# CƠ SỞ DỮ LIỆU

TRẦN HỒNG DIỆP

EMAIL: diepthd@tlu.edu.vn
diepthd@gmail.com

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
THUYLOI UNIVERSITY - WWW.TLU.EDU.VN

# NỘI DUNG MÔN HỌC

1. TỔNG QUAN HỆ THỐNG CƠ SỞ DỮ LIỆU
2. MÔ HÌNH THỰC THỂ - LIÊN KẾT
3. MÔ HÌNH QUAN HỆ
4. LÝ THUYẾT THIẾT KẾ CƠ SỞ DỮ LIỆU
5. CHUẨN CƠ SỞ DỮ LIỆU
6. NGÔN NGỮ ĐỊNH NGHĨA VÀ THAO TÁC DỮ LIỆU

# Nhập đề

- Chúng ta đang nói về CSDL ở mô hình Quan hệ - Một mô hình toán học có đầy đủ các công cụ để nghiên cứu và đánh giá sự "*tốt*", "*xấu*" và tính "*đúng đắn*"

- Chúng ta đã có cả một chương làm quen với vấn đề *thiết kế một CSDL* trên phương diện các công cụ phi hình thức

➡ Cần các công cụ / ngôn ngữ hình thức toán học để nghiên cứu sâu sắc hơn về mô hình CSDL Quan hệ và ứng dụng trong việc thiết kế một CSDL *"Chuẩn"*

CHƯƠNG IV

# LÝ THUYẾT THIẾT KẾ CƠ SỞ DỮ LIỆU

**4.1. Phụ thuộc hàm**

**4.2. Khóa và các tính chất**

**4.3. Thuật toán tìm khóa**

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
THUYLOI UNIVERSITY - WWW.TLU.EDU.VN

Hong Diep TRAN

## Định nghĩa Phụ thuộc hàm - *Functional Dependency*

- Cho quan hệ R(U) với:
  - tập các thuộc tính: $U=\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$
  - hai tập con: $X, Y \subseteq U$

- Nếu hai bộ bất kỳ $\forall r_1, r_2 \in R$ mà $r_1.X = r_2.X$ thì luôn có: $r_1.Y = r_2.Y$

  ➧ Phát biểu: X xác định hàm đối với Y
  Y phụ thuộc hàm vào X

Ký hiệu phụ thuộc hàm: $A \rightarrow B$

Tập các Phụ thuộc hàm của R: F

# Định nghĩa phi hình thức về phụ thuộc hàm

- Cho quan hệ R(A, B, C) với C có thể rỗng
- Nếu trong R bất cứ hai bộ $<a_1, b_1, c_1>$ và $<a_2, b_2, c_2>$ mà có $a_1=a_2$ thì cũng đều có $b_1=b_2$
- B phụ thuộc hàm vào A hay A quy định B: $A \rightarrow B$
- *Nhận xét:* Nếu có giá trị thuộc tính A của một bộ thì cho phép tìm thấy giá trị thuộc tính B của bộ đó

*Ví dụ:* Có phụ thuộc hàm: *Tên khoa → Địa chỉ khoa*

➔ Nếu biết tên của một khoa thì sẽ biết được địa chỉ của khoa đó

- *Nhận xét:* mọi thuộc tính mô tả đều phụ thuộc hàm vào thuộc tính khóa

*Ví dụ*: nếu MãSV là khóa của quan hệ, thì: *MãSV → Họ tên*

## Phụ thuộc hàm hiển nhiên

- Cho quan hệ R(U) , F với:
- Phụ thuộc hàm $(A \rightarrow B) \in F \mid A, B \in U$ và $B \subseteq A$

  ➡ $A \rightarrow B$ : *Phụ thuộc hàm hiển nhiên*

- *Ví dụ*: SINH VIÊN (*MãSV, Họ tên, Ngày sinh*)

  ➔ Hiển nhiên: *MãSV, Họ tên → Họ tên*

## Phụ thuộc hàm sơ đẳng

- Cho quan hệ R(U), F với phụ thuộc hàm $(A \rightarrow B) \in F \mid A, B \in U$

1. Nếu $\nexists A' \subseteq A \mid A' \rightarrow B$

   ➧ $A \rightarrow B$ : *Phụ thuộc hàm sơ đẳng / nguyên tố*

   *B Phụ thuộc hàm đầy đủ vào A*

2. Trường hợp trái lại ($\exists A' \subseteq A \mid A' \rightarrow B$)

   ➔ *B Phụ thuộc hàm bộ phận vào A*

*Ví dụ*: DÒNG HÓA ĐƠN(*SHHĐ, MãMH, TênMH, Đơn giá*)

F = {*SHHĐ, MãMH → Đơn giá ; MãMH → TênMH ; SHHĐ, MãMH → TênMH*}

- ✓ (*SHHĐ, MãMH → Đơn giá*) là phụ thuộc hàm sơ đẳng, do ∄(*SHHĐ →Đơn giá*) và ∄(*MãMH → Đơn giá*)
- ✓ (*SHHĐ, MãMH → TênMH*) có *TênMH* phụ thuộc hàm bộ phận vào vế trái do ∃ (*MãMH → TênMH*)

# Phụ thuộc hàm trực tiếp

- Cho quan hệ R(U) với phụ thuộc hàm $(A \rightarrow B) \in F \mid A, B \in U$

1. Nếu $\nexists X \subseteq U \mid A \rightarrow X, X \rightarrow B$
   - $A \rightarrow B$ : Phụ thuộc hàm ***trực tiếp***
2. Trường hợp trái lại ($\exists X \subseteq U \mid A \rightarrow X, X \rightarrow B$)
   - $A \rightarrow B$ : Phụ thuộc hàm ***bắc cầu***

Ví dụ: HÓA ĐƠN(*SHHĐ, MãKháchHàng, Họ tên*)

F = {*SHHĐ → MãKháchHàng ; SHHĐ → Họ tên ; MãKháchHàng → Họ tên*}

- ✓ (*SHHĐ → MãKháchHàng*) là phụ thuộc hàm trực tiếp, do ∄(*SHHĐ → Họ tên*) đồng thời với (*Họ tên → MãKháchHàng*)
- ✓ (*SHHĐ → Họ tên*) ) là phụ thuộc hàm bắc cầu do ∃ (*SHHĐ → MãKháchHàng*) đồng thời với (*MãKháchHàng → Họ tên*)

## Phụ thuộc hàm được suy diễn từ tập F

- Cho quan hệ R(U) và tập các phụ thuộc hàm F xác định trên nó:

  - Phụ thuộc hàm $(A \rightarrow B) \in F \mid A, B \in U$

    được gọi là **suy diễn từ F** nếu:

    R cũng thỏa $(A \rightarrow B)$

  - Ký hiệu suy diễn: $\mathbf{F \models (A \rightarrow B)}$

## Bao đóng (*Closure*) của tập phụ thuộc hàm

- Cho quan hệ R(U) và tập các phụ thuộc hàm F xác định trên nó:
  - Bao đóng của tập phụ thuộc hàm F được ký hiệu là $\mathbf{F^+}$
  - $(\mathbf{F^+} \supseteq F)$ và
    $(\mathbf{F^+} \supseteq \forall (A \rightarrow B) \mid (A \rightarrow B) \Dashv F)$

- <u>*Ghi nhớ:*</u>
  - ✓ $(A \rightarrow B) \Dashv F \quad \Leftrightarrow \quad (A \rightarrow B) \in F^+$
  - ✓ Nếu $F = F^+$ → F gọi là họ đầy đủ (*Full family*)
  - ✓ Bài toán đi tìm $\mathbf{F^+}$: thường mất thời gian / ít quan tâm
  - ✓ Bài toán chứng minh $(A \rightarrow B) \in F^+$ khả thi và có ý nghĩa ứng dụng (xem xét sau đây)

## Hệ tiên đề Armstrong cho phụ thuộc hàm

- Là tập luật suy diễn cơ bản do Armstrong đưa ra 1974.
- Cho quan hệ R(U) , F xác định trên R và $A, B \subseteq U$ :

1. Phản xạ (*Reflexivity*):
   Nếu $A \supseteq B$ thì $A \rightarrow B$
2. Tăng trưởng (*Augmentation*):
   Nếu $A \rightarrow B$ và $C \subseteq U$ thì $AC \rightarrow BC$
3. Bắc cầu (*Transitivity*):
   Nếu $A \rightarrow B$ và $B \rightarrow C$ thì $A \rightarrow C$

# Tính đúng đắn của Hệ tiên đề Amstrong

- *Bổ đề 1*: Hệ tiên đề Armstrong là đúng.

  Có nghĩa, nếu $A \rightarrow B$ là phụ thuộc hàm suy diễn từ F thông qua hệ tên đề Armstrong

  Thì $A \rightarrow B$ cũng đúng trên quan hệ thỏa mãn F

## Chứng minh một phụ thuộc hàm thuộc $F^+$

- *Ví dụ 1*: Cho quan hệ R(A,B,C)

  $F = \{AB \rightarrow C,$
  $C \rightarrow A\}$

  Chứng minh rằng $BC \rightarrow ABC$

# Chứng minh một phụ thuộc hàm thuộc $F^+$

- *Ví dụ 1*: Cho quan hệ R(A,B,C)

  $F = \{AB \rightarrow C,\ C \rightarrow A\}$

  Chứng minh rằng $BC \rightarrow ABC$

1. $C \rightarrow A$ (Giả thiết)
2. $BC \rightarrow AB$ (Từ 1 tăng trưởng thêm B)
3. $AB \rightarrow C$ (Giả thiết)
4. $AB \rightarrow ABC$ (Từ 3 tăng trưởng thêm AB)
5. $BC \rightarrow ABC$ (Bắc cầu từ 2 và 4)
6. Kết thúc

## Các luật suy dẫn từ Armstrong

- *Bổ đề 2*: Từ hệ tiên đề Armstrong có thể suy ra các luật sau:
- Cho quan hệ R(U), F xác định trên R và A, B $\subseteq$ U :

1. Giả bắc cầu (*Pseudotransitivity*):
   Nếu $A \to B$ và $XB \to C$ thì $AX \to C$
2. Hợp (*Union*):
   Nếu $A \to B$ và $A \to C$ thì $A \to BC$
3. Tách (*Decomposition*):
   Nếu $A \to B$ và $B \supseteq C$ thì $A \to C$

## Chứng minh một phụ thuộc hàm thuộc $F^+$

❖ *Ví dụ 2*: Cho quan hệ R(A,B,C,D,E,G,H)

F = { AB→C , B→D , CD→E , CE→GH , CE→GH }

Chứng minh rằng AB → E

## Chứng minh một phụ thuộc hàm thuộc $F^+$

❖ *Ví dụ 2*: Cho quan hệ R(A,B,C,D,E,G,H)
F = { AB→C , B→D , CD→E , CE→GH , CE→GH }
Chứng minh rằng AB → E

1. AB → C (Giả thiết)
2. AB → B (Luật phản xạ)
3. B → D (Giả thiết)
4. AB → D (Luật bắc cầu từ 2 và 3)
5. AB → CD (Luật hợp từ 1 và 4)
6. CD → E (Giả thiết)
7. AB → E (Bắc cầu từ 5 và 6)
8. Kết thúc

## Chứng minh một phụ thuộc hàm thuộc $F^+$

- *Ví dụ 3*: Cho quan hệ R(A,B,C,D,E,G,H,I,J)

  F = { AB→E , AG→J , BE→I , E→G , GI→H }

  Chứng minh rằng AB → GH

# Chứng minh một phụ thuộc hàm thuộc $F^+$

- *Ví dụ 3*: Cho quan hệ R(A,B,C,D,E,G,H,I,J)

  F = { AB→E , AG→J , BE→I , E→G , GI→H }

  Chứng minh rằng AB → GH

1. AB → E (Giả thiết)
2. AB → B (Luật phản xạ)
3. AB → BE (Luật hợp từ 1 và 2)
4. BE → I (Giả thiết)
5. AB → I (Bắc cầu từ 3 và 4)
6. E → G (Giả thiết)
7. AB → G (Bắc cầu từ 1 và 6)
8. AB → GI (Luật hợp từ 5 và 7)
9. GI → H (Giả thiết)
10. AB → H (Bắc cầu từ 8 và 9)
11. AB → GH (Luật hợp từ 7 và 10)
12. Kết thúc

## Khái niệm Bao đóng (*Closure*) của tập thuộc tính

- Cho quan hệ R(U) và tập các phụ thuộc hàm F xác định trên nó:
  - Bao đóng của tập thuộc tính X trên tập phụ thuộc hàm F được ký hiệu là $\mathbf{X_F^+}$ hoặc $\mathbf{X^+}$
  - $(\mathbf{X^+} \supseteq X)$ và
    $(\mathbf{X^+} \supseteq \forall A \mid (X \rightarrow A) \Dashv F)$

## Bài toán chứng minh một phụ thuộc hàm được suy diễn từ F

- *Bổ đề 3*: $A \rightarrow B$ là phụ thuộc hàm được suy diễn từ F nhờ hệ tiên đề Armstrong khi và chỉ khi $B \subseteq A^+$

- Cho quan hệ $R(U)$ , F và $A, B \subseteq U$ : các bài toán sau đây là tương đương:

   1. Chứng minh $(A \rightarrow B) \Dashv F$ và
   2. Chứng minh $(A \rightarrow B) \in F^+$ và
   3. Xác định $B \subseteq A^+$

# Thuật toán tìm bao đóng của tập thuộc tính

- Mô phỏng thuật toán: tìm $X^+$ trên tập phụ thuộc hàm F

```
Void Closure(X,F)
  {
      ketqua = X ;    // Tập ketqua ban đầu kết nạp các thuộc tính của X
      while (<Còn có sự kết nạp thêm vào tập ketqua>)
          for (A→B ∈ F)    // Vòng lặp duyệt từng phụ thuộc hàm trong F
              if (A ∈ ketqua)  ketqua = ketqua ∪ B ;
                  // kết nạp vế phải của PTH nếu vế trái đã có trong tập ketqua
      return ketqua;
  };
```

# Thuật toán tìm bao đóng của tập thuộc tính

❖ *Ví dụ 1*: Cho quan hệ R(A,B,C,D,E,G,H,I,K)

F = { (1)A→BC , (2)I→K , (3)GB→H , (4)CG→I , (5)B→H }

Tính bao đóng của tập AG

| V.Lặp | k | $(AG)^+$=ketqua | Phụ thuộc hàm được duyệt |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | AG | (1) A→BC //do A ⊂ ketqua nên kết nạp BC |
| | 0 | AGBC | (2) I→K //do I ⊄ ketqua nên bỏ qua |
| | 1 | AGBC | (3) GB→H //do GB ⊂ ketqua nên kết nạp H |
| | 1 | AGBCH | (4) CG→I //do CG ⊂ ketqua nên kết nạp I |
| | 0 | AGBCHI | (5) B→H //do BH ⊂ ketqua nên bỏ qua |
| 2 | 0 | AGBCHI | (1) A→BC //do ABC ⊂ ketqua nên bỏ qua |
| | 1 | AGBCHI | (2) I→K //do I ⊂ ketqua nên kết nạp K |
| | 0 | AGBCHIK | (3) GB→H //do GBH ⊂ ketqua nên bỏ qua |
| | 0 | AGBCHIK | (4) CG→I //do CGI ⊂ ketqua nên bỏ qua |
| | 0 | AGBCHIK | (5) B→H //do BH ⊂ ketqua nên bỏ qua |
| 3 | 0 | **AGBCHIK** | (1) (2) (3) (4) (5) đều không kết nạp mới cho ketqua |

# Bài toán chứng minh một phụ hàm được suy dẫn từ tập F

- *Ví dụ 2*: Cho quan hệ R(A,B,C,D,E,G,H,I,J)
  $F = \{ AB \rightarrow E,\ AG \rightarrow J,\ BE \rightarrow I,\ E \rightarrow G,\ GI \rightarrow H \}$
  Chứng minh rằng $AB \rightarrow GH$

- Việc chứng minh $AB \rightarrow GH$ tương đương với:
  1. Chứng minh $(AB \rightarrow GH) \Dashv F$ và
  2. Chứng minh $(AB \rightarrow GH) \in F^+$ và
  3. Xác định $(AB)^+ \supseteq GH$

- Xác định $(AB)^+ = \{ A\ B\ E\ I\ G\ H\ J \} \supseteq GH$

- Vậy đã chứng minh $AB \rightarrow GH$

# Bài toán chứng minh một phụ hàm được suy dẫn từ tập F

- *Ví dụ 3*: $F = \{ CD \rightarrow A , E \rightarrow B , BD \rightarrow C , C \rightarrow D \}$
  Phụ thuộc hàm nào sau đây thuộc $F^+$ : $DE \rightarrow BC$ ; $AC \rightarrow BE$

- Công việc trở về tìm bao đóng của tập thuộc tính nằm ở vế trái mỗi phụ thuộc hàm cần chứng minh:

1) $(DE)^+ = \{ DEBCA \} \supseteq BC$
   - Vậy $(DE \rightarrow BC) \in F^+$

2) $(AC)^+ = \{ ACD \} \not\supseteq BC$
   - Vậy $(DE \rightarrow BC) \notin F^+$

## Hai phụ thuộc hàm tương đương - *Equivalence*

- Cho hai tập các phụ thuộc hàm $F_1$ và $F_2$ xác định trên tập các thuộc tính U.

  - Nếu $F_1^+ = F_2^+$

- $F_1$, $F_2$ được gọi là ***tương đương nhau***
- Ký hiệu $F_1 \approx F_2$ (đôi khi $F_1 \equiv F_2$ )

- *Ghi chú*: có thể có nhiều hơn hai tập phụ thuộc hàm tương đương nhau

## Phủ của một phụ thuộc hàm - *Cover*

- Cho hai tập các phụ thuộc hàm $F_1$ và $F_2$ xác định trên tập các thuộc tính U.

  - Nếu $F_1^+ \supseteq F_2^+$

  → $F_1$ được gọi là ***phủ*** $F_2$

  - Nếu $F_1 \approx F_2$

  → $F_1$ phủ $F_2$, và ngược lại $F_2$ phủ $F_1$

> Có thể có nhiều hơn hai phủ cho một tập phụ thuộc hàm

# Bài toán xác định tính tương đương của hai tập phụ thuộc hàm

- Hai tập các phụ thuộc hàm $F_1$ và $F_2$ xác định trên tập các thuộc tính U là tương đương khi thỏa hai điều kiện:

1. $F_1 \subseteq F_2$ ($F_1$ phủ $F_2$)
   có nghĩa là $\forall f_1 \in F_1 : f_1 \in F_2^+$

2. $F_2 \subseteq F_1$ ($F_2$ phủ $F_1$)
   có nghĩa là $\forall f_2 \in F_2 : f_2 \in F_1^+$

- Giải bài toán:
  1. Lần lượt duyệt để chứng minh từng phụ thuộc hàm của $F_1$ đều được suy diễn từ $F_2$ , và ngược lại:
  2. Lần lượt duyệt để chứng minh mọi phụ thuộc hàm của $F_2$ đều được suy diễn từ $F_1$

## Phủ không dư thừa của một tập phụ thuộc hàm – *Minimum cover*

- Một tập các phụ thuộc hàm F xác định trên tập các thuộc tính U
  - Có thể có nhiều phủ của F !
  - Phủ nào đơn giản / nhỏ gọn nhất?

Định nghĩa: Một tập các phụ thuộc hàm được gọi là không dư thừa (*phủ tối thiểu*) nếu **không tồn tại**:

1. Phụ thuộc hàm dư thừa
2. Thuộc tính dư thừa trong mỗi phụ thuộc hàm

## Phụ thuộc hàm dư thừa

- Cho phụ thuộc hàm $A \rightarrow B \in F$
  - Phụ thuộc hàm $A \rightarrow B$ gọi là dư thừa nếu:
    $F \approx F \setminus \{A \rightarrow B\}$

## Thuộc tính dư thừa

- Cho phụ thuộc hàm $A \rightarrow B \in F$
  - Thuộc tính $A' \in A$ gọi là dư thừa nếu:

    $F \approx F \setminus \{A \rightarrow B\} \cup \{(A-A') \rightarrow B\}$

  - Thuộc tính $B' \in B$ gọi là dư thừa nếu:

    $F \approx F \setminus \{A \rightarrow B\} \cup \{A \rightarrow (B-B')\}$

- A (B) không có thành phần dư thừa nếu nó chỉ là *một* thuộc tính
- *Xác định thuộc tính dư thừa trong phụ thuộc hàm $f \in F$*: Kiểm tra tính dư thừa của từng thuộc tính trong vế trái và phải của *f*, nếu là dư thừa thì *loại bỏ*

# Bài toán tìm phủ không dư thừa

- Cho tập các phụ thuộc hàm F xác định trên tập các thuộc tính U
  - Bài toán đi tìm phủ không dư thừa của F được thực hiện bằng một trong hai qui trình sau (*có thể dễ dàng chứng minh*):

1) Xóa bỏ các phụ thuộc hàm dư thừa:

**B1:** Sử dụng luật tách để tách mọi phụ thuộc hàm mà vế phải có nhiều hơn 1 thuộc tính: F ⟹ F'

**B2:** Duyệt từng phụ thuộc hàm *fi* ∈ F': tại vòng lặp thứ *i* nếu *fi* dư thừa trong F hiện thời, thì loại bỏ, F' ⟹ F' \ { *fi* }

2) Xóa bỏ các thuộc tính dư thừa:

**B1:** Sử dụng luật hợp để gộp mọi phụ thuộc hàm chung vế trái: F ⟹ F'

**B2:** Duyệt từng phụ thuộc hàm *fi* ∈ F' để loại bỏ các thuộc tính dư thừa

**B3:** Lại quay lại bước B1 nếu xuất hiện các phụ thuộc hàm chung vế trái

## Bài toán tìm phủ không dư thừa

- *Ví dụ*: Cho quan hệ R(A,B,C) tìm phủ không dư thừa của F
  $F = \{ (1) A \rightarrow BC , (2) B \rightarrow C , (3) A \rightarrow B , (4) AB \rightarrow C \}$

*Giải theo cách 1*: loại bỏ các phụ thuộc hàm dư thừa:

B1: không có phụ thuộc hàm nào vế phải có nhiều hơn 1 thuộc tính

B2: kiểm tra từng phụ thuộc hàm trong F:

(1) Kiểm tra $F \approx F' = F \setminus \{A \rightarrow BC\}$ ?
- Nghĩa là kiểm tra $A \rightarrow BC$ có phải được suy diễn từ F' hay không?
- Tính $A^+ = \{ABC\} \supseteq BC \Rightarrow A \rightarrow BC$ là dư thừa
- $F = \{(2) B \rightarrow C , (3) A \rightarrow B , (4) AB \rightarrow C \}$

(2) Kiểm tra $F \approx F' = F \setminus \{B \rightarrow C\}$ ?
- Tính $B^+ = \{B\} \not\supseteq C \Rightarrow B \rightarrow C$ là không dư thừa

(3) Kiểm tra $F \approx F' = F \setminus \{A \rightarrow B\}$ ?
- Tính $A^+ = \{A\} \not\supseteq B \Rightarrow A \rightarrow B$ là không dư thừa

(4) Kiểm tra $F \approx F' = F \setminus \{AB \rightarrow C\}$ ?
- Tính $(AB)^+ = \{ABC\} \supseteq C \Rightarrow B \rightarrow C$ là dư thừa

- $F = \{(2) B \rightarrow C , (3) A \rightarrow B \}$ là phủ không dư thừa

# Bài toán tìm phủ không dư thừa

- *Ví dụ*: Cho quan hệ R(A,B,C) tìm phủ không dư thừa của F
  F = { (1)A→BC , (2)B→C , (3)A→B , (4)AB→C }

*Giải theo cách 2*: loại bỏ các thuộc tính dư thừa:

B1: Gộp (1) và (3) ⟹ F = {(1)A→BC , (2)B→C , (4)AB→C}

B2: kiểm tra từng phụ thuộc hàm trong F:

(1) Kiểm tra tính dư thừa của B: F ≈ F' = F \ {A→BC} ∪ {A→C} ???
(1) Kiểm tra tính dư thừa của C: F ≈ F' = F \ {A→BC} ∪ {A→B} ???
(4) Kiểm tra tính dư thừa của A: F ≈ F' = F \ {AB→C} ∪ {B→C} ???
(4) Kiểm tra tính dư thừa của B: F ≈ F' = F \ {AB→C} ∪ {A→C} ???

***Sinh viên tự làm chi tiết !!!***

## Định nghĩa khóa của quan hệ - *Key*

- **Định nghĩa 1**: Cho quan hệ R(U)
  Một tập con $K \subseteq U$ được gọi là khóa của R nếu: Với mọi cặp hai bộ $r_1$, $r_2$ khác nhau thuộc R thì đều tồn tại một thuộc tính $A \in K$ sao cho $r_1.A \neq r_2.A$
  - Hai bộ khác nhau thì có giá trị khóa khác nhau
  - Giá trị khóa xác định một bộ duy nhất
- **Định nghĩa 2**: Quan hệ R(U) và tập các phụ thuộc hàm F
  Một tập con $K \subseteq U$ được gọi là khóa của R nếu: mọi thuộc tính đều phụ thuộc hàm vào khóa: $(K \rightarrow U) \in F^+$

## Khóa tối thiểu của quan hệ

- Một quan hệ có thể có nhiều bộ khóa khác nhau!!!
- Với một bộ khóa đưa ra, có thể nhỏ gọn hơn???

- Phát biểu phi hình thức: Một tập phụ thuộc hàm là khóa của quan hệ nếu nó không thể bỏ bớt bất kỳ một thuộc tính nào mà vẫn đảm bảo là khóa của quan hệ đó

- Hình thức: Cho quan hệ R(U), F
  Một tập con $K \subseteq U$ được gọi là khóa tối thiểu của R nếu:

$$K \subseteq U : ((K \rightarrow U) \in F^+) \,\&\&\, (\nexists K' \subset K \mid (K' \rightarrow U) \in F^+)$$

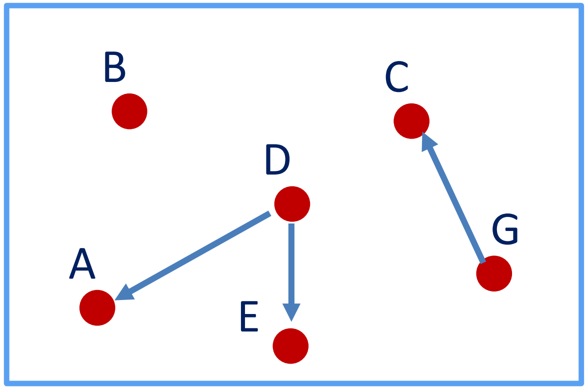
# Đặc tính của các thuộc tính trong khóa

- Cho quan hệ R(U) và tập các phụ thuộc hàm F
  Căn cứ vào định nghĩa:

- Xây dựng được một đồ thị có hướng có điều kiện với:
  - U xác định tập đỉnh
  - F xác định tập cạnh

Có thể dễ dàng chứng minh:

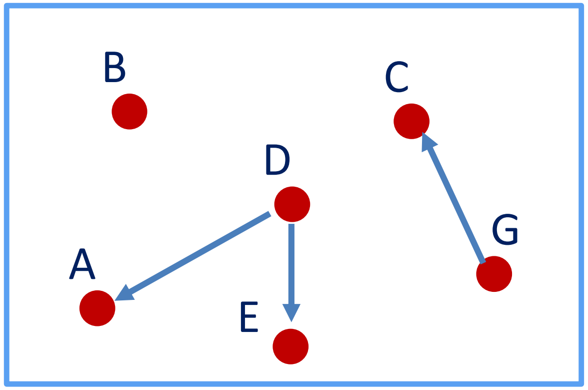
- Nếu ∃K là khóa đơn
  → đồ thị phải là liên thông
- Đồ thị có *n* thành phần liên thông
  → Khóa K có ít nhất *n* thuộc tính



# Đặc tính của các thuộc tính trong khóa

- Căn cứ định nghĩa khóa và lý thuyết đồ thị
  Có thể dễ dàng chứng minh:

1. Khóa K chắc chắn chứa mọi thuộc tính A mà: A ∈ U & A ∉ F (đỉnh rời rạc trong đồ thị)
2. Khóa K chắc chắn chứa mọi thuộc tính B mà trong mỗi thành phần liên thông, nó có đường đi đến các đỉnh khác, nhưng từ đỉnh khác không có đường đi tới nó




3. Khóa K không cần chứa các thuộc tính có đường đến nó, nhưng từ nó không đi đến một đỉnh nào khác

## Đặc tính của các thuộc tính trong khóa

- Từ tính chất (1) và (2) xác định $K_0$ là *thành phần tối thiểu của khóa* mà mọi khóa K luôn phủ $K_0$

  Thành phần tối thiểu $K_0$ của khóa được tính toán như sau:

  Gọi L là tập của tất cả các thuộc tính nằm ở vế trái của các phụ thuộc hàm trong F

  Gọi R là tập của tất cả các thuộc tính nằm ở vế phải của các phụ thuộc hàm trong F

$$K_0 = U \setminus (L \cup R) \cup (L \setminus R)$$
$$= U \setminus R$$

- Từ tính chất (3) xác định $K_m$ là *chắc chắn phủ khóa* K

$$K_m = U \setminus (R \setminus L)$$

## Bài toán kiểm tra tính khóa của một tập thuộc tính

- Cho quan hệ R(U) và tập các phụ thuộc hàm F
  Bài toán chứng minh một tập $K \subseteq U$ là một khóa của R, chính là bài toán:
  - Chứng minh:
    - $(K \rightarrow U) \in F^+$
  - Có nghĩa là xác minh:
    - $(K)^+ = U$

## Bài toán kiểm tra tính khóa của một tập thuộc tính

- *Ví dụ 3*: Cho R(ABCDE) và

  F = { CD→A , E→B , BD→C , C→D }

  Chứng minh rằng DE là một khóa của R

- Công việc xác minh:

  $(DE)^+ = \{ DEBCA \} = U$

  - Vậy DE là một khóa của R

## Bài toán tìm khóa tối thiểu

- Cho quan hệ R(U) và tập các phụ thuộc hàm F
  Tìm một tập $K \subseteq U$ là khóa tối thiểu của R
  - Căn cứ định nghĩa: K "*không thể loại bỏ một thuộc tính nào mà vẫn là khóa*"
  - Ý tưởng thuật toán:
    - Bắt đầu từ tập đầy đủ nhất $K = K_m$ *(chắc chắn phủ khóa)*
      (Có thể bắt đầu từ K = U )
    - Vòng lặp duyệt mọi thuộc tính $A \in K$:
      Thử loại bỏ A khỏi K:
      Xác minh $(K \setminus A)^+ = U$ ➔ loại bỏ A
      Xác minh $(K \setminus A)^+ \subset U$ ➔ không loại bỏ A
  - Thứ tự duyệt các thuộc tính trong K cho phép tìm thấy các bộ khóa tối thiểu khác nhau nếu có

## Bài toán tìm khóa tối thiểu

- Ví dụ: Cho quan hệ R(ABC) , F={A→B , A→C , B→A}
  Tìm một khóa tối thiểu của R

  - Lời giải 1:
    1. K = U \ ( R \ L ) = ABC \ (ABC \ AB) = ABC \ C = AB
    2. Thử loại bỏ A: $(K \setminus A)^+ = (B)^+ = \{BAC\} = U \Rightarrow K = \{B\}$

    ➡ Một khóa tối thiểu là B

  - Lời giải 2: Thay đổi thứ tự duyệt:
    1. K = AB
    2. Thử loại bỏ B: $(K \setminus B)^+ = (A)^+ = \{ABC\} = U \Rightarrow K = \{A\}$

    ➡ Một khóa tối thiểu là A

# Bài toán tìm khóa tối thiểu

- Ví dụ: Cho quan hệ R(ABC) , F={A→B , A→C , B→A}
  Tìm một khóa tối thiểu của R
  - Lời giải 3:
    1. K = U = ABC
    2. Thử loại bỏ A: $(K \setminus A)^+ = (B)^+ = \{BAC\} = U \Rightarrow K = \{B\}$
    3. Thử loại bỏ B: $(K \setminus B)^+ = (C)^+ = \{C\} \subset U \Rightarrow K = \{BC\}$
    4. Thử loại bỏ C: $(K \setminus C)^+ = (B)^+ = \{BAC\} = U \Rightarrow K = \{B\}$

    ➡ Một khóa tối thiểu là B
  - Lời giải 4: Thay đổi thứ tự duyệt:
    1. K = ABC
    2. Thử loại bỏ B: $(K \setminus B)^+ = (AC)^+ = \{ACB\} = U \Rightarrow K = \{AC\}$
    3. Thử loại bỏ A: $(K \setminus A)^+ = (C)^+ = \{C\} \subset U \Rightarrow K = \{BC\}$
    4. Thử loại bỏ C: $(K \setminus C)^+ = (A)^+ = \{ABC\} = U \Rightarrow K = \{A\}$

    ➡ Một khóa tối thiểu là A

# Bài toán tìm khóa tối thiểu

- Cho quan hệ R(U) và tập các phụ thuộc hàm F
  Tìm một tập $K \subseteq U$ là khóa tối thiểu của R
  - Căn cứ tính chất: K "*là phủ của tập thành phần tối thiểu $K_0$*"
  - Ý tưởng thuật toán:
    - Bắt đầu từ tập cốt lõi nhất $K_0 = U \setminus R$
    - Kiểm tra,nếu $K_0^+ = U$ thì $K_0$ là khóa, và là khóa tối thiểu duy nhất
      Dừng thuật toán.
      Nếu $K_0^+ \subset U$ thì:
    - Xây dựng các ứng cử viên khóa $K_1 = K_0 \cup \{A\} \mid A \in (L \cap R)$:
      ($K_1$ được xây dựng từ việc thêm vào $K_0$ MỘT thuộc tính nào đó trong tập giao vế trái với vế phải của các phụ thuộc hàm F):
      Xác minh từng ứng cử viên $K_1$: $K_1^+ = U$ thì $K_1$ là khóa
  - Có thể có nhiều ứng cử viên $K_1$. Có thể có nhiều khóa tối thiểu.

## Bài toán tìm khóa tối thiểu

- Nếu $\forall(K_1^+ \subset U)$ thì:
  - Xây dựng các ứng cử viên $K_2 = K_0 \cup \{AB\} \mid A,B \in (L \cap R)$:
    ($K_2$ được xây dựng từ việc thêm vào $K_0$ HAI thuộc tính nào đó trong tập giao vế trái với vế phải của các phụ thuộc hàm F):
    Xác minh từng ứng cử viên $K_2$: $K_2^+ = U$ thì $K_2$ là khóa
- Nếu $\forall (K_2^+ \subset U)$ thì:
  - Xây dựng các ứng cử viên $K_3 = K_0 \cup \{ABC\} \mid A,B,C \in (L \cap R)$:
    ($K_2$ được xây dựng từ việc thêm vào $K_0$ BA thuộc tính nào đó trong tập giao vế trái với vế phải của các phụ thuộc hàm F):
    Xác minh từng ứng cử viên $K_3$: $K_3^+ = U$ thì $K_3$ là khóa
  - …Công việc có thể chỉ dừng khi ứng cử viên khóa là $K_0 \cup (L \cap R) = K_m$
- Có thể có nhiều ứng cử viên $K_{2,}$ $K_3$,...

# Bài toán tìm khóa tối thiểu

- Ví dụ: Cho quan hệ R(ABCDEH), F={AB→C, CD→E, EC→A, CD→H, H→B}
  Tìm một khóa tối thiểu của R

  - Ứng cử viên $K_0$:
    1. $K_0$ = U \ R = {ABCDEH} \ {ABCEH} = D
    2. Kiểm tra: $(K_0)^+ = (D)^+$ = {D} ⊂ U

    ➡ $K_0$ = D chưa phải khóa

  - Ứng cử viên $K_1$: Thêm một thuộc tính vào $K_0$:
    1. (L ∩ R) = {ABCDEH} ∩ {ABCEH} = {ABCEH}
       ⇨ Các ứng cử viên: {DA} , {DB} , {DC} , {DE} , {DH}
    2. Thử kiểm tra: $(DA)^+$ = {DA} ⊂ U ⇨ {DA} không phải khóa
       Thử kiểm tra: $(DB)^+$ = {DB} ⊂ U ⇨ {DB} không phải khóa
       Thử kiểm tra: $(DC)^+$ = {DCEAHB} = U ⇨ {DC} là khóa
       Thử kiểm tra: $(DE)^+$ = {DE} = U ⇨ {DE} không phải khóa
       Thử kiểm tra: $(DH)^+$ = {DHB} ⊂ U ⇨ {DH} không phải khóa

    ➡ Một khóa tối thiểu là DC

# Bài tập cuối chương

**4.1** Vận dụng hệ tiên đề Armstrong để tìm chuỗi suy diễn:

- Cho R(A,B,C,D,E,G,H) với F = { AB-> C; B-> D; CD-> E; CE-> GH; G-> A }
- (a) Tìm chuỗi suy diễn cho AB-> E.
- (b) Tìm chuỗi suy diễn cho BG-> C.
- (c) Tìm chuỗi suy diễn cho AB->G.

**4.2** Cho R(U), U=ABCDEG với tập phụ thuộc hàm F={A-> C, AC->D, D->EG, G->B, A-> D, CG-> A}

- 1. Chứng minh rằng R thỏa F thì R thỏa các phụ thuộc hàm AB->E, AD->BC. Hay nói cách khác các phụ thuộc hàm AB->E, AD->BC được suy diễn logic từ F.
- 2. Tính bao đóng của các tập thuộc tính: $A^+$, $(AC)^+$
- 3. Tìm tất cả các khóa của quan hệ R

# Bài tập cuối chương

**4.3** Xác định khóa của các lược đồ quan hệ sau:

- Q1 (ABCDEH)
- với F = { AB-> C; CD-> E; AH-> B; B-> D; A-> D }
- Q2 (ABCDMNPQ)
- với F = { AM-> NB; BN-> CM; A-> P; D-> M; PC-> A; DQ-> A }
- Q3 (MNPQRSTUW)
- với F = { M-> W; MR-> T; T-> R; QR-> T; M-> U; MT-> P; NP-> Q; UW-> R }

**4.4** Cho R(ABCD), F={A->BC, B->C, AB->D}, Q(ABCDEI), G={A->C, AB->C, C->DI, CD->I, EC->AB, EI->C}

- \- Tìm tất cả các khóa của R,Q
- \- Tìm phủ tối tiểu Fc, Gc

# Cảm ơn