AD, AF→EC}

Giải thuật tìm phủ tối thiểu (C2)

Hãy tìm tập phủ tối thiểu của F

- Q(ABCDEF)
- F={A→B, C→AD, AF→EC}

Bước 1: Loại bỏ phụ thuộc có vế trái dư thừa

Xét AF→EC

A+= AB không chứa EC

F+ = F không chứ EC nên AF→EC không có vế trái dư thừa

Bước 2: Tách vế phải còn 1 thuộc tính

F={A→B, C→A, C→D, AF→E, AF→C}

Hãy tìm tập phủ tối thiểu của F

- Q(ABCDEF)
- F={A→B, C→AD, AF→EC}

Bước 3: Loại bỏ các phụ thuộc hàm dư thừa

F={A→B, C→A, C→D, AF→E, AF→C}

Giả sử loại A→B , F'={C→A, C→D, AF→E, AF→C}

A+=A không chứa B nên không loại được

Giả sử loại C→A, F'={A→B, C→D, AF→E, AF→C}

C+=CD không chứa A nên không loại được

Giả sử loại C→D, F'={A→B, C→A, AF→E, AF→C}

C+=CAB không chứa D nên không loại được

Giả sử loại AF→E, F'={A→B, C→D, C→A, AF→C}

AF+=ABFCD không chứa E nên không loại được

Giả sử loại AF→C, F'={A→B, C→D, C→A,AF→E}

AF+=ABFE không chứa C nên không loại được

Kết luận: Ftt={A→B, C→AD, AF→EC}

Bài tập:

- Cho lược đồ quan hệ Q(MSCD,MSSV,CD,HG) và tập phụ thuộc F như sau:

$$
\begin{aligned}
F = \{&MSCD \rightarrow CD;\\
&CD \rightarrow MSCD;\\
&CD,MSSV \rightarrow HG;\\
&MSCD,HG \rightarrow MSSV;\\
&CD,HG \rightarrow MSSV;\\
&MSCD,MSSV \rightarrow HG\}
\end{aligned}
$$

Hãy tìm phủ tối thiểu của F

Q(ABCD)

F={A→C, C→A, BC→D, AD→B, CD→B, AB→D}

Hãy tìm phủ tối thiểu của F

Q(ABCD)

F={A→C, C→A, BC→D, AD→B, CD→B, AB→D}

Bước 1: Loại bỏ các phụ thuộc hàm có vế trái dư thừa

Xét BC→D

B+=B, C+=AC không chứa D, không dư thừa

Xét AD→B

A+=AC, D+=D không chứa B, không có vế trái dư thừa

Xét CD→B

C+=AC, D+=D không chứa B, không có vế trái dư thừa

Xét AB→D

A+=AC, B+=B không chứa D, không có vế trái dư thừa

Bước 2: Tách các vế phải còn 1 thuộc tính

F={A→C, C→A, BC→D, AD→B, CD→B, AB→D}

Hãy tìm phủ tối thiểu của F

Q(ABCD)

F={A→C, C→A, BC→D, AD→B, CD→B, AB→D}

Bước 3: Loại bỏ các phụ thuộc dư thừa

Giả sử loại A→C, F'= { C→A, BC→D, AD→B, CD→B, AB→D}

A+ =A không chứa C nên không loại được

Giả sử loại C→A, F'= { A→C, BC→D, AD→B, CD→B, AB→D}

C+ =C không chứa A nên không loại được

Giả sử loại BC→D, F'= { A→C,C→A, AD→B, CD→B, AB→D}

BC+ =BCAD chứa D nên loại được

Giả sử loại AD→B, F'= { C→A,A→C, CD→B, AB→D}

AD+ =ADCB chứa B nên loại được

Giả sử loại CD→B, F'= { C→A, A→C, AB→D}

CD+ =CAD không chứa B nên không loại được

Giả sử loại AB→D, F'= { C→A, A→C, CD→B}

AB+ =ABC không chứa D nên không loại được

Ftt ={A→C, C→A, CD→B, AB→D}

Khóa của lược đồ quan hệ

- Xét Q(A1,A2,…,An) là lược đồ quan hệ.
  - Q+ là tập thuộc tính của Q.
  - F là tập phụ thuộc hàm trên Q.
  - K là tập con của Q+.
- **Nói rằng K là một khóa của Q nếu:**
  - *K+ = Q+ và*
  - *Không tồn tại K'⊂K sao cho K'+= Q+*
- 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***.

Khóa của lược đồ quan hệ

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
- Ví dụ: Tìm tất cả các khóa của lược đồ quan hệ và tập phụ thuộc hàm như sau: Q(C,S,Z); F={CS→Z; Z→C}

X_i	X_i^+	Siêu khóa	khóa
C	C		
S	S		
CS	CSZ	CS	CS
Z	ZC		
CZ	CZ		
SZ	SZC	SZ	SZ
CSZ	CSZ	CSZ	

Giải thuật tìm khóa của lược đồ quan hệ

- Nhập: R(U) và tập phụ thuộc hàm F
- Xuất: tập hợp K bao gồm tất cả khóa của R
- Tập thuộc tính nguồn (TN) chứa tất cả các thuộc tính xuất hiện ở vế trái và không xuất hiện ở vế phải của các phụ thuộc hàm và các thuộc tính không xuất hiện ở cả vế trái lẫn vế phải của các phụ thuộc hàm

$$TN = U - \cup_{\forall f \in F} \text{right}(f)$$

Q(ABCD)

F={A→C, C→A, BC→D, AD→B, CD→B, AB→D}

TN={ϕ}

TG={A,B,C, D}

Giải thuật tìm khóa của lược đồ quan hệ

- Tập thuộc tính đích (TD) chứa tất cả các thuộc tính có xuất hiện ở vế phải và không xuất hiện ở vế trái của các phụ thuộc hàm

$$TD = \cup_{\forall f \in F} right(f) - \cup_{\forall f \in F} left(f)$$

- Tập thuộc tính trung gian (TG) chứa tất cả các thuộc tính xuất hiện ở cả vế trái lẫn vế phải của các phụ thuộc hàm
- ***Hệ quả***: ***Nếu K là khóa của Q thì TN $\subseteq$ K và TD $\cap$ K = $\varnothing$***

Q(ABCDEFGH) và F={A→B, C→AD, AF→EC}

- TN={FGH}
- TG={AC}

Thuật toán tìm tất cả khóa

- **Bước 1:** Tạo tập thuộc tính nguồn TN. Tập thuộc tính trung gian TG
- **Bước 2:** Nếu TG = ∅ thì lược đồ quan hệ chỉ có 1 khóa K

  K=TN Kết thúc

  Ngược lại qua bước 3
- **Bước 3:** Tìm tất cả các tập con Xi của tập trung gian TG
- **Bước 4:** Tìm các siêu khóa Si bằng cách ∀ Xi

  Nếu $(TN \cup Xi)^+ = Q^+$ thì $Si = TN \cup Xi$
- **Bước 5:** Tìm khóa bằng cách loại bỏ các siêu khóa không tối thiểu

  ∀ Si, Sj ∈ S

  if Si⊂ Sj thì Loại Sj ra khỏi tập siêu khóa S

  S còn lại chính là tập khóa cần tìm

Thuật toán tì

Cho R(A,B,C,D,E,F) và

F={D→B, A→C, AD→E, C→F}

Tìm tất cả các khóa của R

- B1: TN={AD}, TG={C}
- Xi là các tập con của TG

Bước 1: Tạo tập thuộc tính nguồn TN. Tập thuộc tính trung gian TG

Bước 2: Nếu TG = ∅ thì lược đồ quan hệ chỉ có 1 khóa K

K=TN Kết thúc

Ngược lại qua bước 3

Bước 3: Tìm tất cả các tập con Xi của tập trung gian TG

Bước 4: Tìm các siêu khóa Si bằng cách ∀ Xi

Nếu (TN ∪ Xi)+ = Q+ thì Si = TN ∪ Xi

Bước 5: Tìm khóa bằng cách loại bỏ các siêu khóa không tối thiểu

∀ Si, Sj ∈ S

if Si⊂ Sj thì Loại Sj ra khỏi tập siêu khóa S

S còn lại chính là tập khóa cần tìm

Cho R(A,B,C,D,E,F) và F={A→D, C→AF, AB→ EC}. Tìm khóa của R?

X_i	$X_i \cup$ TN	$(X_i \cup$ TN)+	Siêu khóa	Khóa
∅	AD	ADBCEF=R+	AD	AD
C	ADC	ADBCEF=R+	ADC	

Thuật toán tìm tất cả khóa

Ví dụ 2

- Cho R(A,B,C,D,E,F) và F={A→D, C→AF, AB→ EC}. Tìm khóa của R?
- TN={B} , TG={AC}
- Khóa của R là {AB} và {BC}

X_i	$X_i \cup TN$	$(X_i \cup TN)+$	Siêu khóa	Khóa
∅	B	B		
C	CB	ABCDEF=R+	BC	BC
A	AB	ABCDEF=R+	AB	AB
AC	ABC	ABCDEF=R+	ABC	

Nói rằng K là một khóa của Q nếu:
K+ = Q+ và
Không tồn tại K'$\subset$K sao cho K'+= Q+

Let a relation R have three candidate keys A, B, and (C,D). Which of the following must not be correct.

a) A→B
b) B→A
c) A→C
d) C→AB

Ghi chú:
Tập thuộc tính nguồn (TN) chứa tất cả các thuộc tính có xuất hiện ở vế trái và không xuất hiện ở vế phải của các phụ thuộc hàm và các thuộc tính không xuất hiện ở cả vế trái lẫn vế phải của các phụ thuộc hàm.

Tập thuộc tính trung gian (TG) chứa tất cả các thuộc tính xuất hiện ở cả vế trái lẫn vế phải của các phụ thuộc hàm.

- Tìm tất cả các khóa của lược đồ quan hệ và tập pth như sau:

  Q(C,S,Z); F={CS→Z; Z→C}

Giải:

TN = {S}; TG = {C,Z}

Gọi Xi là các tập con của tập TG:

X_i	$(TN \cup X_i)$	$(TN \cup X_i)^+$	Siêu khóa	khóa
ϕ	S	S		
C	SC	Q^+	SC	SC
Z	SZ	Q^+	SZ	SZ
CZ	SCZ	Q^+	SCZ	

Consider a relation R(A,B,C,D,E) with the following functional dependencies: ABC → DE and D → AB. The number of superkeys of R is:

a) 2
b) 7
c) 10
d) 12

Bài Tập

1. Cho một quan hệ R ={A, B, C, D, E, F, G, H, I, J} và tập phụ thuộc hàm

F = { A,B→ C,
A→ D, E
B→ F
F→ G, H
D→ I, J
}

Yêu cầu:

-TN ={AB}

-TG ={DF}

Xi	$X_i \cup$ TN	$(X_i \cup$ TN)+	Siêu khóa	Khóa
ϕ	AB	ABCDEFGHIJ=R+	AB	AB
D	ABD	R+	ABD	
F	ABF	R+	ABF	
DF	ABDF	R+	ABDF	

Bài Tập

1. Cho một quan hệ R ={A, B, C, D, E, F, G, H, I, J} và tập phụ thuộc hàm

F = { A,B→ C
A→ D, E
B→ F
F→ G, H
D→ I, J
}

Yêu cầu:

- Tìm {A}+ ={D, E, I ,J }
- Tìm khóa của quan hệ R.
- Tách quan hệ R thành BCNF.
- Kiểm tra xem việc tách trên có mất mát thông tin không?

Bài Tập

1. Cho một quan hệ R ={A, B, C, D, E, F, G, H, I, J} và tập phụ thuộc hàm

F = { AB→ C, A→ DE, B→ F,F→ GH,D→ IJ }

Yêu cầu:

- Tìm {A}+ ={D, E, I ,J }
- Tìm khóa của quan hệ R.
- Tách quan hệ R thành BCNF.
- Kiểm tra xem việc tách trên có mất mát thông tin không?

Bài Tập

1. Cho một quan hệ R ={A, B, C, D, E, F, G, H, I, J} và tập phụ thuộc hàm

$$F = \{ AB \rightarrow C, A \rightarrow DE, B \rightarrow F, F \rightarrow GH, D \rightarrow IJ \}$$

Yêu cầu:

- Tìm khóa của quan hệ R.

B1: TN ={AB} TG={DF}

Xi	Xi∪ TN	(Xi∪ TN)+	SIÊU KHÓA	KHÓA
ϕ	AB	ABCDEFGHIJ=R+	AB	AB
D	ABD	R+	ABD	
F	ABF	R+	ABF	
DF	ABDF	R+	ABDF	

1. Cho một quan hệ R ={A, B, C, D, E, F, G, H, I, J} và tập phụ thuộc hàm

$$F = \{ AB \rightarrow C, A \rightarrow DE, B \rightarrow F, F \rightarrow GH, D \rightarrow IJ\}$$

Yêu cầu:

- Tìm phủ tối thiểu

B1: Loại bỏ các phụ thuộc hàm có vế trái dư thừa

Xét $AB \rightarrow C$

$A^+ = ADEIJ$, $B^+ = BFGH$ không chứa C nên kg có vế trái dư thừa

B2: Tách các vế phải còn 1 thuộc tính

$F = \{ AB \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow E, B \rightarrow F, F \rightarrow G, F \rightarrow H, D \rightarrow I, D \rightarrow J\}$

F = { AB→ C, A→ D, A→E, B→ F,F→ G, F→H,D→I,D→J}

B3: Loại bỏ các phụ thuộc hàm dư thừa

Giả sử loại AB→C,F'={A→ D, A→E, B→ F,F→ G, F→H,D→I,D→J}

AB+=ABDEFGHIJ không chứa C nên không loại

Giả sử loại A→D,F'={AB→ C, A→E, B→ F,F→ G, F→H,D→I,D→J}

A+=AE không chứa D nên không loại

Giả sử loại A→E,F'={A→ D, AB→C, B→ F,F→ G, F→H,D→I,D→J}

A+=ADIJ không chứa E nên không loại

Giả sử loại B→F,F'={AB→C,A→ D, A→E, F→ G, F→H,D→I,D→J}

B+=B không chứa F nên không loại

Giả sử loại F→G,F'={AB→C,A→ D, A→E, B→ F, F→H,D→I,D→J}

F+=FH không chứa G nên không loại

Giả sử loại F→H,F'={AB→C,A→ D, A→E, B→ F, F→G,D→I,D→J}

F+=FG không chứa H nên không loại

Giả sử loại D→I,F'={AB→C,A→ D, A→E, B→ F, F→H, D→J}

D+=DJ không chứa I nên không loại

Giả sử loại D→J,F'={AB→C,A→ D, A→E, B→ F, F→H,D→I}

D+=DI không chứa J nên không loại

Ftt={ AB→ C, A→ D, A→E, B→ F,F→ G, F→H,D→I,D→J}

Bài Tập

1. Cho một quan hệ R ={A, B, C, D, E, F, G, H, I, J} và tập phụ thuộc hàm

F = { AB→ C, A→ DE, B→ F,F→ GH,D→ IJ }

Yêu cầu:

- Tìm {A}+ ={A,D, E, I ,J }
- Tìm khóa của quan hệ R.
- Tách quan hệ R thành BCNF.
- Kiểm tra xem việc tách trên có mất mát thông tin không?

Bài Tập

1. Cho quan hệ **R(ABCDEH)** và tập các phụ thuộc hàm

F = { AB → ED , BD → CH , AC → BD , ABC → DH }

2.1 : Tìm tất cả các khoá của R suy ra từ tập phụ thuộc hàm

Bài Tập

2. Cho một quan hệ R ={A, B, C, D, E, F, G, H, I, J} và tập phụ thuộc hàm

G= { A,B → C
B, D→E, F
A, D → G, H
A→ I
H→J}

Yêu cầu:

- Tìm {A}+ ={D, E, I ,J }
- Tìm khóa của quan hệ R.
- Tách quan hệ R thành BCNF.
- Kiểm tra xem việc tách trên có mất mát thông tin không?

Bài Tập

3. Cho một quan hệ R ={CourseNo, SecNo, OfferingDept, Credit_Hours, CourseLevel, InstructorSSN, Semester, Year, Days_Hours, RoomNo, NoOfStudents} và tập phụ thuộc hàm:

F ={ CourseNo → OfferingDept, Credit_Hours, CourseLevel;
CourseNo, SecNo, Semester, Year →Days_Hours, RoomNo, NoOfStudents, InstructorSSN;
RoomNo, Days_Hours, Semester, Year → InstructorSSN, CourseNo, SecNo }

Yêu cầu:

Tìm khóa của quan hệ R.

- Quan hệ trên thuộc dạng chuẩn mấy?
- Tách quan hệ về dạng 3NF.
- Kiểm tra xem việc tách trên có mất mát thông tin không?