

## CHƯƠNG 6

## Phép tính quan hệ (Ngôn ngữ tân từ)

Bài giảng môn Cơ sở dữ liệu  
© Bộ môn Hệ Thống Thông Tin - Khoa Công Nghệ Thông Tin - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

## Nội dung

- Giới thiệu
- Nhắc lại về lý thuyết logic
- Phép tính quan hệ trên bộ
  - Tuple Relational Calculus (TRC)
- Phép tính quan hệ trên miền
  - Domain Relational Calculus (DRC)

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

2

## Nội dung

- Giới thiệu
- Nhắc lại về lý thuyết logic
- Phép tính quan hệ trên bộ
- Phép tính quan hệ trên miền

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

3

## Giới thiệu (tt)

- Ngôn ngữ truy vấn hình thức dựa trên lý thuyết logic do Codd đề nghị năm 1972
- Sử dụng biểu thức logic để định nghĩa hình thức kết quả câu truy vấn
  - Dựa trên lý thuyết logic
  - Phi thủ tục
  - Rút trích “**cái gì**” hơn là “**làm thế nào**”
- Khả năng diễn đạt tương đương ĐSQH

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

4

## Giới thiệu (tt)

- Phân loại
  - Phép tính quan hệ trên bộ
    - Biến thiên trên bộ trong quan hệ
    - SQL (Structured Query Language)
  - Phép tính quan hệ trên miền
    - Biến thiên trên thành phần miền giá trị
    - QBE (Query By Example)
    - DataLog (Database Logic) ???

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

5

## Nội dung

- Giới thiệu
- Nhắc lại về lý thuyết logic
- Phép tính quan hệ trên bộ
- Phép tính quan hệ trên miền

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

6

## Nhắc lại về lý thuyết logic



- Biểu thức logic : phát biểu luôn có giá trị “đúng” hay “sai”
  - Bây giờ là tháng 8.
  - $1 > 5$  (phát biểu hằng sai)
- Các khái niệm :
  - Biến : đại lượng biến thiên
  - $x, y, z, \dots$
  - Phép toán logic
  - $\neg$  : phủ định,  $\Rightarrow$  : kéo theo,  $\wedge$  : và,  $\vee$  : hoặc
  - Lượng từ
  - $\exists$  : tồn tại,  $\forall$  : với mọi
  - Công thức : các biểu thức xây dựng dựa trên biểu thức logic

## Nhắc lại về lý thuyết logic



- Một số ví dụ về công thức logic
  - $P(t), \neg P(t), Q(t)$
  - $\neg P(t) \wedge Q(t)$
  - $\exists t(P(t))$
  - $\forall t(P(t))$

## Nội dung



- Giới thiệu
- Nhắc lại về lý thuyết logic
- **Phép tính quan hệ trên bộ**
- Phép tính quan hệ trên miền

## Phép tính quan hệ trên bộ



- Biểu thức phép tính quan hệ trên bộ có dạng

$$\{ t.A \mid P(t) \}$$

- $t$  là biến bộ
  - Có giá trị là một bộ của quan hệ trong CSDL
  - $t.A$  là giá trị của bộ  $t$  tại thuộc tính  $A$
- $P$  là công thức có liên quan đến  $t$ 
  - $P(t)$  có giá trị ĐÚNG hoặc SAI phụ thuộc vào  $t$
- Kết quả trả về là tập các bộ  $t$  sao cho  $P(t)$  đúng

## Ví dụ 1



- Tìm các giáo viên có lương trên 2000

$$\{ t \mid \underbrace{\text{GIAOVIEN}(t)}_{P(t)} \wedge \underbrace{t.LUONG > 2000}_{Q(t)} \}$$

- Tìm các bộ  $t$  thuộc quan hệ giáo viên và thuộc tính lương có giá trị trên 2000
- Kết quả :  $t$  là các bộ thỏa mãn  $P(t)$  và  $Q(t)$  đúng
- $\text{GIAOVIEN}(t)$  đúng
  - Nếu  $t$  là một bộ của quan hệ GIAOVIEN
- $t.LUONG > 2000$  đúng
  - Nếu thuộc tính LUONG của  $t$  có giá trị trên 2000

## Ví dụ 2



- Tìm mã và họ tên giáo viên có lương trên 2000

$$\{ t.MAGV, t.HOTEN \mid \underbrace{\text{GIAOVIEN}(t) \wedge t.LUONG > 2000}_{P(t)} \}$$

- Tập các MAGV và HOTEN của những bộ  $t$  sao cho  $t$  là một thể hiện của GIAOVIEN và  $t$  có giá trị lớn hơn 2000 tại thuộc tính LUONG
- Kết quả :
  - Tìm những bộ  $t$  thuộc GIAOVIEN có thuộc tính lương lớn hơn 2000
  - Lấy ra các giá trị tại thuộc tính MAGV và HOTEN

### Ví dụ 3



- Cho biết các giáo viên (MAGV) làm việc ở bộ môn 'Hệ thống thông tin'

- Lấy ra những bộ t thuộc GIAOVIENT
- So sánh t với một bộ s nào đó để tìm ra những giáo viên làm việc ở bộ môn 'Hệ thống thông tin'
- Lượng từ "tồn tại" của phép toán logic:

$$(\exists t)(P(t))$$

Tồn tại 1 bộ t sao cho biểu thức P(t) đúng

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

13

### Ví dụ 3



- Cho biết các giáo viên (MAGV) làm việc ở bộ môn 'Hệ thống thông tin'

$$\{ t.MAGV \mid GIAOVIENT(t) \wedge$$

$$(\exists s) (BOMON(s) \wedge$$

$$s.TENBM = \text{'Hệ thống thông tin'} \wedge$$

$$s.MABM = t.MABM \} \}$$

GIAOVIENT		BOMON		Q(s)	
MAGV	HOTEN	MABM	MABM	TENBM	MAGV
1	Nguyễn Hoài An	HTTT	HTTT	Hệ thống thông tin	1
2	Trần Trà Hương	MMT	CNPM	Công nghệ phần mềm	
3	Nguyễn Nam Sơn	CNPM	MMT	Mạng máy tính	4
4	Lý Hoàng Hà	HTTT			

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

14

### Ví dụ 4



- Cho biết tên các giáo viên (HOTEN) tham gia đề tài hoặc là trưởng bộ môn

$$\{ t.HOTEN \mid GIAOVIENT(t) \wedge$$

$$(\exists s)(THAMGIADT(s) \wedge t.MAGV = s.MAGV) \vee$$

$$(\exists u)(BOMON(u) \wedge t.MAGV = u.TRUONGBM) \}$$

GIAOVIENT		THAMGIADT		BOMON	
MAGV	HOTEN	MAGV	MADT	MABM	TRUONGBM
t1	1 Nguyễn Hoài An	1	1	HTTT	1
t2	2 Trần Trà Hương	3	2	CNPM	4
t3	3 Nguyễn Nam Sơn			MMT	null
t4	4 Lý Hoàng Hà				

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

15

### Ví dụ 5



- Cho biết tên các giáo viên (HOTEN) vừa không tham gia đề tài vừa không chủ nhiệm đề tài

$$\{ t.HOTEN \mid GIAOVIENT(t) \wedge$$

$$\neg (\exists s) (THAMGIADT(s) \wedge t.MAGV = s.MAGV) \wedge$$

$$\neg (\exists u) (DETAI(u) \wedge t.MAGV = u.GVCNDT) \}$$

GIAOVIENT		THAMGIADT		DETAI	
MAGV	HOTEN	MAGV	MADT	MADT	GVCNDT
1	Nguyễn Hoài An	1	1	1	1
2	Trần Trà Hương	3	2	2	2
3	Nguyễn Nam Sơn			3	null
4	Lý Hoàng Hà				

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

16

### Ví dụ 6



- Với mỗi bộ môn của khoa CNTT, cho biết họ tên giáo viên là trưởng bộ môn.

$$\{ s.MABM, t.HOTEN \mid BOMON(s) \wedge GIAOVIENT(t) \wedge s.MAKHOA = \text{'CNTT'} \wedge s.TRUONGBM = t.MAGV \}$$

BOMON			GIAOVIENT		
MABM	MAKHOA	TRUONGBM	MAGV	HOTEN	MABM
HTTT	CNTT	1	1	Nguyễn Hoài An	HTTT
CNPM	CNTT	4	2	Trần Trà Hương	MMT
MMT	CNTT	null	3	Nguyễn Nam Sơn	CNPM
			4	Lý Hoàng Hà	CNPM

MABM	HOTEN
HTTT	Nguyễn Hoài An
CNPM	Lý Hoàng Hà

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

17

### Ví dụ 7



- Cho biết tên các giáo viên nữ và tên khoa quản lý giáo viên này

$$\{ t.HOTEN, u.TENKHOA \mid GIAOVIENT(t) \wedge KHOA(u) \wedge$$

$$t.PHAI = \text{'Nữ'} \wedge$$

$$(\exists s)(BOMON(s) \wedge s.MAKHOA = u.MAKHOA \wedge$$

$$s.MABM = t.MABM) \}$$

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

18

## Ví dụ 8



- Tìm các giáo viên (MAGV, HOTEN) tham gia vào tất cả các đề tài

- Cấu trúc “với mọi” của phép toán logic

$$(\forall t) (P(t))$$

Mọi bộ t phải làm cho biểu thức P đúng

## Ví dụ 8 (tt)



- Tìm các giáo viên (MAGV, HOTEN) tham gia vào tất cả các đề tài

$$\{ t.MAGV, t.HOTEN \mid GIAOVIEN(t) \wedge$$

$$(\forall s)(\text{DETAI}(s) \wedge (\exists u)(\text{THAMGIADT}(u) \wedge$$

$$u.MADT = s.MADT \wedge t.MAGV = u.MAGV)))$$

GIAOVIEN		DETAI		THAMGIADT	
MAGV	HOTEN	MADT	TENDT	MAGV	MADT
t1	1 Nguyễn Hoài An	s1	1 ...	u1	1 1
t2	2 Trần Trà Hương	s2	2 ...	u2	2 2
t3	3 Nguyễn Nam Sơn	s3	3 ...	u3	4 1
t4	4 Lý Hoàng Hà			u4	4 2
				u5	4 3

## Ví dụ 9



- Tìm các giáo viên (MAGV, HOTEN) tham gia vào tất cả các đề tài do giáo viên mã số 2 làm chủ nhiệm

- Cấu trúc “kéo theo” của phép tính logic

$$P \Rightarrow Q$$

Nếu P thì Q

## Ví dụ 9 (tt)



- Tìm các giáo viên (MAGV, HOTEN) tham gia vào tất cả các đề tài do giáo viên mã số 2 làm chủ nhiệm

$$\{ t.MAGV, t.HOTEN \mid GIAOVIEN(t) \wedge$$

$$(\forall s)(\text{DETAI}(s) \wedge$$

$$s.GVCNDT = 2) \Rightarrow (\exists u)(\text{THAMGIADT}(u) \wedge$$

$$u.MADT = s.MADT \wedge$$

$$t.MAGV = u.MAGV)))$$

GIAOVIEN		DETAI		THAMGIADT	
MAGV	HOTEN	MADT	GVCNDT	MAGV	MADT
t1	1 Nguyễn Hoài An	s1	1 2	u1	1 1
t2	2 Trần Trà Hương	s2	2 1	u2	1 3
t3	3 Nguyễn Nam Sơn	s3	3 2	u3	2 1
t4	4 Lý Hoàng Hà	s4	4 null	u4	4 2
		s5	5 4	u5	2 3

  

$$\{ t.MAGV, t.HOTEN \mid GIAOVIEN(t) \wedge$$

$$(\forall s)(\text{DETAI}(s) \wedge$$

$$s.GVCNDT = 2) \Rightarrow (\exists u)(\text{THAMGIADT}(u) \wedge$$

$$u.MADT = s.MADT \wedge$$

$$t.MAGV = u.MAGV)))$$
  

MAGV
1
2

## Định nghĩa hình thức



- Một công thức truy vấn tổng quát có dạng

$$\{ t_1.A_1, t_2.A_2, \dots, t_n.A_n \mid P(t_1, t_2, \dots, t_n) \}$$

- $t_1, t_2, \dots, t_n$  là các biến bộ
- $A_1, A_2, \dots, A_n$  là các thuộc tính trong các bộ t tương ứng
- P là công thức
  - P là công thức nguyên tố
  - Hoặc được hình thành từ những công thức nguyên tố

## Biến bộ



### Biến tự do (free variable)

$$\{ t \mid \text{GIAOVIEN}(t) \wedge t.LUONG > 2000 \}$$

t là biến tự do

### Biến kết buộc (bound variable)

$$\{ t \mid \text{GIAOVIEN}(t) \wedge (\exists s)(\text{BOMON}(s) \wedge s.MABM = t.MABM \wedge s.TENBM = \text{"Hệ thống thông tin"}) \}$$

Biến tự do

Biến kết buộc

## Công thức nguyên tố



### (i) $\boxed{R(t)}$

- t là biến bộ
- R là quan hệ

GIAOVIEN (t)

### (ii) $\boxed{t.A \theta s.B}$

- A là thuộc tính của biến bộ t
- B là thuộc tính của biến bộ s
- $\theta$  là các phép so sánh  $<, >, \leq, \geq, \neq, =$

t.MAGV = s.MAGV

### (iii) $\boxed{t.A \theta c}$

- c là hằng số
- A là thuộc tính của biến bộ t
- $\theta$  là các phép so sánh  $<, >, \leq, \geq, \neq, =$

s.LUONG > 30000

## Công thức nguyên tố (tt)



### Mỗi công thức nguyên tố đều mang giá trị ĐÚNG hoặc SAI

- Gọi là chân trị của công thức nguyên tố

### Công thức (i) $\boxed{t \in R}$

- Chân trị ĐÚNG nếu t là một bộ thuộc R
- Chân trị SAI nếu t không thuộc R

R	A	B	C
	$\alpha$	10	1
	$\alpha$	20	1

t1 =  $\langle \alpha, 10, 1 \rangle$   
t2 =  $\langle \alpha, 20, 2 \rangle$

t1  $\in R$  có chân trị ĐÚNG  
t2  $\in R$  có chân trị SAI

## Công thức nguyên tố (tt)



### Công thức (ii) và (iii) $\boxed{t.A \theta s.B}$ $\boxed{t.A \theta c}$

- Chân trị tùy thuộc vào việc thay thế giá trị thật sự của bộ vào vị trí biến bộ

R	A	B	C
	$\alpha$	10	1
	$\alpha$	20	1

Nếu t là bộ  $\langle \alpha, 10, 1 \rangle$   
Thì t.B > 5 có chân trị ĐÚNG ( $10 > 5$ )

## Công thức



### Được hình thành từ công thức nguyên tố thông qua các phép toán logic hoặc các lượng từ

- Phủ định  $\neg P(t)$
- Toán tử và  $P(t) \wedge Q(t)$
- Toán tử hoặc  $P(t) \vee Q(t)$
- Cấu trúc tồn tại  $(\exists t)(P(t))$
- Cấu trúc với mọi  $(\forall t)(P(t))$
- Phép toán kéo theo:  $P(t) \Rightarrow Q(t)$

## Qui tắc



### (1) Mọi công thức nguyên tố là công thức

### (2) Nếu P là công thức thì

- $\neg(P)$  là công thức
- $(P)$  là công thức

### (3) Nếu P1 và P2 là các công thức thì

- $P1 \vee P2$  là công thức
- $P1 \wedge P2$  là công thức
- $P1 \Rightarrow P2$  là công thức

## Qui tắc (tt)



- (4) Nếu  $P(t)$  là công thức thì
  - $\forall t (P(t))$  là công thức
    - Chân trị ĐÚNG khi  $P(t)$  ĐÚNG với mọi bộ  $t$ .
    - Chân trị SAI khi có ít nhất 1 bộ  $t$  làm cho  $P(t)$  SAI
  - $\exists t (P(t))$  là công thức
    - Chân trị ĐÚNG khi có ít nhất 1 bộ làm cho  $P(t)$  ĐÚNG
    - Chân trị SAI khi  $P(t)$  SAI với mọi bộ  $t$

## Qui tắc (tt)



- (5) Nếu  $P$  là công thức nguyên tố thì
  - Các biến bộ  $t$  trong  $P$  là biến tự do
- (6) Công thức  $P=P1 \wedge P2, P=P1 \vee P2, P=P1 \Rightarrow P2$ 
  - Sự xuất hiện của biến  $t$  trong  $P$  là tự do hay kết buộc phụ thuộc vào việc nó là tự do hay kết buộc trong  $P1, P2$

## Một số biến đổi



- (i)  $P1 \wedge P2 = \neg (\neg P1 \vee \neg P2)$
- (ii)  $\forall t (R(t) \wedge (P(t)) = \neg \exists t (\neg R(t) \vee \neg P(t))$
- (iii)  $\exists t (R(t) \wedge (P(t)) = \neg \forall t (\neg R(t) \vee \neg (P(t))$
- (iv)  $P \Rightarrow Q = \neg P \vee Q$

## Công thức an toàn



- Xét công thức
  - $\{ t \mid \neg (GIAOVIEN(t)) \}$
  - Có rất nhiều bộ  $t$  không thuộc quan hệ GIAOVIEN
  - Thậm chí không có trong CSDL
  - Kết quả trả về không xác định
- Một công thức  $P$  gọi là an toàn nếu các giá trị trong kết quả đều lấy từ miền giá trị của  $P$ 
  - $Dom(P)$
  - Tập các giá trị được đề cập trong  $P$

## Công thức an toàn (tt)



- Ví dụ
  - $\{ t \mid GIAOVIEN(t) \wedge t.LUONG > 30000 \}$
  - $Dom(GIAOVIEN(t) \wedge t.LUONG > 30000)$
  - Là tập các giá trị trong đó
    - Có giá trị trên 3000 tại thuộc tính LUONG
    - Và các giá trị khác tại những thuộc tính còn lại
  - Công thức trên là an toàn

## Nội dung



- Giới thiệu
- Nhắc lại về lý thuyết logic
- Phép tính quan hệ trên bộ
- **Phép tính quan hệ trên miền**

## Phép tính quan hệ trên miền



- Biểu thức phép tính quan hệ trên miền có dạng

$$\{x_1, x_2, \dots, x_n \mid P(x_1, x_2, \dots, x_n)\}$$

- $x_1, x_2, \dots, x_n$  là các biến miền
  - Biến nhận giá trị là một miền giá trị của một thuộc tính
- $P$  là công thức theo  $x_1, x_2, \dots, x_n$ 
  - $P$  được hình thành từ những công thức nguyên tố
- Kết quả trả về là tập các giá trị  $x_1, x_2, \dots, x_n$  sao cho khi các giá trị được thay thế cho các  $x_i$  thì  $P$  đúng

## Ví dụ 1



- Cho biết mã và tên giáo viên có lương trên 3000

$$\{p, q \mid (\exists r) (GIAOVIEN(p, q, r, s, t, u, v, x, y, z, m) \wedge r > 3000)\}$$

**GIAOVIEN**(MAGV, HOTEN, LUONG, PHAI, NGAYSINH, SONHA, DUONG, QUAN, THANHPHO, GVQLCM, MABM)

## Ví dụ 2



- Cho biết các giáo viên (MAGV) làm việc ở bộ môn 'Hệ thống thông tin'

$$\{p \mid (\exists m)(GIAOVIEN(p, q, r, s, t, u, v, x, y, z, m) \wedge (\exists a)(\exists b)(BOMON(a, b, c, d, e, f, j) \wedge b = \text{'Hệ thống thông tin'} \wedge a = m))\}$$

**GIAOVIEN**(MAGV, HOTEN, LUONG, PHAI, NGAYSINH, SONHA, DUONG, QUAN, THANHPHO, GVQLCM, MABM)

**BOMON**(MABM, TENBM, PHONG, DIENTHOAI, TRUONGBM, MAKHOA, NGAYNHANCHUC)

## Ví dụ 3



- Cho biết các giáo viên (MAGV, HOTEN) không có tham gia đề tài nào

$$\{p, q \mid GIAOVIEN(p, q, r, s, t, u, v, x, y, z, m) \wedge \neg(\exists a)(THAMGIADT(a, b, c, d, e) \wedge a = p)\}$$

**GIAOVIEN**(MAGV, HOTEN, LUONG, PHAI, NGAYSINH, SONHA, DUONG, QUAN, THANHPHO, GVQLCM, MABM)

**THAMGIADT**(MAGV, MADT, STT, PHUCAP, KETQUA)

## Công thức nguyên tố



- (i)  $R(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 
  - $x_i$  là biến miền
  - $R$  là quan hệ có  $n$  thuộc tính
- (ii)  $x \theta y$ 
  - $x, y$  là các biến miền
  - Miền giá trị của  $x$  và  $y$  phải giống nhau
  - $\theta$  là các phép so sánh  $<, >, \leq, \geq, \neq, =$
- (iii)  $x \theta c$ 
  - $c$  là hằng số
  - $x$  là biến miền
  - $\theta$  là các phép so sánh  $<, >, \leq, \geq, \neq, =$

## Nhận xét



- Một công thức nguyên tố mang giá trị ĐÚNG hoặc SAI với một tập giá trị cụ thể tương ứng với các biến miền
  - Gọi là chân trị của công thức nguyên tố
- Một số qui tắc và biến đổi tương tự với phép tính quan hệ trên bộ

## Công thức an toàn



### ■ Xét công thức

$$\{ p, r, s \mid \neg \text{GIAOVIEN}(p, q, r, s, t, u, v, x, y, z) \}$$

- Các giá trị trong kết quả trả về không thuộc miền giá trị của biểu thức
- Công thức không an toàn

## Công thức an toàn (tt)



### ■ Xét công thức

$$\{ x \mid \underbrace{\exists y (R(x, y))}_{\text{Công thức 1}} \wedge \underbrace{\exists z (\neg R(x, z) \wedge P(x, z))}_{\text{Công thức 2}} \}$$

- R là quan hệ có tập các giá trị hữu hạn
- Cũng có 1 tập hữu hạn các giá trị không thuộc R
- Công thức 1: chỉ xem xét các giá trị trong R
- Công thức 2: không thể kiểm tra khi không biết tập giá trị hữu hạn của z

## Công thức an toàn (tt)



### ■ Cho biểu thức

$$\{ x_1, x_2, \dots, x_n \mid P(x_1, x_2, \dots, x_n) \}$$

### ■ Biểu thức trên được gọi là an toàn nếu:

- Những giá trị xuất hiện trong các bộ của biểu thức phải thuộc về miền giá trị của P
- Lượng từ  $\exists$ : biểu thức  $\exists x (Q(x))$  đúng khi và chỉ khi xác định được giá trị của x thuộc  $\text{dom}(Q)$  làm cho  $Q(x)$  đúng
- Lượng từ  $\forall$ : biểu thức  $\forall x (Q(x))$  đúng khi và chỉ khi  $Q(x)$  đúng với mọi giá trị của x thuộc  $\text{dom}(Q)$

