



CƠ SỞ DỮ LIỆU

GV: ThS. Lê Thị Ngọc Thảo

Chương 5: Phụ thuộc hàm (PTH)



- 5.1. Định nghĩa**
- 5.2. Biểu diễn PTH bằng đồ thị**
- 5.3. Suy diễn logic các PTH**
- 5.4. Hệ tiên đề Amstrong**
- 5.5. Bao đóng**
- 5.6. Bao đóng của tập thuộc tính**
- 5.7. Khóa - Thuật toán tìm khóa**
- 5.8. Phủ tối thiểu**

5.1. Định nghĩa



❖ PTH:

- Là sự biểu diễn RBTVDưới hình thức toán học
- Bảo đảm thông tin không bị tổn thất khi phân rã hoặc kết nối giữa các quan hệ.

❖ Quan hệ R được định nghĩa trên tập thuộc tính $U = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$.

❖ $A, B \subset U$ là 2 tập con của tập thuộc tính U.

❖ Nếu tồn tại một ánh xạ $f: A \rightarrow B$ thì nói rằng A xác định hàm B, hay B PTH vào A.

❖ Ký hiệu: $A \rightarrow B$.

5.1. Định nghĩa (tt)



❖ Định nghĩa hình thức của PTH:

- Quan hệ Q (A, B, C) có PTH A xác định B (ký hiệu là $A \rightarrow B$) nếu:
- $\forall q, q' \in Q$, sao cho $q.A = q'.A$ thì $q.B = q'.B$

❖ Nghĩa là: *ứng với 1 giá trị của A thì có một giá trị duy nhất của B*

❖ A là vế trái của PTH, B là vế phải của PTH

❖ PTH $A \rightarrow A$ được gọi là PTH hiển nhiên.

5.1. Định nghĩa (tt)



❖ Ví dụ 1: Trong quan hệ Sinhvien (Masv, Hoten, Phai, NgSinh, Quequan, Diachi)

- Có các PTH sau:
 - Masv → Quequan, Diachi
 - Masv, Hoten → Ngsinh, Quequan
- Không có các PTH sau:
 - Hoten → Ngsinh, Quequan

5.1. Định nghĩa (tt)



❖ Ví dụ 2: Trong QuanHỆ CHITIẾT_HĐ (Số-hóa-đơn, Mã-hàng, Số-lượng, Đơn-giá, Trị-giá)

- Có các PTH sau:
 - f1: Số-hóa-đơn, Mã-hàng → Số-lượng
 - f2: Số-hóa-đơn, Mã-hàng → Đơn-giá.
 - f3: Số-hóa-đơn, Mã-hàng → Trị-giá.
 - f4: Số-lượng, Đơn-giá → Trị-giá.

5.2. Biểu diễn PTH bằng đồ thị



❖ PTH có thể biểu diễn bằng đồ thị có hướng:

❖ Các nút trong đồ thị chia thành 2 loại:

- Nút thuộc tính: biểu diễn bằng tên thuộc tính
- Nút PTH: biểu diễn bằng hình tròn có số thứ tự của PTH.

❖ Các cung trong đồ thị cũng có 2 loại:

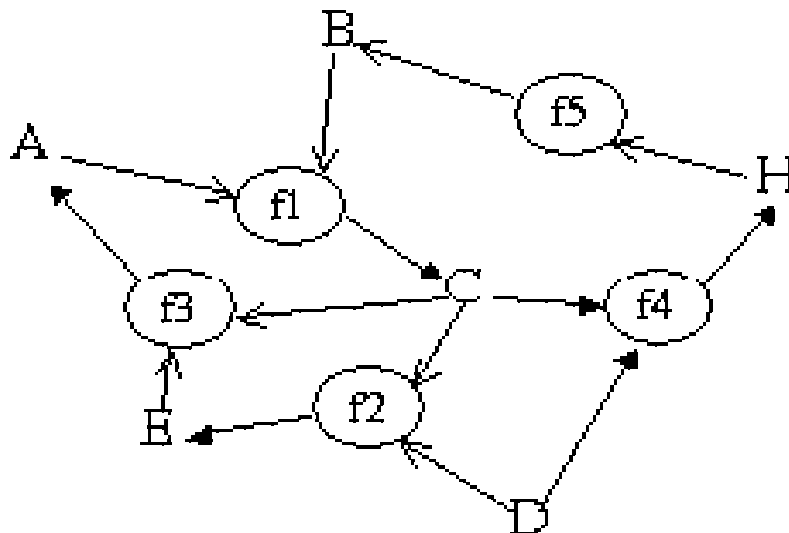
- ❖ Cung đến PTH: xuất phát từ các thuộc tính ở về trái của các PTH
- ❖ Cung rời PTH: hướng đến các thuộc tính ở về phải của các PTH

5.2. Biểu diễn PTH bằng đồ thị



❖ R (A, B, C, D, E, H)

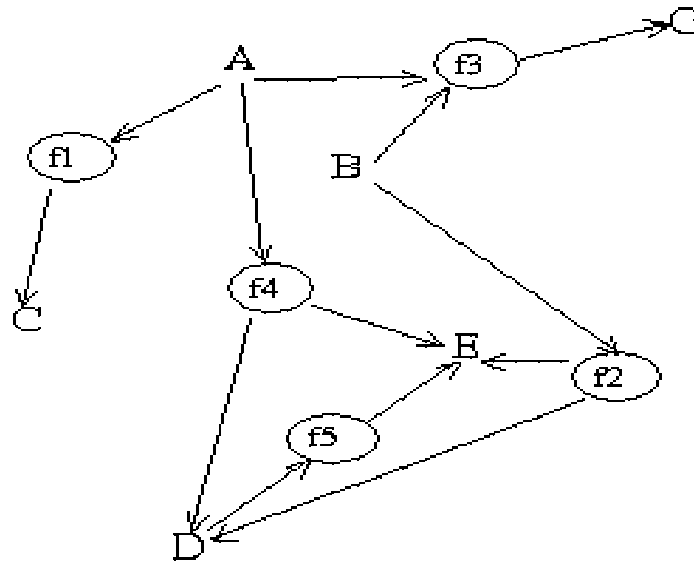
❖ F = {AB→C, CD→E, EC→A, CD→H, H→B}



5.2. Biểu diễn PTH bằng đồ thị



- ❖ $R(A, B, C, D, E, G)$
- ❖ $F = \{A \rightarrow C; B \rightarrow DE; AB \rightarrow G; A \rightarrow ED; D \rightarrow E\}$



5.3. Suy diễn logic các PTH



- ❖ Cho lược đồ quan hệ R với tập thuộc tính U và tập các PTH F .
- ❖ $X \rightarrow Y$ là 1 PTH; $X, Y \subseteq U$.
- ❖ Ta nói rằng $X \rightarrow Y$ được suy diễn logic từ F nếu $\forall r \in R$, nếu r thỏa tất cả các PTH trong F thì r cũng thỏa $X \rightarrow Y$
- ❖ Ký hiệu là: $F \models X \rightarrow Y$.

5.3. Suy diễn logic các PTH



Ví dụ:

- ❖ Với $F = \{X \rightarrow Y, X \rightarrow Z, Y \rightarrow T\}$
- ❖ Thì ta có các PTH: $X \rightarrow YZ$ và $X \rightarrow T$.

5.4. Hệ tiên đề Amstrong



- ❖ Năm 1974, Amstrong đã đưa ra hệ tiên đề (gọi là hệ luật dẫn Amstrong) : Cho lược đồ quan hệ Q với tập thuộc tính U . $X, Y, Z, W \subseteq U$. PTH có các tính chất **cơ bản** sau:
 - A1: Tính phản xạ:
Nếu $Y \subseteq X$ thì $X \rightarrow Y$
 - A2: Tính tăng trưởng:
Nếu $X \rightarrow Y$ thì $XZ \rightarrow YZ$ ($Z \subseteq U$)
 - A3: Tính bắc cầu:
Nếu $X \rightarrow Y$ và $Y \rightarrow Z$ thì $X \rightarrow Z$

5.4. Hệ tiên đề Amstrong



❖ Ví dụ 1:

Cho $F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow A\}$. CMR: $BC \rightarrow ABC$

- Ta có:
- (1) $C \rightarrow A$ (giả thiết)
 - (2) $BC \rightarrow AB$ (tăng trưởng 1)
 - (3) $AB \rightarrow C$ (giả thiết)
 - (4) $AB \rightarrow ABC$ (tăng trưởng 3)
 - (5) $BC \rightarrow ABC$ (bắc cầu 2 & 4)

5.4. Hệ tiên đề Amstrong



❖ Ví dụ 2:

1/ Cho $F = \{A \rightarrow B, BC \rightarrow D\}$.

CMR: $AC \rightarrow BCD$

2/ Cho $F = \{A \rightarrow BC, AC \rightarrow D\}$.

CMR: $AC \rightarrow BCD$

5.4. Hệ tiên đề Amstrong



❖ Các tính chất bổ sung:

- A4: Luật giả bắc cầu:
Nếu $X \rightarrow Y$ và $YZ \rightarrow W$ thì $XZ \rightarrow W$
- A5: Luật hợp:
Nếu $X \rightarrow Y$ và $X \rightarrow Z$ thì $X \rightarrow YZ$
- A6: Luật tách:
Nếu $X \rightarrow YZ$ thì $X \rightarrow Y$ và $X \rightarrow Z$

5.4. Hệ tiên đề Amstrong



Ví dụ: Cho $R(A,B,C,D,E,G,H)$. CMR: $AB \rightarrow E$ với $F = \{AB \rightarrow C, B \rightarrow D, CD \rightarrow E, CE \rightarrow GH, G \rightarrow A\}$.

Ta có:

(1) $AB \rightarrow C$	(cho trước)
(2) $AB \rightarrow AB$	(phản xạ)
(3) $AB \rightarrow B$	(luật tách)
(4) $B \rightarrow D$	(cho trước)
(5) $AB \rightarrow D$	(bắc cầu 3 & 4)
(6) $AB \rightarrow CD$	(hợp 1 & 5)
(7) $CD \rightarrow E$	(cho trước)
(8) $AB \rightarrow E$	(bắc cầu 6 & 7)

5.4. Hệ tiên đề Amstrong

Ví dụ: Cho $R(A,B,C,D,E,G,H,I,J)$.

$F = \{AB \rightarrow E, AG \rightarrow J, BE \rightarrow I, E \rightarrow G, GI \rightarrow H\}$

CMR: $AB \rightarrow GH$

Lời giải

- 1) $AB \rightarrow E$ (cho trước – f1)
- 2) $AB \rightarrow AB$ (phản xạ)
- 3) $AB \rightarrow B$ (tách)
- 4) $AB \rightarrow BE$ (hợp của 1 & 3)
- 5) $BE \rightarrow I$ (cho trước - f3)
- 6) $AB \rightarrow I$ (bắc cầu 4 & 5)
- 7) $E \rightarrow G$ (cho trước - f4)
- 8) $AB \rightarrow G$ (bắc cầu 1 & 7)
- 9) $AB \rightarrow GI$ (hợp 6 & 8)
- 10) $GI \rightarrow H$ (cho trước - f5)
- 11) $AB \rightarrow H$ (bắc cầu 9 & 10)
- 12) $AB \rightarrow GH$ (hợp 8 & 11)

5.5. Bao đóng (Closure)

- ❖ Gọi F^+ là bao đóng (Closure) của F , tức là tập các PTH được suy diễn logic từ F .
- ❖ Nếu $F = F^+$ thì ta nói F là họ đầy đủ (full family) của các PTH.

5.5. Bao đóng (Closure)



❖ Bài toán thành viên (MemberShip):

Kiểm tra PTH $X \rightarrow Y$ có được suy diễn logic từ F không? (tức là $X \rightarrow Y \in F^+$?)

- Đây là một bài toán khó giải.
- Đòi hỏi phải có một hệ luật dẫn để suy diễn logic các PTH.

5.5. Bao đóng (Closure)



❖ Bài toán thành viên – Ví dụ: Cho $Q(ABCDEG)$.

$F = \{AE \rightarrow C, CG \rightarrow A, BD \rightarrow G, GA \rightarrow E\}$

CMR: $BDC \rightarrow Q^+ \in F^+$ ($Q^+ = ABCDEG^+$)

Ta có:

(1) $BDC \rightarrow BDC$	(phản xạ)
(2) $BD \rightarrow G$	(giả thiết f3)
(3) $CG \rightarrow A$	(giả thiết f2)
(4) $BDC \rightarrow A$	(giả bắc cầu 2,3)
(5) $BDC \rightarrow GA$	(hợp 2 & 4)
(6) $BDC \rightarrow E$	(bắc cầu 5 & f4)
(7) $BDC \rightarrow Q^+$	(hợp 1,2,4,6)

5.6. Bao đóng của tập thuộc tính



❖ Định nghĩa:

- Bao đóng của tập thuộc tính X đối với tập các PTH F (ký hiệu: X_F^+) là tập tất cả các thuộc tính A có thể suy dẫn từ X nhờ tập bao đóng của F (F^+)
- $X_F^+ = \{ A \mid X \rightarrow A \in F^+ \}$

❖ Nhận xét:

- 1) $X \subseteq X_F^+$
- 2) $X \rightarrow A \in F^+ \Leftrightarrow A \subseteq X_F^+$

5.6. Bao đóng của tập thuộc tính



❖ Thuật toán Tìm bao đóng của tập thuộc tính

- Input: Tập U hữu hạn các thuộc tính & tập các PTH F trên U & $X \subseteq U$.
- Output: X_F^+
- Phương pháp: Tính liên tiếp $X_0, X_1, X_2, \dots$ theo quy tắc như sau:

5.6. Bao đóng của tập thuộc tính



❖ Thuật toán Tìm bao đóng của tập thuộc tính

Bước 1. $X_0 = X$

Bước 2. $X_{i+1} = X_i \cup A$ sao cho $\exists (Y \rightarrow Z) \in F$,
mà $A \in Z$ và $Y \in X_i$

Bước 3. Cho đến khi $X_{i+1} = X_i$

(Vì $X = X_0 \subseteq X_1 \subseteq X_2 \subseteq \dots \subseteq U$, mà U hữu hạn
cho nên sẽ tồn tại 1 chỉ số i nào đó mà $X_{i+1} = X_i$)

$\rightarrow$ Khi đó $X_F^+ = X_i$

5.6. Bao đóng của tập thuộc tính



❖ Tìm bao đóng của tập thuộc tính – Ví dụ 1

Cho $R(U)$ với $U=ABCDEG$

$F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, ACD \rightarrow B,$

$D \rightarrow EG, BE \rightarrow C, CG \rightarrow BD, CE \rightarrow AG \}$

Tính X_F^+ , với:

$X = D$

$X = BD$

5.6. Bao đóng của tập thuộc tính



❖ Tìm bao đóng của tập thuộc tính – Ví dụ 1

X_i	Tập PTH	X_{i+1}
$X_0 = D$	$D \rightarrow EG$	DEG
$X_1 = DEG$	$D \rightarrow EG$	DEG
$X_2 = DEG$		

$\rightarrow D^+ = DEG$

5.6. Bao đóng của tập thuộc tính



❖ Tìm bao đóng của tập thuộc tính – Ví dụ 1

X_i	Tập PTH	X_{i+1}
$X_0 = BD$	$D \rightarrow EG$	BDEG
$X_1 = BDEG$	$D \rightarrow EG, BE \rightarrow C$	BCDEG
$X_2 = BCDEG$	$C \rightarrow A, BC \rightarrow D,$ $D \rightarrow EG, BE \rightarrow C,$ $CG \rightarrow BD, CE \rightarrow AG$	ABCDEG
$X_3 = ABCDEG$	Tất cả	ABCDEG
$X_4 = ABCDEG$		

$\rightarrow BD^+ = ABCDEG$

5.6. Bao đóng của tập thuộc tính



❖ Tìm bao đóng của tập thuộc tính – Ví dụ 2

Cho $R(u)$ với $u=ABCDEFGH$

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

Tính X_F^+ , với:

$X = BD$

$X = AC$

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa



❖ Định nghĩa:

- R là lược đồ quan hệ định nghĩa trên tập các thuộc tính $U = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$
- Tập các PTH $F = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$ xác định trên R .
- $K \subseteq U$ là khóa của R nếu thỏa mãn hai điều kiện sau đây:
 - 1) $K \rightarrow U$. (K là siêu khóa)
 - 2) $\nexists K' \subset K$ mà $K' \rightarrow U$.

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa



❖ Bài Toán Tìm khóa:

- Xác định tất cả các khóa của 1 lược đồ quan hệ.
- Bài toán này được giải quyết qua 2 giai đoạn:
 1. **Giai đoạn 1:** Xây dựng tập S chứa tất cả các siêu khóa của R
 2. **Giai đoạn 2:** Xây dựng tập K chứa tất cả các khóa của R từ tập S bằng cách loại bỏ khỏi S những siêu khóa không tối thiểu.

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa



❖ Bài Toán Tìm khóa:

- Để xác định tất cả các siêu khóa của 1 lược đồ quan hệ R, ta lần lượt xét $(2^n - 1)$ tập hợp con của $R^+ : X_1, X_2, \dots$
- Nếu 1 tập con X_i của R^+ có bao đóng bằng đúng R^+ thì tập con X_i chính là 1 siêu khóa.
- Nếu R chỉ có 1 siêu khóa S thì siêu khóa đó cũng là khóa của lược đồ quan hệ R

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa



❖ Bài Toán Tìm khóa:

- Trong trường hợp R có nhiều hơn 1 siêu khóa (hữu hạn), để xác định tất cả các khóa chỉ định, ta so sánh 1 cặp siêu khóa S_i và S_j . Nếu $S_i \subset S_j$, ta loại S_j và giữ lại S_i .
- Lần lượt so sánh từng cặp siêu khóa để loại bỏ tập lớn, cuối cùng thu được tập các khóa chỉ định của R .

→ **Thuật toán không khả thi khi n lớn**

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa



❖ Bài Toán Tìm khóa – Thuật toán cải tiến:

Chúng ta sẽ cải tiến thuật toán dựa trên việc phân loại tập thuộc tính R^+

- A gọi là thuộc tính nguồn nếu A không xuất hiện ở vế phải của bất kỳ PTH không hiển nhiên nào của F .
- Tập các thuộc tính nguồn ký hiệu là N
- A gọi là thuộc tính đích nếu A không phải thuộc tính nguồn và A không xuất hiện ở vế trái của bất kỳ PTH không hiển nhiên nào của F .
- Tập các thuộc tính đích ký hiệu là D .

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa



❖ Bài Toán Tìm khóa – Thuật toán cải tiến:

- Tập hợp các thuộc tính không phải nguồn và không phải đích gọi là tập trung gian. Ký hiệu là L
- Các tập hợp N , D , L rời nhau từng đôi một và $N \cup D \cup L = R^+$

❖ Nhận xét

- Nếu K là khóa của R thì K chứa tất cả các thuộc tính nguồn và không chứa bất kỳ thuộc tính đích nào.

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa



❖ Thuật toán cải tiến:

⇒ **B1: Xây dựng 2^v tập con của L : $L_1, L_2, \dots$ bằng phương pháp đường chạy nhị phân.**

⇒ **B2: Xây dựng tập K chứa các siêu khóa**

$$\Rightarrow K = \emptyset$$

$$\Rightarrow \forall L_i, X_i = N \cup L_i$$

$$\Rightarrow \text{Tính } X_i^+_F. \text{ Nếu } X_i^+_F = R^+ \text{ thì } K = K \cup X_i$$

⇒ **B3: Loại bỏ dần các siêu khóa lớn**

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa



❖ Ví dụ:

Cho $R(ABCDEG)$ với tập PTH

$F = \{ AE \rightarrow C, CG \rightarrow A, BD \rightarrow G, GA \rightarrow E \}$

Xác định tất cả các khóa của R

Ta có:

$N = \{ B, D \}$

$D = \emptyset$

$L = \{ A, C, E, G \}$

Xây dựng tập thuộc tính L_i bằng PP đường chạy nhị phân.

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa



ACEG	L_i	$X_i = N \cup L_i$	$X_i^+_F$
0000		BD	BDG
0001	G	BDG	BDG
0010	E	BDE	BDEG
0011	EG	BDEG	BDEG
0100	C	BDC	BDCGAE = R^+
0101	CG	BDCG	
0110	CE	BDCE	
0111	CEG	BDCEG	
1000	A	BDA	BDAGEC = R^+
1001	AG	BDAG	
1010	AE	BDAE	
1011	AEG	BDAEG	
1100	AC	BDAC	
1101	ACG	BDACG	
1110	ACE	BDACE	
1111	ACEG	BDACEG	

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa



❖ Ví dụ:

→ Có 2 siêu khóa: BDC, BDA

→ Có 2 khóa: BDC, BDA

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa



❖ Ví dụ:

Cho $R(ABCDEFG)$ với tập PTH

$F = \{ EC \rightarrow B, AB \rightarrow C, EB \rightarrow D, \\ BG \rightarrow A, AE \rightarrow G \}$

Xác định tất cả các khóa của R

Ta có:

$$N = \{ E \}$$

$$D = \{ D \}$$

$$L = \{ A, B, C, G \}$$

→ Xây dựng tập thuộc tính L_i bằng PP đường chạy nhị phân.

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa

ABCG	L_i	$X_i = N \cup L_i$	$X_i^+_{iF}$
0000		E	E
0001	G	EG	EG
0010	C	EC	ECBD
0011	CG	ECG	ECGBDA = R^+
0100	B	EB	EBD
0101	BG	EBG	EBGDAC = R^+
0110	BC	EBC	EBCD
0111	BCG	EBCG	
1000	A	EA	EAG
1001	AG	EAG	EAG
1010	AC	EAC	EACBDG = R^+
1011	ACG	EACG	
1100	AB	EAB	EABCDG = R^+
1101	ABG	EABG	
1110	ABC	EABC	
1111	ABCG	EABCG	

5.7. Khóa – Thuật toán tìm khóa

❖ Ví dụ:

→ Có 4 siêu khóa: ECG, EBG, EAC, EAB

→ Có 4 khóa: ECG, EBG, EAC, EAB

5.8. Phủ tối thiểu



❖ PTH tương đương

- Gọi F và G là các tập PTH. Ta nói rằng F và G là tương đương nếu $F^+ = G^+$.
- Nếu F và G tương đương, đôi khi còn nói F phủ G (hay G phủ F).

5.8. Phủ tối thiểu



❖ Phủ tối thiểu: Gọi F là tối thiểu nếu

- Mỗi vế phải của 1 PTH $\in F$ chỉ có 1 thuộc tính
- Không tồn tại 1 PTH $X \rightarrow A$ thuộc F , mà $F^+ = (F - \{X \rightarrow A\})^+$
- Không tồn tại 1 PTH $X \rightarrow A$ thuộc F , và 1 tập con Z của X mà $F^+ = (F - \{X \rightarrow A\} \cup \{Z \rightarrow A\})^+$

5.8. Phủ tối thiểu



Ví dụ

- ❖ Cho $F = \{ AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, ACD \rightarrow B, D \rightarrow E, D \rightarrow G, BE \rightarrow C, CG \rightarrow B, CG \rightarrow D, CE \rightarrow A, CE \rightarrow G \}$

Tìm Phủ tối thiểu ?

Ta có:

$CE \rightarrow A$ là dư thừa (vì $C \rightarrow A$)

$CG \rightarrow B$ là dư thừa (vì $CG \rightarrow D, C \rightarrow A$ và $ACD \rightarrow B$)

$ACD \rightarrow B$ thay bằng $CD \rightarrow B$ vì $C \rightarrow A$

$\Rightarrow \text{PTT} = \{ AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, CD \rightarrow B, D \rightarrow E, D \rightarrow G, BE \rightarrow C, CG \rightarrow D, CE \rightarrow G \}$

5.8. Phủ tối thiểu



Ví dụ

- ❖ Cho $F = \{ AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, ACD \rightarrow B, D \rightarrow E, D \rightarrow G, BE \rightarrow C, CG \rightarrow B, CG \rightarrow D, CE \rightarrow A, CE \rightarrow G \}$

Tìm Phủ tối thiểu ?

Loại bỏ $CE \rightarrow A, CG \rightarrow D$ và $ACD \rightarrow B$ sẽ có tập tối thiểu:

$\Rightarrow \text{PTT} = \{ AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, D \rightarrow E, D \rightarrow G, BE \rightarrow C, CG \rightarrow B, CE \rightarrow G \}$