

CHƯƠNG 6

Phép tính quan hệ (Relational Calculus - Ngôn ngữ tân từ)

- 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)

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

- 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

■ 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) ???

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

- 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

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

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

- Truy vấn được biểu diễn bởi một biểu thức
- 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

- Tìm các giáo viên có lương trên 2000

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

- 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
- 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

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

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

- 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

- Cho biết các giáo viên (MAGV) làm việc ở bộ môn ‘Hệ thống thông tin’
 - Lấy ra những bộ t thuộc GIAOVIEN
 - 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:

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

TRUE → Tồn tại ít nhất 1 bộ t sao cho biểu thức P(t) đúng

FALSE → Không có bộ t nào làm cho biểu thức P(t) đúng

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

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

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

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

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

$Q(s)$

GIAOVIEN

MAGV	HOTEN	MABM
1	Nguyễn Hoài An	HTTT
2	Trần Trà Hương	MMT
3	Nguyễn Nam Sơn	CNPM
4	Lý Hoàng Hà	HTTT

BOMON

MABM	TENBM
HTTT	Hệ thống thông tin
CNPM	Công nghệ phần mềm
MMT	Mạng máy tính

MAGV

1
4

Ví dụ 4



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

$$\{ t.HOTEN \mid GIAOVIEN(t) \wedge ($$
$$(\exists s)(THAMGIADT(s) \wedge t.MAGV = s.MAGV) \vee$$
$$(\exists u)(BOMON(u) \wedge t.MAGV = u.TRUONGBM)) \}$$

GIAOVIEN	
MAGV	HOTEN
t1	1 Nguyễn Hoài An
t2	2 Trần Trà Hương
t3	3 Nguyễn Nam Sơn
t4	4 Lý Hoàng Hà

THAMGIADT	
MAGV	MADT
1	1
3	2

BOMON	
MABM	TRUONGBM
HTTT	1
CNPM	4
MMT	null

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

$$\{ t.HOTEN \mid GIAOVIEN(t) \wedge ($$
$$\neg (\exists s) (THAMGIADT(s) \wedge t.MAGV = s.MAGV) \wedge$$
$$\neg (\exists u) (DETAI(u) \wedge t.MAGV = u.GVCNDT)) \}$$

GIAOVIEN

MAGV	HOTEN
1	Nguyễn Hoài An
2	Trần Trà Hương
3	Nguyễn Nam Sơn
4	Lý Hoàng Hà

THAMGIADT

MAGV	MADT
1	1
3	2

DETAI

MADT	GVCNDT
1	1
2	2
3	null

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

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

BOMON		
MABM	MAKHOA	TRUONGBM
HTTT	CNTT	1
CNPM	CNTT	4
MMT	CNTT	null

MABM	HOTEN
HTTT	Nguyễn Hoài An
CNPM	Lý Hoàng Hà

GIAOVIEN		
MAGV	HOTEN	MABM
1	Nguyễn Hoài An	HTTT
2	Trần Trà Hương	MMT
3	Nguyễn Nam Sơn	CNPM
4	Lý Hoàng Hà	CNPM

- Cho biết tên các giáo viên nữ và tên khoa của giáo viên này

$$\{t.HOTEN, u.TENKHOA \mid GIAOVIEN(t) \wedge KHOA(u) \wedge \\ t.PHAI = \text{'Nữ'} \wedge \\ (\exists s)(BOMON(s) \wedge s.MAKHOA = u.MAKHOA \wedge \\ s.MABM = t.MABM) \}$$

- Tìm các giáo viên (MAGV, HOTEN) tham gia vào tất cả các đề tài
 - Cấu trúc “với mọi” của phép toán logic

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

TRUE → Mọi bộ t làm cho biểu thức $P(t)$ **đúng**

FALSE → Có ít nhất 1 bộ t làm cho biểu thức $P(t)$ **sai**

Ví dụ 8 (tt)



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

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

$(\forall s)(DETAI(s) \wedge (\exists u)(THAMGIADT(u) \wedge$

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

GIAOVIEN

	MAGV	HOTEN
t1	1	Nguyễn Hoài An
t2	2	Trần Trà Hương
t3	3	Nguyễn Nam Sơn
t4	4	Lý Hoàng Hà

DETAI

	MADT	TENDT
s1	1	...
s2	2	...
s3	3	...

THAMGIADT

	MAGV	MADT
u1	1	1
u2	2	2
u3	4	1
u4	4	2
u5	4	3

- 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

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

$$\begin{aligned} & \{ t.MAGV, t.HOTEN \mid GIAOVIEN(t) \wedge \\ & (\forall s)((DETAI(s) \wedge \\ & s.GVCNDT = 2) \Rightarrow (\exists u(THAMGIADT(u) \wedge \\ & u.MADT = s.MADT \wedge \\ & t.MAGV = u.MAGV))) \} \end{aligned}$$

GIAOVIEN	
MAGV	HOTEN
t1	1 Nguyễn Hoài An
t2	2 Trần Trà Hương
t3	3 Nguyễn Nam Sơn
t4	4 Lý Hoàng Hà

DETAI	
MADT	GVCNDT
s1	1 2
s2	2 1
s3	3 2
s4	4 null
s5	5 4

THAMGIADT	
MAGV	MADT
u1	1 1
u2	1 3
u3	2 1
u4	4 2
u5	2 3
	4 3
	4 5

{ t.MAGV, t.HOTEN | GIAOVIEN(t) ∧

(∀s)((DETAI(s) ∧

s.GVCNDT = 2) ⇒ (∃u(THAMGIADT(u) ∧

u.MADT = s.MADT ∧

t.MAGV = u.MAGV))) }



MAGV
1
2

- Một công thức truy vấn tổng quát có dạng

$$\{ t_1.A_i, t_2.A_j, \dots t_n.A_k \mid P(t_1, t_2, \dots, t_n) \}$$

- t_1, t_2, \dots, t_n là các biến bộ
- A_i, A_j, \dots, A_k 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 tự do (free variable)

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

t là biến tự do

- Biến kết buộc (bound variable)

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

Biến tự do

Biến kết buộc

■ (i) $R(t)$

- t là biến bộ
- R là quan hệ

GIAOVIEN (t)

■ (ii) $t.A \theta s.B$

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

$t.MAGV = s.MAGV$

■ (iii) $t.A \theta c$

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

$s.LUONG > 30000$

- Mỗi công thức nguyên tố đều mang giá trị ĐÚNG hoặc SAI
 - Gọi là chân trị của công thức nguyên tố
- Công thức (i) $t \in R$
 - Chân trị ĐÚNG nếu t là một bộ thuộc R
 - Chân trị SAI nếu t không thuộc R

R	A	B	C
	α	10	1
	α	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 (ii) và (iii)

 $t.A \theta s.B$ $t.A \theta c$

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

R	A	B	C
	α	10	1
	α	20	1

Nếu t là bộ $\langle \alpha, 10, 1 \rangle$

Thì $t.B > 5$ có chân trị ĐÚNG ($10 > 5$)

- 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 : $P(t) \Rightarrow Q(t)$

- (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

- (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

- (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 $P1, P2$

- (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) $P \Rightarrow Q = \neg P \vee Q$

■ Xét công thức

$$\{ t \mid \neg (\text{GIAOVIEN}(t)) \}$$

- 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

- $\text{Dom}(P)$
- Tập các giá trị được đề cập trong P

■ Ví dụ

$$\{ t \mid \text{GIAOVIEN}(t) \wedge t.\text{LUONG} > 30000 \}$$

- $\text{Dom}(\text{GIAOVIEN}(t) \wedge t.\text{LUONG} > 30000)$
- 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- (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
 - θ là các phép so sánh $<, >, \leq, \geq, \neq, =$

- (iii) $x \theta c$
 - c là hằng số
 - x là biến miền
 - θ là các phép so sánh $<, >, \leq, \geq, \neq, =$

- 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

■ 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

■ Xét công thức

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

Công thức 1

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

- 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 $\text{dom}(Q)$

