Đại số quan hệ

- Giới thiệu
- Đại số quan hệ
- Phép toán tập hợp
- Phép chiếu
- Phép chọn
- Phép tích Cartesian
- **Phép nối: Theta join, Equi join, Natural join**
- Phép chia
- Các phép toán khác

Nhận xét

- Tập các phép toán $\sigma, \pi, \times, -, \cup$ được gọi là tập đầy đủ các phép toán đại số quan hệ
  - Các phép toán có thể biển diễn qua chúng

- Chúng ta cùng xem xét các phép nối sau đây, mặc dù chúng không cung cấp thêm sức mạnh nào cho đại số quan hệ - nhưng chúng là các câu lệnh truy vấn đã được đơn giản hóa và hay được sử dụng.
- Đọc kỹ các lưu ý về điều kiện sử dụng các phép nối.

Phép nối

- Với θ là phép so sánh $\neq, =, <, >, \leq, \geq$, ta có định nghĩa phép nối.
- Cho r và s là hai quan hệ tương ứng trên các lược đồ rời nhau R và S
- Phép kết nối của các quan hệ r và s, ký hiệu: $r \mid\!><\!\mid_{i\theta j} s$ là một quan hệ trên $R \cup S$ gồm những bộ thuộc tích Đềcác của r và s sao cho thành phần thứ i của quan hệ r có liên hệ θ với thành phần thứ j của quan hệ s
- Vậy kết nối θ: $r \mid\!><\!\mid_{i\theta j} s$ là chọn trong r×s các bộ mà các thành phần thứ *i, j* của các quan hệ r, s tương ứng thỏa mãn iθj, tức là

$$r \mid\!><\!\mid_{i\theta j} s = \{t \in r \times s : t(\theta)\}$$

Lưu ý: $R \cup S$ ở đây ký hiệu là lược đồ quan hệ tạo bởi các thuộc tính của R hợp với các thuộc tính của S.

Phép nối – Một cách định nghĩa khác

- Được dùng để tổ hợp 2 bộ có liên quan từ 2 quan hệ thành 1 bộ
- Ký hiệu $R \mid\!><\!\mid S$

$$R(A_1, A_2, ..., A_n) \mid\!><\!\mid S(B_1, B_2, ..., B_m)$$

- Kết quả của phép nối là một <u>quan hệ</u> Q
  - Có n+m thuộc tính $Q(A_1, A_2, ..., A_n, B_1, B_2, ..., B_m)$
  - Mỗi bộ của Q là tổ hợp của 2 bộ trong R và S, thỏa mãn <u>một số điều kiện nối</u> nào đó
    - Có dạng $A_i \theta B_j$ hoặc $i \theta j$
    - A_i là thuộc tính của R, B_j là thuộc tính của S
    - A_i và B_j có cùng miền giá trị
    - i, j là số thứ tự của thuộc tính trên các quan hệ R và S tương ứng
    - θ là phép so sánh $\neq, =, <, >, \leq, \geq$

Phân loại phép nối

❖Nối theta (theta join) là phép nối có điều kiện

- Ký hiệu $R \bowtie_C S$
- C gọi là điều kiện nối trên thuộc tính

(Nối theta == Tích đề các + phép chọn ở mục trước)

❖Nối bằng (equi join) khi C là điều kiện so sánh bằng

Lưu ý: Với **phép nối theta** và **nối bằng**, yêu cầu R và S không có thuộc tính chung.

❖Nối tự nhiên (natural join)

- Ký hiệu $R \bowtie S$ là quan hệ trên lược đồ $R \cup S$ gồm các phần tử t mà t chiếu lên R là phần tử thuộc r còn chiếu của t lên S là phần tử của s
- Vậy $r \bowtie s = \{t : t.R \in r, t.S \in s\}$

Lưu ý: Với **phép nối tự nhiên**, thường yêu cầu R và S phải có ít nhất một thuộc tính chung. Khi thực hiện nối, ta chỉ lấy các bộ trên R và S có cùng giá trị trên thuộc tính chung này. **Nếu** R và S không có thuộc tính chung, kết quả trả về là **tích đề các**.

Ví dụ phép nối theta

R	A	B	C
	1	2	3
	4	5	6
	7	8	9

S	D	E
	3	1
	6	2

$R \bowtie_{B<D} S$

hoặc

$R \bowtie_{2<1} S$

Lưu ý: Với **phép nối theta** và **nối bằng**, yêu cầu R và S không có thuộc tính chung.

Ví dụ phép nối theta (wikipedia)

❖Giả sử có 2 quan hệ xe(car) và thuyền(boat), giả sử 1 khách hàng muốn mua cả xe và thuyền nhưng không muốn tiêu nhiền tiền vào thuyền hơn xe.

Car

CarModel	CarPrice
CarA	20,000
CarB	30,000
CarC	50,000

Boat

BoatModel	BoatPrice
Boat1	10,000
Boat2	40,000
Boat3	60,000

$$Car \bowtie_{CarPrice > BoatPrice} Boat$$

CarModel	CarPrice	BoatModel	BoatPrice
CarA	20,000	Boat1	10,000
CarB	30,000	Boat1	10,000
CarC	50,000	Boat1	10,000
CarC	50,000	Boat2	40,000

Lưu ý: Với **phép nối theta** và **nối bằng**, yêu cầu R và S không có thuộc tính chung.

Ví dụ phép nối bằng

R	A	B	C
	1	2	3
	4	5	6
	7	8	9

S	D	E
	3	1
	6	2

$R \bowtie_{C=D} S$

Hoặc

$R \bowtie_{3=1} S$

R	A	B	C
	1	2	3
	4	5	6
	7	8	9

S	C	D
	3	1
	6	2

$R \bowtie_{C=S.C} S$

Lưu ý: Với **phép nối theta** và **nối bằng**, yêu cầu R và S không có thuộc tính chung.

Ví dụ phép nối tự nhiên

Employee

Name	EmpId	DeptName
Harry	3415	Finance
Sally	2241	Sales
George	3401	Finance
Harriet	2202	Sales

Dept

DeptName	Manager
Finance	George
Sales	Harriet
Production	Charles

Employee ⋈ Dept

Name	EmpId	DeptName	Manager
Harry	3415	Finance	George
Sally	2241	Sales	Harriet
George	3401	Finance	George
Harriet	2202	Sales	Harriet

Lưu ý: Với **phép nối tự nhiên**, thường yêu cầu R và S phải có ít nhất một thuộc tính chung. Khi thực hiện nối, ta chỉ khớp các bộ trên R và S có cùng giá trị trên thuộc tính chung này. Nếu R và S không có thuộc tính chung, kết quả trả về là tích đề các.

Phép nối nửa

- Cho các quan hệ r và s trên các lược đồ R và S tương ứng
- Nối nửa của các quan hệ r và s, ký hiệu $r \ltimes s$ là một quan hệ trên lược đồ R gồm các bộ của $r \bowtie s$ chiếu lên R. Tức là

$$r \ltimes s = \{t : t \in (r \bowtie s).R\}$$

- Ví dụ:

r

A	B	C
a	b	c
d	b	c
d	b	f
c	a	d

s

B	C	D
b	c	d
b	c	e
a	d	f

$r \ltimes s$

A	B	C
a	b	c
d	b	c
c	a	d

Lưu ý: Do **nối nửa** dựa trên **phép nối tự nhiên**, yêu cầu R và S phải có ít nhất một thuộc tính chung. Khi thực hiện nối, ta chỉ khớp các bộ trên R và S có cùng giá trị trên thuộc tính chung này.

Ví dụ 10

❖Cho biết nhân viên có lương hơn lương của nhân viên "Tùng"

- Quan hệ: NHANVIEN
- Thuộc tính: LUONG

$$R(L_TUNG) \leftarrow \pi_{LUONG}(\sigma_{TENNV='TUNG'}(NHANVIEN))$$

$$KQ \leftarrow NHANVIEN |\!><\!|_{LUONG>L_TUNG} R$$

[Nối theta]

Ví dụ 11

❖Với mỗi nhân viên, hãy cho biết thông tin của phòng ban mà họ đang làm việc

- Quan hệ: NHANVIEN, PHONGBAN

[(1) Sử dụng nối tự nhiên; (2) sử dụng nối bằng
Lưu ý điều kiện sử dụng 2 phép nối này]

Bài tập về nhà,
Hạn nộp thứ 5, 19/09

Ví dụ 12

❖Với mỗi phòng ban, hãy cho biết các địa điểm của phòng ban đó

- Quan hệ: PHONGBAN, DDIEM_PHG

Bài tập về nhà,
Hạn nộp thứ 5, 19/09

Ví dụ 13

❖Với mỗi phòng ban, hãy cho biết thông tin của người trưởng phòng

- Quan hệ: PHONGBAN, NHANVIEN

Bài tập về nhà,
Hạn nộp thứ 5, 19/09

Ví dụ 14

❖Cho biết lương cao nhất trong công ty

- Quan hệ: NHANVIEN
- Thuộc tính: LUONG

Bài tập về nhà,
Hạn nộp thứ 5, 19/09

Ví dụ 15

❖Cho biết phòng ban có cùng địa điểm với phòng 5

- Quan hệ: DDIEM_PHG

Bài tập về nhà,
Hạn nộp thứ 5, 19/09

Tập đầy đủ các phép toán ĐSQH

- Tập các phép toán $\sigma, \pi, \times, -, \cup$ được gọi là tập đầy đủ các phép toán đại số quan hệ
  - Các phép toán có thể biển diễn qua chúng
  - Ví dụ:

$$R \cap S = R \cup S - ((R - S) \cup (S - R))$$

$$R \mid\!\!><\!\!\mid_C S = \sigma_C (R \times S)$$

Đại số quan hệ

- Giới thiệu
- Đại số quan hệ
- Phép toán tập hợp
- Phép chiếu
- Phép chọn
- Phép tích Cartesian
- Phép nối: Theta join, Equi join, Natural join
- **Phép chia**
- Các phép toán khác

Phép chia

- Cho lược đồ quan hệ $R(A_1,A_2,\ldots,A_n)$, S là lược đồ con của R. Giả sử r,s là các quan hệ trên R, S tương ứng.

- Phép chia của quan hệ r cho quan hệ s, ký hiệu là $r \div s$ là quan hệ trên lược đồ R-S gồm các phần tử r sao cho mọi phần tử $u \in s$ và ghép t với u ta được phần tử thuộc r.

$$r \div s = \{t : \forall u \in s \& < t,u > \in r\}$$

- Một cách vắn tắt: Kết quả trả về là [các bộ với *các thuộc tính chỉ có* trong R] sao cho sự kết hợp của nó với [các bộ trong S] có mặt trong R

Phép chia – Một cách định nghĩa khác

- Được dùng để lấy ra một số bộ trong quan hệ R sao cho thỏa mãn với <u>tất cả</u> các bộ trong quan hệ S

- Ký hiệu $R \div S$
  - R(Z) và S(X)
    - Z là tập thuộc tính của R, X là tập thuộc tính của S
    - $X \subseteq Z$

- Kết quả của phép chia là một quan hệ T(Y)
  - Với Y = Z-X
  - Có t là một của T nếu <u>với mọi bộ</u> $t_S \in S$, tồn tại bộ $t_R \in R$ thỏa 2 điều kiện

$$t_R(Y) = t$$

$$t_R(X) = t_S(X)$$

Ví dụ

Completed

Student	Task
Fred	Database1
Fred	Database2
Fred	Compiler1
Eugene	Database1
Eugene	Compiler1
Sarah	Database1
Sarah	Database2

DBProject

Task
Database1
Database2

Completed
÷
DBProject

Student
Fred
Sarah

Ví dụ

R

A	B	C	D	E
α	a	α	a	1
α	a	γ	a	1
α	a	γ	b	1
β	a	γ	a	1
β	a	γ	b	3
γ	a	γ	a	1
γ	a	γ	b	1
γ	a	β	b	1

S

D	E
a	1
b	1

$R \div S$

Ví dụ 16

❖Cho biết mã nhân viên tham gia tất cả các đề án

- Quan hệ: PHANCONG, DEAN
- Thuộc tính: MANV

$$DA \leftarrow \pi_{MADA}(DEAN)$$

$$NV_DEAN \leftarrow \pi_{MANV,MADA}(PHANCONG)$$

$$MA_NV \leftarrow \pi_{MANV}(NV_DEAN \div DA)$$

Ví dụ 17

❖Cho biết mã nhân viên tham gia tất cả các đề án do phòng số 4 phụ trách

- Quan hệ: NHANVIEN, PHANCONG, DEAN
- Thuộc tính: MANV
- Điều kiện: PHONG=4

$$\text{P4_DA} \leftarrow \pi_{\text{MADA}}(\sigma_{PHG=4}(\text{DEAN}))$$

$$\text{NV_DEAN} \leftarrow \pi_{\text{MANV,MADA}}(\text{PHANCONG})$$

$$\text{MA_NV} \leftarrow \pi_{MANV}(\text{NV_DEAN} \div \text{P4_DA})$$

Phép chia

❖Biểu diễn phép chia thông qua tập đầy đủ của các phép toán ĐSQH

$$\mathrm{T}_1 \leftarrow \pi_\gamma(R)$$

$$\mathrm{T}_2 \leftarrow \mathrm{T}_1 \times S$$

$$\mathrm{T}_3 \leftarrow \pi_\gamma(\mathrm{T}_2 - R)$$

$$\mathrm{T} \leftarrow \mathrm{T}_1 - \mathrm{T}_2$$

Đại số quan hệ

- Giới thiệu
- Đại số quan hệ
- Phép toán tập hợp
- Phép chiếu
- Phép chọn
- Phép tích Cartesian
- Phép nối: Theta join, Equi join, Natural join
- Phép chia
- **Các phép toán khác**
  - Hàm kết hợp (Aggregation function)
  - Phép gom nhóm (Grouping)
  - Phép kết ngoài (Outer join)

Hàm kết hợp

- Nhận vào tập hợp các giá trị và trả về một giá trị đơn
  - AVG
  - MIN
  - MAX
  - SUM
  - COUNT

Ví dụ

A	B
1	2
3	4
1	2
1	2

SUM(B)=10
AVG(A)=1.5
MIN(A)=1
MAX(B)=4
COUNT(A)=4

Phép gom nhóm

❖Được dùng để phân chia quan hệ thành nhiều nhóm dựa trên điều kiện gom nhóm nào đó

❖Ký hiệu

$$G_1, G_2, ..., G_n \Im_{F_1(A_1), F_2(A_2), ..., F_n(A_n)}(E)$$

- E là biểu thức đại số quan hệ
- $G_1, G_2, ..., G_n$ các thuộc tính gom nhóm
- $F_1, F_2, ..., F_n$ các hàm
- $A_1, A_2, ..., A_n$ các thuộc tính tính toán trong hàm F

Ví dụ

R

A	B	C
α	2	7
α	4	7
β	2	3
β	2	10

$$\Im_{SUM(C)}(R)$$

$$_{A}\Im_{SUM(C)}(R)$$

Ví dụ 18

- Tính số lượng nhân viên và lương trung bình của cả công ty

$$\Im_{COUNT(),AVERAGE(LUONG)}(NHANVIEN)$$

Ví dụ 19

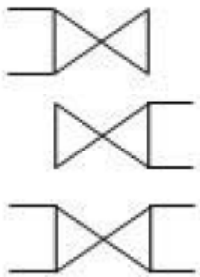
❖Tính số lượng nhân viên và lương trung bình của từng phòng ban

$$_{MAPHG}\mathfrak{I}_{COUNT(),AVERAGE(LUONG)}(NHANVIEN)$$

Phép nối ngoài

❖Mở rộng phép nối ngoài để tránh mất mát thông tin
- Thực hiện phép nối
- Lấy thêm các bộ không thỏa điều kiện nối

❖Có 3 hình thức nối
- Nối ngoài trái
- Nối ngoài phải
- Nối ngoài đầy đủ



(chỉ các bộ bên trái được điền null)

(chỉ các bộ bên phải được điền null)

(cả 2 phía được điền null)

Đôi khi còn được ký hiệu ⋈ LEFT ⋈ RIGHT ⋈ FULL

Phép nối ngoài

❖Ví dụ:

r_1

Employee	Department
Smith	sales
Black	production
White	production

r_2

Department	Head
production	Mori
purchasing	Brown

$r_1 \bowtie_{LEFT} r_2$

Employee	Department	Head
Smith	Sales	NULL
Black	production	Mori
White	production	Mori

$r_1 \bowtie_{RIGHT} r_2$

Employee	Department	Head
Black	production	Mori
White	production	Mori
NULL	purchasing	Brown

$r_1 \bowtie_{FULL} r_2$

Employee	Department	Head
Smith	Sales	NULL
Black	production	Mori
White	production	Mori
NULL	purchasing	Brown

VD Phép nối ngoài vs nối tự nhiên

❖Cho 2 quan hệ *instructor1* và *teaches1*

ID	*name*	*dept_name*
10101	Srinivasan	Comp. Sci.
12121	Wu	Finance
15151	Mozart	Music

ID	*course_id*
10101	CS-101
12121	FIN-201
76766	BIO-101

❖Nối tự nhiên

ID	*name*	*dept_name*	*course_id*
10101	Srinivasan	Comp. Sci.	CS-101
12121	Wu	Finance	FIN-201

❖Nối ngoài trái

ID	*name*	*dept_name*	*course_id*
10101	Srinivasan	Comp. Sci.	CS-101
12121	Wu	Finance	FIN-201
15151	Mozart	Music	*null*

❖Nối ngoài đầy đủ

ID	*name*	*dept_name*	*course_id*
10101	Srinivasan	Comp. Sci.	CS-101
12121	Wu	Finance	FIN-201
15151	Mozart	Music	*null*
76766	null	null	BIO-101

Ví dụ 20

- Cho biết tên nhân viên và tên phòng ban mà họ phụ trách (nếu có) – tức là nếu không có thì ta để trống mục phòng ban họ phụ trách!
  - Quan hệ: NHANVIEN, PHONGBAN
  - Thuộc tính: TENNV, TENPH

$$R1 \leftarrow NHANVIEN \; ⟕_{MANV=TRPHG} PHONGBAN$$

$$KQ \leftarrow \pi_{HONV,TENNV,TENPHG}(R_1)$$

Bài tập 1 – Thực hiện các phép toán

T_1

P	Q	R
10	a	5
15	b	8
25	a	6

T_2

P	Q	R
10	b	6
25	c	3
10	b	5

$$T_1 \mid\!\times\!\mid_{T_1.P=T_2.A} T_2$$

$$T_1 \mid\!\times\!\mid_{T_1.Q=T_2.B} T_2$$

$$T_1 \mid\!\times\!\mid_{(T_1.P=T_2.A \text{ AND } T_1.R=T_2.C)} T_2$$

$$T_1 \sqsupset\!\bowtie_{T_1.P=T_2.A} T_2$$

$$T_1 \bowtie\!\sqsubset_{T_1.Q=T_2.B} T_2$$

Bài tập 2

❖Cho CSDL COONGTY gồm các lược đồ

- NHANVIEN(MANV, HONV, TENNV, NS, GT, DCHI, LUONG, MANGS, MADV)
- DONVI(MADV, TENDV, MANQL, NGAY_BD)
- DEAN(MADA, TENDA, DD_DA, MADV)
- THANNHAN(MANV, TEN_TN, NS, GT, QUANHE)
- NV_DEAN(MANV, MADA, SOGIO) [revised on 09/20]
- DONVI_DD(MADV, DD)

Bài tập về nhà,
Hạn nộp thứ 5, 26/09

Bài tập 2 – Yêu cầu

- Đưa ra tên và địa chỉ của tất cả các nhân viên làm việc cho đơn vị.
- Với mỗi dự án có địa điểm hà Nôi, liệt kê mã số dự án, mã số của đơn vị kiểm soát, tên, địa chỉ và ngày sinh của người quản lý đơn vị.
- Tìm tên của nhân viên làm việc trên tất cả các dự án do đơn vị có mã số 5 kiểm soát.
- Tạo ra một danh sách các mã số dự án đối vwois các dự án có 1 nhân viên hoặc một người quản lý đơn vị kiểm soát dự án có tên là 'Long'
- Đưa ra tên của tất cả các nhân viên có nhiều hơn hoặc bằng 2 người phụ thuộc.
- Đưa ra các nhân viên không có người phụ thuộc.
- Đưa ra tên của những người quản lý dự án có ít nhất một người phụ thuộc.

Bài tập về nhà,
Hạn nộp thứ 5, 26/09