

Chương 5:

Đại số quan hệ & Phép toán quan hệ

Tham khảo tài liệu [B]:

**Chapter 4: Relational Algebra and
Relational Calculus**

Giới thiệu

- ◆ Đại số quan hệ và phép toán quan hệ là các ngôn ngữ chuẩn của mô hình quan hệ
- ◆ Có thể xem: đại số quan hệ là ngôn ngữ thủ tục (cấp cao), và phép toán quan hệ là ngôn ngữ phi thủ tục
- ◆ Tuy nhiên về mặt lý thuyết thì đại số quan hệ và phép toán quan hệ là tương đương nhau

Đại số quan hệ

- ◆ Các toán tử của đại số quan hệ áp dụng trên một hay nhiều quan hệ để định nghĩa ra một quan hệ khác mà không làm thay đổi các quan hệ ban đầu
- ◆ Cả các toán hạng và các kết quả đều là các quan hệ, vì vậy đầu ra của một toán tử có thể là đầu vào của một toán tử khác
- ◆ Cho phép các biểu thức có thể lồng vào nhau giống như các biểu thức số học.

Đại số quan hệ

- ◆ 5 toán tử cơ bản trong ĐS quan hệ: Chọn (Selection), Chiếu (Projection), Tích Đề- các (Cartesian product), Hội (Union), và Trừ (Set Difference)
- ◆ Các toán tử cơ bản thực hiện được hầu hết các thao tác truy xuất dữ liệu
- ◆ Các toán tử khác: Kết (Join), Giao (Intersection), và Chia (Division). Các toán tử này có thể được biểu diễn bằng 5 toán tử cơ bản trên

Phép chọn (Selection or Restriction)

◆ $\sigma_{\text{điều kiện}}(R)$

- Kết quả phép chọn tạo ra một quan hệ trong đó chỉ chứa các bộ của R, mà các bộ đó thỏa mãn điều kiện đã nêu trong phép chọn

Ví dụ về phép chọn

- ◆ Liệt kê danh sách tất cả nhân viên có lương lớn hơn £10,000

$\sigma_{\text{salary} > 10000}$ (Staff)

staffNo	fName	lName	position	sex	DOB	salary	branchNo
SL21	John	White	Manager	M	1-Oct-45	30000	B005
SG37	Ann	Beech	Assistant	F	10-Nov-60	12000	B003
SG14	David	Ford	Supervisor	M	24- Mar-58	18000	B003
SG5	Susan	Brand	Manager	F	3-Jun-40	24000	B003

Phép chiếu (Projection)

◆ $\Pi_{col1, \dots, coln}(R)$

- Kết quả phép chiếu tạo ra một quan hệ trong đó chỉ chứa một tập con theo chiều dọc của R, tức trích ra theo chiều dọc các giá trị của dữ liệu của một số thuộc tính, và loại bỏ các dữ liệu trùng lặp

Ví dụ về phép chiếu

- ◆ Tạo danh sách lương của tất cả nhân viên, chỉ hiện các thuộc tính staffNo, fName, lName, và salary

$\Pi_{\text{staffNo, fName, lName, salary}}(\text{Staff})$

staffNo	fName	lName	salary
SL21	John	White	30000
SG37	Ann	Beech	12000
SG14	David	Ford	18000
SA9	Mary	Howe	9000
SG5	Susan	Brand	24000
SL41	Julie	Lee	9000

Phép hội (Union)

◆ $R \cup S$

- Hội của 2 quan hệ R và S tạo ra một quan hệ mà các bộ của nó hoặc thuộc R , hoặc thuộc S , hoặc vừa thuộc R vừa thuộc S
- R và S phải có tính tương thích mới hội với nhau được

◆ Nếu R có i bộ và S có j bộ thì phép hội có tối đa $(i+j)$ bộ

Ví dụ về phép hội

- ◆ Liệt kê danh sách các thành phố mà ở đó có chi nhánh hay có tài sản cho thuê

$$\Pi_{\text{city}}(\text{Branch}) \cup \Pi_{\text{city}}(\text{PropertyForRent})$$

city
London
Aberdeen
Glasgow
Bristol

Phép trừ (Set Difference)

◆ $R - S$

- Tạo một quan hệ chứa các bộ thuộc R nhưng không thuộc S
- R và S phải có tính tương thích

Ví dụ về phép trừ

- ◆ Liệt kê các thành phố có chi nhánh nhưng không có tài sản cho thuê

$\Pi_{\text{city}}(\text{Branch}) - \Pi_{\text{city}}(\text{PropertyForRent})$

city
Bristol

Phép giao (Intersection)

◆ $R \cap S$

- Tạo ra một quan hệ chứa các bộ vừa thuộc R vừa thuộc S
- R và S phải có tính tương thích nhau

◆ Biểu diễn phép giao bằng phép trừ:

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

Ví dụ về phép giao

- ◆ Liệt kê các thành phố mà ở đó có chi nhánh và có cả tài sản cho thuê

$$\Pi_{\text{city}}(\text{Branch}) \cap \Pi_{\text{city}}(\text{PropertyForRent})$$

city
Aberdeen
London
Glasgow

Phép tích Đề-các (Cartesian product)

◆ $R \times S$

- Tạo một quan hệ trong đó các bộ của nó chính là sự nối kết của từng bộ của R với từng bộ của S

Ví dụ về phép tích Đề-các

- ◆ Liệt kê các tên và lời nhận xét của các khách hàng đã xem nhà

$(\Pi_{\text{clientNo}, \text{fName}, \text{lName}}(\text{Client})) \times (\Pi_{\text{clientNo}, \text{propertyNo}, \text{comment}}(\text{Viewing}))$

client.clientNo	fName	lName	Viewing.clientNo	propertyNo	comment
CR76	John	Kay	CR56	PA14	too small
CR76	John	Kay	CR76	PG4	too remote
CR76	John	Kay	CR56	PG4	
CR76	John	Kay	CR62	PA14	no dining room
CR76	John	Kay	CR56	PG36	
CR56	Aline	Stewart	CR56	PA14	too small
CR56	Aline	Stewart	CR76	PG4	too remote
CR56	Aline	Stewart	CR56	PG4	
CR56	Aline	Stewart	CR62	PA14	no dining room
CR56	Aline	Stewart	CR56	PG36	
CR74	Mike	Ritchie	CR56	PA14	too small
CR74	Mike	Ritchie	CR76	PG4	too remote
CR74	Mike	Ritchie	CR56	PG4	
CR74	Mike	Ritchie	CR62	PA14	no dining room
CR74	Mike	Ritchie	CR56	PG36	
CR62	Mary	Tregear	CR56	PA14	too small
CR62	Mary	Tregear	CR76	PG4	too remote
CR62	Mary	Tregear	CR56	PG4	
CR62	Mary	Tregear	CR62	PA14	no dining room
CR62	Mary	Tregear	CR56	PG36	

Ví dụ về phép tích Đề-các và phép chọn

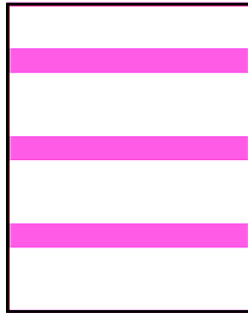
◆ Dùng phép tích Đề-các, rồi phép chọn

$$\sigma_{\text{Client.clientNo} = \text{viewing.clientNo}}((\Pi_{\text{clientNo}, \text{fName}, \text{lName}}(\text{Client})) \times (\Pi_{\text{clientNo}, \text{propertyNo}, \text{comment}}(\text{Viewing})))$$

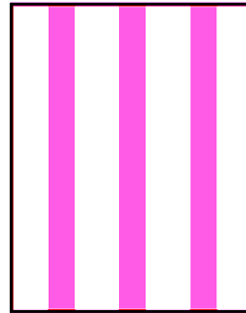
client.clientNo	fName	lName	Viewing.clientNo	propertyNo	comment
CR76	John	Kay	CR76	PG4	too remote
CR56	Aline	Stewart	CR56	PA14	too small
CR56	Aline	Stewart	CR56	PG4	
CR56	Aline	Stewart	CR56	PG36	
CR62	Mary	Tregear	CR62	PA14	no dining room

◆ Phép tích Đề-các và phép chọn được làm chung lại gọi là phép kết (*Join*)

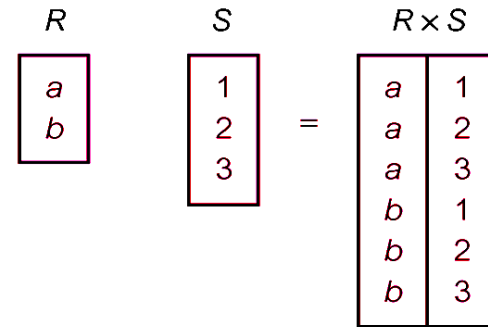
Các phép toán trong đại số quan hệ



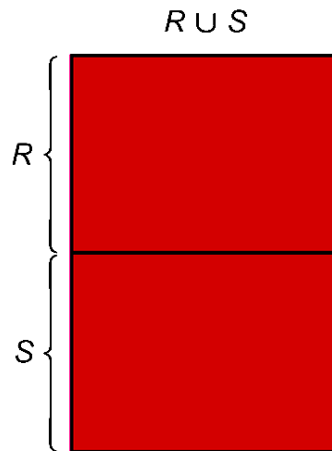
(a) Selection



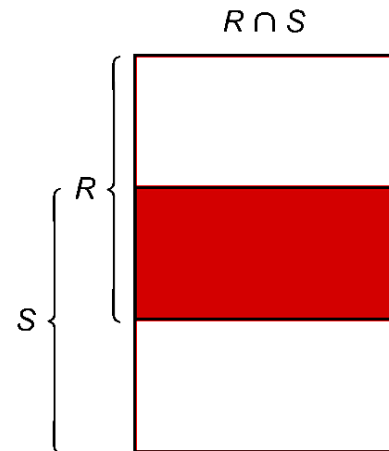
(b) Projection



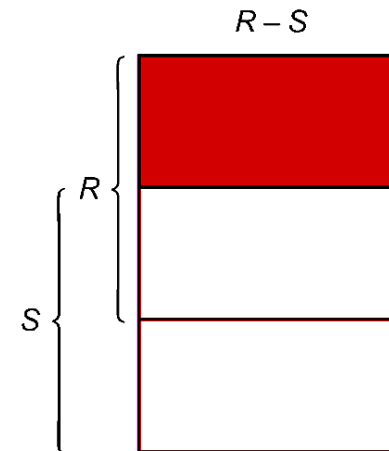
(c) Cartesian product



(d) Union



(e) Intersection



(f) Set difference

Phép Kết (Join)

- ◆ Phép kết phát sinh từ phép tích Đề-các
- ◆ Phép kết thực hiện tương đương với phép chọn trên kết quả của phép tích Đề-các, với một điều kiện chọn phải thỏa

Phép Kết (Join) (tt)

- ◆ Các dạng khác nhau của phép kết:
 - Theta join (phép kết theta)
 - Equijoin (phép kết tương đương – là 1 trường hợp đặc biệt của phép kết theta)
 - Natural join (phép kết tự nhiên)
 - Outer join (phép kết ngoài)
 - Semijoin (phép nửa kết)

Phép kết Theta (θ -join)

◆ $R \bowtie_F S$

- Tạo ra 1 quan hệ có các bộ là kết quả từ phép chọn theo điều kiện F trên kết quả của phép tích Đề-các của R và S
- Điều kiện F có dạng $R.a_i \theta S.b_i$ trong đó θ là 1 trong 6 phép so sánh $<, \leq, >, \geq, =, \neq$

Phép kết Theta (θ -join) (tt)

- ◆ Có thể biểu diễn phép kết Theta:

$$R \bowtie_F S = \sigma_F(R \times S)$$

- ◆ Cấp của phép kết Theta là tổng của cấp 2 quan hệ tham gia
- ◆ Nếu trong điều kiện F sử dụng dấu $=$ thì có tên mới là phép kết tương đương

Ví dụ về phép kết tương đương

- ◆ Liệt kê các tên và lời nhận xét của các khách hàng đã xem nhà

$(\Pi_{\text{clientNo}, \text{fName}, \text{lName}}(\text{Client})) \bowtie_{\text{Client.clientNo} = \text{Viewing.clientNo}} (\Pi_{\text{clientNo}, \text{propertyNo}, \text{comment}}(\text{Viewing}))$

client.clientNo	fName	lName	Viewing.clientNo	propertyNo	comment
CR76	John	Kay	CR76	PG4	too remote
CR56	Aline	Stewart	CR56	PA14	too small
CR56	Aline	Stewart	CR56	PG4	
CR56	Aline	Stewart	CR56	PG36	
CR62	Mary	Tregear	CR62	PA14	no dining room

Phép kết tự nhiên (Natural Join)

◆ $R \bowtie S$

- Là phép kết tương đương của 2 quan hệ trên tất cả các thuộc tính chung
- Trong kết quả sẽ bỏ bớt các thuộc tính chung trùng nhau

Ví dụ về phép kết tự nhiên

- ◆ Liệt kê các tên và lời nhận xét của các khách hàng đã xem nhà

$(\Pi_{\text{clientNo}, \text{fName}, \text{lName}}(\text{Client})) \bowtie$
 $(\Pi_{\text{clientNo}, \text{propertyNo}, \text{comment}}(\text{Viewing}))$

clientNo	fName	lName	propertyNo	comment
CR76	John	Kay	PG4	too remote too small
CR56	Aline	Stewart	PA14	
CR56	Aline	Stewart	PG4	
CR56	Aline	Stewart	PG36	
CR62	Mary	Tregear	PA14	no dining room

Phép kết ngoài (Outer join)

- ◆ Để hiển thị trong kết quả của phép kết các hàng không có các cột kết bằng nhau
- ◆ $R \bowtie S$
 - là phép kết ngoài bên trái: các bộ của R không trùng các giá trị trong các cột chung vẫn có mặt trong kết quả của phép kết

Ví dụ về phép kết ngoài bên trái

- ◆ Lập bảng báo cáo tình trạng các tài sản cho thuê

$\Pi_{\text{propertyNo,street,city}}(\text{PropertyForRent}) \bowtie \text{Viewing}$

propertyNo	street	city	clientNo	viewDate	comment
PA14	16 Holhead	Aberdeen	CR56	24-May-01	too small
PA14	16 Holhead	Aberdeen	CR62	14-May-01	no dining room
PL94	6 Argyll St	London	null	null	null
PG4	6 Lawrence St	Glasgow	CR76	20-Apr-01	too remote
PG4	6 Lawrence St	Glasgow	CR56	26-May-01	
PG36	2 Manor Rd	Glasgow	CR56	28-Apr-01	
PG21	18 Dale Rd	Glasgow	null	null	null
PG16	5 Novar Dr	Glasgow	null	null	null

Phép nửa kết (Semijoin)

◆ $R \bowtie_F S$

– Tạo ra 1 quan hệ có các bộ là kết quả từ R có tham gia vào phép kết với S

◆ Có thể viết lại phép nửa kết bằng phép Chiếu và phép kết:

$$R \bowtie_F S = \Pi_A(R \bowtie S)$$

A là các thuộc tính của R

Ví dụ phép nối kết

- ◆ Lập danh sách chi tiết về các nhân viên làm việc ở chi nhánh ở Glasgow.

Staff ▷ **Staff.branchNo = Branch.branchNo and branch.city = 'Glasgow'** **Branch**

staffNo	fName	lName	position	sex	DOB	salary	branchNo
SG37	Ann	Beech	Assistant	F	10-Nov-60	12000	B003
SG14	David	Ford	Supervisor	M	24- Mar-58	18000	B003
SG5	Susan	Brand	Manager	F	3-Jun-40	24000	B003

Phép chia (Division)

◆ $R \div S$

- Tạo ra 1 quan hệ có tập thuộc tính C, mà kết quả từ phép kết từng bộ của C kết hợp với từng bộ của S đều thuộc quan hệ R

Ví dụ phép chia

- ◆ Tìm tất cả các khách hàng đã xem tất cả các nhà có 3 phòng

$$(\Pi_{\text{clientNo,propertyNo}}(\text{Viewing})) \div (\Pi_{\text{propertyNo}}(\sigma_{\text{rooms}=3}(\text{PropertyForRent})))$$

$\Pi_{\text{clientNo,propertyNo}}(\text{Viewing})$

clientNo	propertyNo
CR56	PA14
CR76	PG4
CR56	PG4
CR62	PA14
CR56	PG36

$\Pi_{\text{propertyNo}}(\sigma_{\text{rooms}=3}(\text{PropertyForRent}))$

propertyNo
PG4
PG36

RESULT

clientNo
CR56

Các phép toán trong đại số quan hệ (tt)

		T
	A	B
S	a	1
	b	2

U	
B	C
1	x
1	y
3	z

$T \bowtie U$

A	B	C
a	1	x
a	1	y

$T \triangleright_B U$	
A	B
a	1

$T \bowtie_C U$

A	B	C
a	1	x
a	1	y
b	2	

(g) Natural join

(h) Semijoin

(i) Left Outer join

S

$$R \div S$$

V	
A	B
a	1
a	2
b	1
b	2
c	1

	W
B	
1	
2	

A
a b

(j) Division (shaded area)

Example of division

Phép toán quan hệ (Relational Calculus)

- ◆ Phép toán quan hệ để diễn đạt “muốn gì?” (what) chứ không diễn đạt phải làm gì (how) để có được điều mong muốn
- ◆ Trong phép toán luận lý tiền tố (hay phép toán vị từ), vị từ (predicate) là 1 hàm có đối số nằm phía sau
- ◆ Phép toán vị từ có kết quả là đúng (true) hay sai (false)
- ◆ Phép toán vị từ trên CSDL có 2 loại: phép toán trên bộ và phép toán trên miền của thuộc tính

Phép toán quan hệ trên bộ

- ◆ Có mục đích tìm ra các bộ làm cho vị từ có giá trị true. Sử dụng các biến trên bộ để tìm
- ◆ Biến trên bộ là biến nhận giá trị là 1 bộ của quan hệ
- ◆ Ví dụ: giá trị của 1 biến S có thể là 1 bộ của quan hệ Staff:

Staff(S)

- ◆ Tìm tất cả giá trị S: biểu thức sau phải thỏa (true) :
 $\{S \mid P(S)\}$

Ví dụ phép toán quan hệ trên bộ

- ◆ Lập danh sách chi tiết về các nhân viên có lương lớn hơn 10000

$\{S \mid \text{Staff}(S) \wedge S.\text{salary} > 10000\}$

- ◆ Lập danh sách 1 cột lương chỉ lấy giá trị lớn hơn 10000

$\{S.\text{salary} \mid \text{Staff}(S) \wedge S.\text{salary} > 10000\}$

Phép toán quan hệ trên bộ

- ◆ Có thể sử dụng lượng từ (*quantifier*) để cho biết vị từ sẽ áp dụng trên bao nhiêu thể hiện:
 - Lượng từ “tồn tại”: \exists
 - Lượng từ “với mọi”: \forall

Ví dụ về Phép toán quan hệ trên bộ

- a) Liệt kê tên tất cả các giám đốc kiếm được hơn £25,000 trong 1 năm:

$$\{S.fName, S.lName \mid Staff(S) \wedge S.position = 'Manager' \wedge S.salary > 25000\}$$

- b) Liệt kê các nhân viên quản lý tài sản ở Glasgow:

$$\{S \mid Staff(S) \wedge (\exists P) (PropertyForRent(P) \wedge (P.staffNo = S.staffNo) \wedge P.city = 'Glasgow'))\}$$

Ví dụ về Phép toán quan hệ trên bộ

- c) Liệt kê tên các nhân viên hiện không quản lý bất kỳ tài sản nào:

$$\{S.fName, S.lName \mid Staff(S) \wedge (\sim(\exists P) \\ (PropertyForRent(P) \wedge (S.staffNo = P.staffNo)))\}$$

Hoặc:

$$\{S.fName, S.lName \mid Staff(S) \wedge (\forall P) \\ (\sim PropertyForRent(P) \vee \\ \sim(S.staffNo = P.staffNo)))\}$$

Chú ý về Phép toán quan hệ trên bộ

- ◆ Các biểu thức có thể tạo 1 tập vô hạn không xác định:
 $\{S \mid \sim \text{Staff}(S)\}$
- ◆ Để tránh lỗi này, cần thêm giới hạn về miền giá trị của kết quả biểu thức

Phép toán quan hệ trên miền (Domain Relational Calculus)

- ◆ Dùng các biến có giá trị từ miền chứ không phải từ bộ của quan hệ

Ví dụ về Phép toán quan hệ trên miền

- a) Tìm tên của tất cả các giám đốc kiếm được hơn £25,000 trong 1 năm

$$\{fN, lN \mid \exists sN, posn, sex, DOB, sal, bN) \\ (Staff(sN, fN, lN, posn, sex, DOB, sal, bN) \wedge \\ posn = 'Manager' \wedge sal > 25000)\}$$

Ví dụ về Phép toán quan hệ trên miền

- b)** Liệt kê các nhân viên quản lý tài sản ở Glasgow:
- $$\{sN, fN, lN, posn, sex, DOB, sal, bN \mid$$
- $$(\exists sN1, cty)(Staff(sN, fN, lN, posn, sex, DOB, sal, bN) \wedge$$
- $$(PropertyForRent(pN, st, cty, pc, typ, rms,$$
- $$rnt, oN, sN1, bN1) \wedge$$
- $$(sN = sN1) \wedge$$
- $$cty = 'Glasgow')\}$$

Phép toán quan hệ trên miền

- ◆ Mọi biểu thức đại số đều có biểu thức phép toán quan hệ tương đương và ngược lại

HẾT CHƯƠNG 5

**Mời các anh chị sinh viên tham khảo tài liệu
các nội dung tiếp theo.**

Chúc các anh chị học tốt.