

مبادئ قواعد المعطيات

المحاضرة التاسعة
د. سمر الحلبي

الجبر العلاقائي

Relational Algebra

العلاقات الرياضية:

لتعميق فهم العلاقات دعنا نراجع مفهوم العلاقات الرياضية، ولنفرض أن لدينا المجموعة $D1=\{1,3\}$ و المجموعة $D2=\{a,b,c\}$ ، والجداء الديكارتي (الكارتيزي) للمجموعتين $D1 \times D2$ يعطينا مجموعة الأزواج المرتبة بحيث يكون العنصر الأول من المجموعة الأولى والعنصر الثاني من المجموعة الثانية كما يلي:

$$D1 \times D2 = \{(1,a), (1,b), (1,c), (3,a), (3,b), (3,c)\}$$

العلاقة بين المجموعتين هي أي مجموعة جزئية من الجداء الديكارتي

العلاقات الرياضية:

مثال:

$$R = \{(1, a), (3, a)\}$$

يمكننا وصف العلاقة بتحديد شروط العناصر التي تنتمي لها كما يلي:

$$R = \{(x, y) \mid x \in D1, y \in D2, y = a\}$$

حيث تعطينا العلاقة التي يكون العنصر الثاني في الزوج المرتب يساوي a

مثال:

لتكن لدينا العلاقة التالية:

$$S = \{(x, y) \mid x \in D1, y \in D2, x = 3\}$$

تكافئ المجموعة:

$$S = \{(3, a), (3, b), (3, c)\}$$

العلاقات الرياضية:

لدينا ثلاث مجموعات $D1, D2, D3$ الجداء الديكارتي بينهم $D1 \times D2 \times D3$ يعطينا الثلاثي المرتب بحيث يكون العنصر الأول من المجموعة الأولى والعنصر الثاني من المجموعة الثانية و العنصر الثالث من المجموعة الثالثة مثال:

$$D1 = \{1, 3\} \quad D2 = \{2, 4, 6\} \quad D3 = \{3, 6, 9\}$$

$$D1 \times D2 \times D3 = \{(1, 2, 3), (1, 2, 6), (1, 2, 9), (1, 4, 3), (1, 4, 6), (1, 4, 9), (1, 6, 3), (1, 6, 6), (1, 6, 9), (3, 2, 3), (3, 2, 6), (3, 2, 9), (3, 4, 3), (3, 4, 6), (3, 4, 9), (3, 6, 3), (3, 6, 6), (3, 6, 9)\}$$

العلاقة هي أي مجموعة جزئية من الجداء الديكارتي ، فعلى سبيل المثال، يمكن تعريف العلاقة T على أنها المجموعة المكونة من الثلاثيات المرتبة التي يكون العنصر الثالث فيها هو مجموع العنصرين الأول و الثاني:

$$T = \{(x, y, z) \mid x \in D1, y \in D2, z \in D3, z = x + y\}$$

$$T = \{(1, 2, 3), (3, 6, 9)\}$$

ملاحظة:

يمكن تطبيق هذا المفهوم على قواعد البيانات بحيث تكون المجموعات هي مجالات الحقول و العلاقات هي الجداول.

الجبر العلاقتي:

- تعتبر لغة الاستعلام SQL لغة غامضة تعطي النتيجة مباشرة بدون توضيح لآلية أو ترتيب تنفيذ الاستعلام. في حين أن الجبر العلائقي يقوم بتوضيح مخطط تنفيذ الاستعلام أي يعتبر وسيلة لفهم ترتيب التنفيذ مما يساعدنا على كتابة الاستعلامات مع توقع نتائجها.

- يستخدم الجبر العلاقتي مجموعة من العمليات التي تطبق على علاقات (الجداول) وتنتج علاقات جديدة

الجبر العلاقتي Relational Algebra

العمليات الأساسية :

■ الاختيار Select

■ الإسقاط Project

■ الاجتماع Union

■ الفرق set difference

■ الجداء الديكارتي Cartesian product

■ إعادة التسمية rename

● كل عملية من هذه العمليات تأخذ علاقة أو أكثر كمعامل دخل وتعطي علاقة واحدة كمعامل خرج

- لتكن لدينا قاعدة المعطيات لمكتبة مؤلفة من جدول المستخدمين وجدول الكتب وجدول الاستعارة.

User (uid : integer, uname : string, rating : integer, age : real)

Book (bid : integer, btitle: string, type: string)

Borrow (uid: integer, bid: integer, date: Date)

تجسيد S2 للعلاقة users

uid	Uname	Rating	Age
28	عبد السلام	9	25.0
31	عبد الستار	8	55.5
44	عبد المنعم	5	25.0
58	عبد الصمد	10	35.0

Uid	bid	Date
22	101	22/10/2007
58	103	10/11/2007

Book

bid	Btitle	Type
101	تحفة النظر في غرائب الأمصار وعجائب الأسفار	رحلات
102	مقامات بديع الزمان الهمذاني	ادب
103	فصل المقال	فلسفة
104	مفاتيح العلوم	رياضيات

الاختيار و الإسقاط (العرض) selection and projection

في الجبر العلائقي هنالك عمليتان أساسيتان الأولى لاختيار الصفوف وتسمى الاختيار، ويرمز لها بالرمز (σ) حيث يتم انتقاء بعض الصفوف التي ينطبق عليها شرط محدد واستثناء الصفوف التي لا ينطبق عليها الشرط.

تقوم باختيار مجموعة من الحدوديات التي تحقق شرطاً معيناً من علاقة، سنرمز إلى العملية كما يلي:

$$\sigma_{condition}(Relation)$$

حيث condition هو شرط يجب أن تحققه الحدوديات المختارة .

الاختيار (التحديد)

الاختيار و الإسقاط (العرض) selection and projection

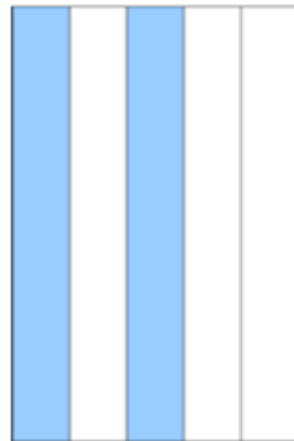
والثانية لعرض الأعمدة وتسمى الإسقاط (العرض) و يرمز لها بالرمز (π)

وهي عملية وحيدة المعامل تسمح بانتقاء بعض الواصفات من العلاقة، نرمز إلى هذه العملية

بالشكل:

$\Pi_{\text{selected attributes}}(\text{Relation})$

العرض (الاسقاط)



مثال: استرجاع المستخدمين ذوي التقييم العالي

$\sigma_{rating > 8}(S2)$

هذا التعبير سوف ينتج الجدول التالي:

Uid	Uname	Rating	Age
28	عبد السلام	9	25.0
58	عبد الصمد	10	35.0

مثال: اظهر أسماء المستخدمين وأعمارهم

$$\pi_{uname,age}(S2)$$

تنفيذ هذا التعبير يعطينا العلاقة التالية:

Uname	Age
عبد السلام	25.0
عبد الستار	55.5
عبد المنعم	25.0
عبد الصمد	35.0

مثال: اظهر أسماء المستخدمين وأعمارهم ذو التقييم العالي

$$\pi_{sname,rating}(\sigma_{rating>8}(S2))$$

Uname	Rating
عبد السلام	9
عبد الصمد	10

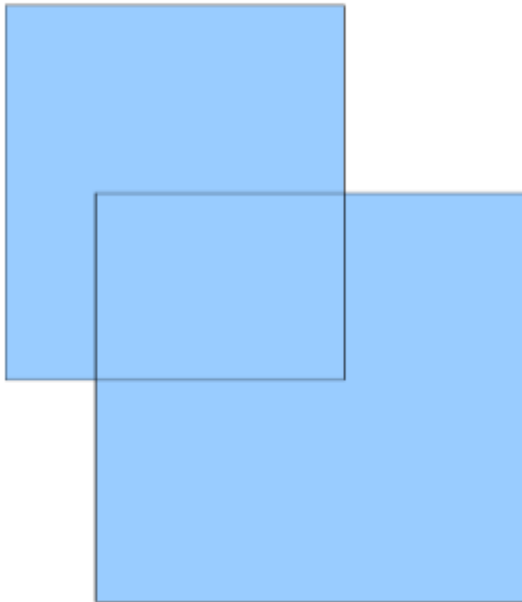
عمليات المجموعات set operations

الاتحاد $R \cup S$:

هذه العملية تعطينا جميع العناصر الموجودة في العلاقة R أو S أو كليهما، ويجب على العلاقتين أن تكونان قابلتان للاتحاد (التوافقية) (union-compatible)

مخطط النتيجة يكون هو نفس مخطط العلاقة الأولى R

الاتحاد



لكي تكون العلاقتان قابلتان للاتحاد يجب تتوفر الشروط التالية:

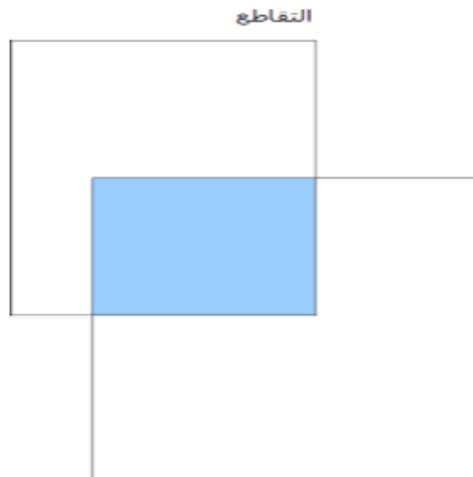
- لهم نفس عدد الحقول
- لكل حقل ما يقابله من نفس المجال في الجدول الآخر.

أسماء حقول النتيجة تكون هي نفس أسماء حقول العلاقة الأولى.

عمليات المجموعات set operations

التقاطع $R \cap S$:

يعطينا جميع العناصر الموجود في كلا العلاقتين في نفس الوقت



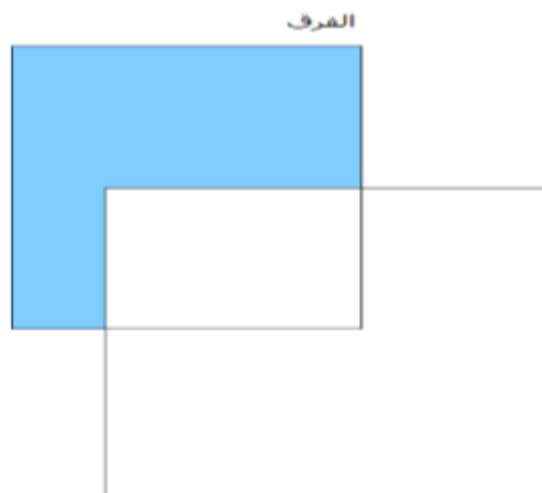
ملاحظة:

العلاقتان يجب أن تكونان قابلتان للتقاطع (الشروط أعلاه)
مخطط النتيجة هو مخطط العلاقة الأولى.

عمليات المجموعات set operations

الفرق $R - S$:

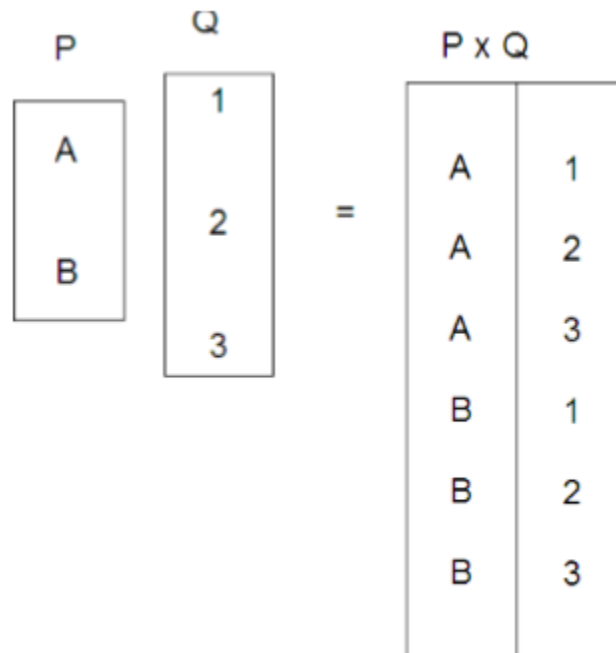
تعطينا جميع العناصر الموجودة في العلاقة الأولى و غير موجودة في العلاقة الثانية.



عمليات المجموعات set operations

عملية الجداء الديكارتي Cartesian Product:

المخطط الناتج من العملية يتكون من جميع حقول العلاقة الأولى يليه جميع حقول العلاقة الثانية، ويتم تجميع صفوف من كلتا العلاقتين بحيث يجتمع كل سطر من المجموعة الأولى مع جميع السطور من المجموعة الثانية.



مثال:

تجسيد S1 للعلاقة users

uid	Uname	Rating	Age
22	عبد الرحمن	7	45.0
31	عبد الستار	8	55.5
58	عبد الصمد	10	35.0

تجسيد S2 للعلاقة users

uid	Uname	Rating	Age
28	عبد السلام	9	25.0
31	عبد الستار	8	55.5
44	عبد المنعم	5	25.0
58	عبد الصمد	10	35.0

$$S_1 \cap S_2$$

uid	uname	Rating	Age
31	عبد الستار	8	55.5
58	عبد الصمد	10	35.0

$$S_1 \cup S_2$$

uid	uname	Rating	Age
22	عبد الرحمن	7	45.0
28	عبد السلام	9	25.0
31	عبد الستار	8	55.5
44	عبد المنعم	5	25.0
58	عبد الصمد	10	35.0

$$S_1 - S_2$$

uid	uname	Rating	Age
22	عبد الرحمن	7	45.0

إعادة التسمية Rename Operation

- يسمح بإعطاء اسم جديد لنتائج عملية مكتوبة بالجبر العلاقتي
- يسمح بإعطاء أكثر من اسم لعلاقة واحدة
- مثال :

$$\rho_X(E)$$

يعيد ناتج العملية E باسم X

- في الحالة العامة، إذا كانت العملية E تعيد علاقة فيها n واصف، فإن العملية

$$\rho_X(A1, A2, ..., An)(E)$$

تعيد الناتج ضمن علاقة اسمها X وأسماء واصفاتها هي $A1, A2, ..., An$

تمرین عام

قاعدة معطيات المصرف

branch (branch-name, branch-city, assets)

customer (customer-name, customer-street, customer-only)

account (account-number, branch-name, balance)

loan (loan-number, branch-name, amount)

depositor (customer-name, account-number)

borrower (customer-name, loan-number)

The *branch* Relation

<i>branch-name</i>	<i>branch-city</i>	<i>assets</i>
Brighton	Brooklyn	7100000
Downtown	Brooklyn	9000000
Mianus	Horseneck	400000
North Town	Rye	3700000
Perryridge	Horseneck	1700000
Pownal	Bennington	300000
Redwood	Palo Alto	2100000
Round Hill	Horseneck	8000000

The *loan* Relation

<i>loan-number</i>	<i>branch-name</i>	<i>amount</i>
L-11	Round Hill	900
L-14	Downtown	1500
L-15	Perryridge	1500
L-16	Perryridge	1300
L-17	Downtown	1000
L-23	Redwood	2000
L-93	Mianus	500

The *borrower* Relation

<i>customer-name</i>	<i>loan-number</i>
Adams	L-16
Curry	L-93
Hayes	L-15
Jackson	L-14
Jones	L-17
Smith	L-11
Smith	L-23
Williams	L-17

١- اختيار مجموعة القروض للفرع "perryridge" نكتب العبارة التالية:

$$\sigma_{amount > 1200} (loan)$$

ملاحظة:

يمكن أن يحوي الشرط المطبق في عملية الاختيار عمليات مقارنة =، <، >، <=، >=، <، >، <>، and, or, not ويمكن أن تطبق هذه المعاملات بين قيم الواصفات المكونة للعلاقة.

٢- اختيار القروض التي منحها الفرع "perryridge" والتي لا تقل عن 1200 نكتب:

$$\sigma_{branch-name = "perryridge" \wedge amount > 1200} (Loan)$$

٣- الحصول على أرقام القروض ومبالغها

$\Pi_{\text{loan-number, amount}}(\text{Loan})$

٤- أسماء الزبائن الذين يعيشون في مدينة "Harrison".

$\Pi_{\text{customer-name}}(\sigma_{\text{customer-city} = \text{"Harrison"}}(\text{Customer}))$

٥- الحصول على أرقام القروض التي مبلغها أكبر من ١٢٠٠

$\Pi_{\text{loan-number}}(\sigma_{\text{amount} > 1200}(\text{loan}))$

٦- الحصول على جميع أسماء الزبائن الذين يتعاملون مع المصرف (الذين لديهم حساب أو اقترضوا قرضاً أو على كلا الفريقين)

$\Pi_{customer-name} (borrower) \cup \Pi_{customer-name} (depositor)$

٧- الحصول على جميع أسماء الزبائن الذين يتعاملون مع المصرف (الذين لديهم حساب و اقترضوا قرضاً)

$\Pi_{customer-name} (borrower) \cap \Pi_{customer-name} (depositor)$

٨- لإيجاد مجموعة الزبائن الذين لديهم حساب مصرفي ولم يقتترضوا من المصرف نكتب:

$$\Pi_{\text{customer-name}}(\text{Depositor}) - \Pi_{\text{customer-name}}(\text{Borrower})$$

٩- الحصول على جميع الزبائن الذين اقتترضوا من المصرف الفرع "perryridge"

$$\Pi_{\text{customer-name}} \left(\sigma_{\text{borrower-loan-number}=\text{loan-number}} \left(\sigma_{\text{branch-name}=\text{"perryridge"}} (\text{Borrower} \times \text{Loan}) \right) \right)$$