

fit@hcmus

Cơ sở dữ liệu

Phép tính quan hệ

Relational Calculus – Ngôn ngữ tân từ

Nguyen Ngoc Minh Chau



# Nội dung

---

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

# Giới thiệu

---

- 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

# Giới thiệu (2)

---

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

# Nội dung

---

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

# Nhắc lại về lý thuyết logic

---

- **Biểu thức logic:** 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 bộ

- Truy vấn được biểu diễn bởi một biểu thức
- Biểu thức phép tính quan hệ trên bộ có dạng
  - $t$  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 (predicate) 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

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

# Ví dụ 1

- Tìm các giáo viên có lương trên 2000

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

- 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
- $\text{GIAOVIEN}(t)$  đúng
  - Nếu  $t$  là một bộ của quan hệ GIAOVIEN
- $t.\text{LUONG} > 2000$  đúng
  - Nếu thuộc tính LUONG của  $t$  có giá trị trên 2000

## Ví dụ 2

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

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

- 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

## Ví dụ 3

---

- 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:

$$(\exists t)(Q(t))$$

**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

## Ví dụ 3

- 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

- 
- 1.Lấy mã đề tài được tham gia bởi các giáo viên thuộc bộ môn ‘Khoa Học Máy Tính’
  - 2.Lấy tên của các trưởng bộ môn.
  - 3.Lấy tên của các trưởng bộ môn có tham gia chủ nhiệm đề tài.
  - 4.Lấy tên giáo viên và tên người quản lý chuyên môn của họ.
  - 5.Tên các giáo viên quản lý chuyên môn có tham gia đề tài.

**GIÁOVIÊN** (MÃGV, HỌTÊN, LƯƠNG, PHÁI, NGÀY SINH, SỐNHÀ, ĐƯỜNG, QUẬN, THÀNH PHỐ, GVQLCM, MÃBM)

**GV\_ĐT** (MÃGV, ĐIỆN THOẠI)

**BỘMÔN** (MÃBM, TÊNBM, PHÒNG, ĐIỆN THOẠI, TRƯỞNGBM, MÃKHOA, NGÀY NHẬN CHỨC)

**KHOA** (MÃKHOA, TÊNKHOA, NĂM TL, PHÒNG, ĐIỆN THOẠI, TRƯỞNG KHOA, NGÀY NHẬN CHỨC)

**ĐỀ TÀI** (MÃĐT, TÊNĐT, KINH PHÍ, CẤP QL, NGÀY BĐ, NGÀY KT, MÃCĐ, GVCNĐT)

**CHỦ ĐỀ** (MÃCĐ, TÊN CĐ)

**CÔNG VIỆC** (MÃĐT, STT, TÊN CV, NGÀY BĐ, NGÀY KT)

**THAM GIẢ ĐT** (MÃGV, MÃĐT, STT, PHỤC CẤP, KẾT QUẢ)

## 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



## Ví dụ 5

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

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

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

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

GIAOVIEN		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				

## Ví dụ 6

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

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

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

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

MABM	HOTEN
HTTT	Nguyễn Hoài An
CNPM	Lý Hoàng Hà

## Ví dụ 7

---

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

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

## 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

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

**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

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

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

$\mathbf{u.MADT} = \mathbf{s.MADT} \wedge \mathbf{t.MAGV} = \mathbf{u.MAGV})) \}$

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

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

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

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

$(\forall s)((DETAI(s) \wedge$

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

$u.MADT = s.MADT \wedge$

$t.MAGV = u.MAGV))) \}$



MAGV
1
2



# Định nghĩa hình thức

---

- 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 bộ

---

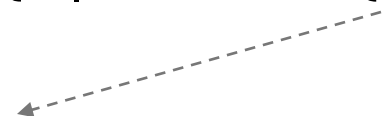
- Biến tự do (free variable)

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

 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

# Công thức nguyên tố

$R(t)$

- (i)
  - $t$  là biến bộ
  - $R$  là quan hệ

GIAOVIEN ( $t$ )

$t.A \theta s.B$

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

$t.MAGV = s.MAGV$

$t.A \theta c$

- (iii)
  - $c$  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

$$t \in R$$

- Công thức (i)
  - 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)

$t.A \theta s.B$

$t.A \theta c$

- Công thức (ii) và (iii)

- 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

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

Ý nghĩa: liệt kê tất cả  $t$  không phải giáo viên

- 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  $P$

# Công thức an toàn (tt)

---

- 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

# Quiz

- NGÀNH (MÃNGÀNH, TÊNNGÀNH, SỐCĐBẮTBUỘC, TSSV)
  - CHUYÊNỀ (MÃCĐ, TÊNCD, SỐSVTĐ, MANGANH)
  - CĐ\_MỞ (MÃCĐ, HOCKY, NĂM)
  - ĐĂNGKÝ (MÃSV, MÃCĐ, HOCKY, NĂM, ĐIỂM)
  - SINHVIÊN (MÃSV, HỌTÊN, PHÁI, NGÀY SINH, ĐCHI, MÃNGÀNH, MÃLỚP)
  - LOPHOC (MÃLỚP, LỚPTRƯỞNG, SỈSỐ)
- 
- Phát biểu “Cho biết thông tin chuyên đề chưa được mở trong HK1 năm 2019” được thể hiện bằng câu truy vấn nào sau đây:
    - A. {c.MaCD, c.TenCD | CHUYENDE (c)  $\wedge$  CD\_MO(t)  $\wedge$  t.MaCD  $\neq$  c.MaCD}.
    - B. {c | CHUYENDE (c)  $\wedge$  ( $\neg \exists t$ )(CD\_MO(t)  $\wedge$  t.MaCD = c.MaCD  $\wedge$  t.HOCKY=1  $\wedge$  t.NAM=2019)}.
    - C. { c.MaCD, c.TenCD | CHUYENDE (c)  $\wedge$  ( $\neg \exists t$ )( CD\_MO(t)  $\wedge$  t.MaCD  $\neq$  d. MaCD)}.
    - D. {c | ( $\forall c$ )(DANGKY(c)  $\wedge$  c.MaCD  $\neq$  Null)}.
    - E. {c | CD\_MO (c)  $\wedge$  ( $\forall t$ )(CHUYENDE(t)  $\wedge$  t.MaCD = c.MaCD)}.

# Quiz

---

- PHÒNG(Mã\_Phòng, Diện\_tích, Giá\_tiền, Loại)
- THUÊ(Mã\_Phòng, Mã\_KH, Ngày\_nhận , Số\_ngày)
- KHÁCH\_HÀNG(Mã\_KH, Họ\_tên, Điện\_thoại, Giới\_tính)
- Tìm những phòng có giá tiền thuê lớn nhất trong những phòng đã được cho thuê:
  - A.  $\{p \mid \text{PHÒNG}(p) \wedge (\neg \exists q)(\text{PHÒNG}(q) \wedge q.\text{Giá\_tiền} > p.\text{Giá\_tiền})\}$
  - B.  $\{p \mid \text{PHÒNG}(p) \wedge (\forall q) ((\text{PHÒNG}(q) \wedge (\exists t)(\text{THUÊ}(t) \wedge t.\text{Mã\_Phòng} = q.\text{Mã\_phòng}) \Rightarrow q.\text{Giá\_tiền} \leq p.\text{Giá\_tiền}))\}$
  - C.  $\{p \mid \text{PHÒNG}(p) \wedge (\forall q) ((\text{PHÒNG}(q) \wedge (\exists t)(\text{THUÊ}(t) \wedge t.\text{Mã\_Phòng} = q.\text{Mã\_phòng}) \Rightarrow q.\text{Giá\_tiền} \leq p.\text{Giá\_tiền}) \wedge (\exists t)(\text{THUÊ}(t) \wedge t.\text{Mã\_Phòng} = p.\text{Mã\_phòng}))\}$
  - D. A, B đúng
  - E. A, C đúng

