

مبادئ قواعد المعطيات

المحاضرة التاسعة

د. سمر الحلبي

الجبر العلاقاتي

Relational Algebra

العلاقات الرياضية:

لتعزيز فهم العلاقات دعنا نراجع مفهوم العلاقات الرياضية، ولنفرض أن لدينا المجموعة $D_1 = \{1, 3\}$ و المجموعة $D_2 = \{a, b, c\}$ ، والجداء الديكارتي (الكارتيزي) للمجموعتين $D_1 \times D_2$ يعطينا مجموعة الأزواج المرتبة بحيث يكون العنصر الأول من المجموعة الأولى والعنصر الثاني من المجموعة الثانية كما يلي:

$$D_1 \times D_2 = \{(1, a), (1, b), (1, c), (3, a), (3, b), (3, c)\}$$

العلاقة بين المجموعتين هي أي مجموعة جزئية من الجداء الديكارتي

العلاقات الرياضية:

مثال:

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

يمكنا وصف العلاقة بتحديد شروط العناصر التي تنتهي 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:

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

نكافئ المجموعة:

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

العلاقات الرياضية:

لدينا ثلاثة مجموعات D_1, D_2, D_3 الجداء الديكارتي بينهم $D_1 \times D_2 \times D_3$ يعطينا
الثلاثي المرتب بحيث يكون العنصر الأول من المجموعة الأولى والعنصر الثاني من المجموعة
الثانية والعنصر الثالث من المجموعة الثالثة مثال:

$$D_1 = \{1, 3\} \quad D_2 = \{2, 4, 6\} \quad D_3 = \{3, 6, 9\}$$

$$D_1 \times D_2 \times D_3 = \{(1, 2, 3), (1, 2, 6), (1, 2, 9), (1, 4, 3), (1, 4, 6), (1, 4, 9), (1, 6, 3), \\ (1, 6, 6), (1, 6, 9), (3, 2, 3), (3, 2, 6), (3, 2, 9), (3, 4, 3), (3, 4, 6), (3, 4, 9), (3, 6, 3), \\ (3, 6, 6), (3, 6, 9)\}$$

العلاقة هي أي مجموعة جزئية من الجداء الديكارتي ، فعلى سبيل المثال، يمكن تعريف العلاقة T
على أنها المجموعة المكونة من التلاتيات المرتبة التي يكون العنصر الثالث فيها هو مجموع
العناصرتين الأولى و الثانية:

$$T = \{(x, y, z) \mid x \in D_1, y \in D_2, z \in D_3, z = x + y\}$$

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

ملاحظة:

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

الجبر العلاقاتي:

- تعتبر لغة الاستعلام SQL لغة غامضة تعطي النتيجة مباشرة بدون توضيح آلية أو ترتيب تنفيذ الاستعلام. في حين أن الجبر العلاقوي يقوم بتوضيح مخطط تنفيذ الاستعلام أي يعتبر وسيلة لفهم ترتيب التنفيذ مما يساعدنا على كتابة الاستعلامات مع توقع نتائجها.
- يستخدم الجبر العلاقاتي مجموعة من العمليات التي تطبق على علاقات (الجداول) وتنتج علاقات جديدة

الجبر العلاقاتي Relational Algebra

العمليات الأساسية :

- الاختيار Select
- الاسقاط 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

R1 تجسيد للعلاقة borrow

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

Book

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

الاختيار و الإسقاط (العرض) selection and projection (العرض)

في الجبر العلائقى هنالك عمليتان أساسيتان الأولى لاختيار الصفوف وتسمى اختيار، 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 تتحققه الحدوديات المختارة .

الاختيار (التحديد)

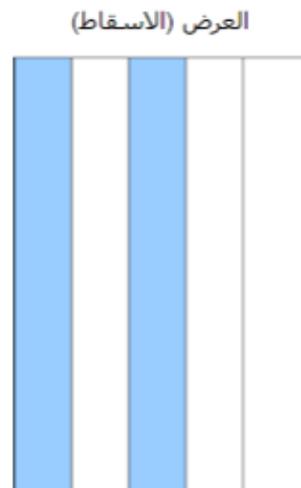


الاختيار و الإسقاط (العرض)

والثانية لعرض الأعمدة وتسمى الإسقاط (العرض) و يرمز لها بالرمز (π) وهي عملية وحيدة المعامل تسمح بانتقاء بعض الواصلفات من العلاقة، نرمز إلى هذه العملية

بالشكل:

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



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: اظهار 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: اظهار أسماء المستخدمين وأعمارهم ذو التقييم العالي

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

Uname	Rating
عبد السلام	9
عبد الصمد	10

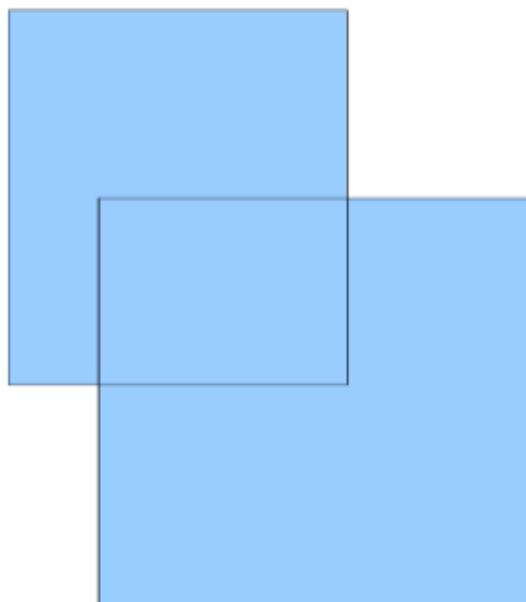
عمليات المجموعات set operations

الاتحاد $R \cup S$:

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

مخطط النتيجة يكون هو نفس مخطط العلاقة الأولى R

الاتحاد



لكي تكون العلاقات قابلتان للاتحاد يجب توفر الشروط التالية:

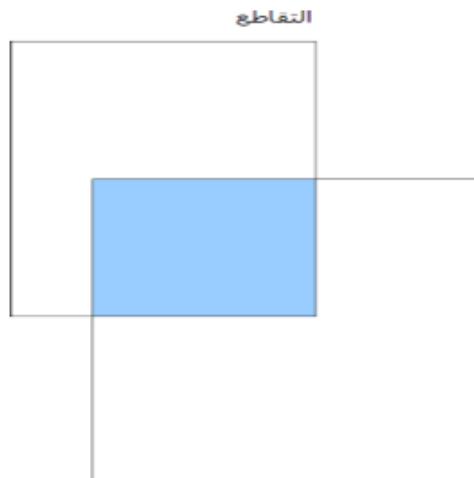
- لهم نفس عدد الحقول
- لكل حقل ما يقابلة من نفس المجال في الجدول الآخر.

أسماء حقول النتيجة تكون هي نفس أسماء حقول العلاقة الأولى.

عمليات المجموعات set operations

التقاطع : $R \cap S$

يعطينا جميع العناصر الموجودة في كلا العلاقاتين في نفس الوقت



ملاحظة:

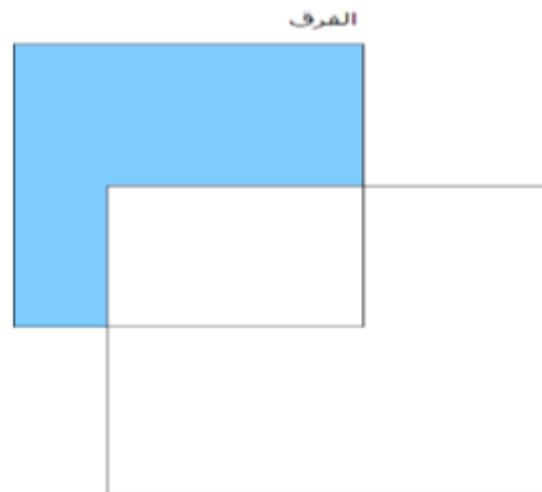
العلاقاتان يجب أن تكونان قابلتان للتقاطع (الشروط أعلاه)

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 العلاقات بحيث يجتمع كل سطر من المجموعة الأولى مع جميع السطور من المجموعة الثانية.

P	Q	$P \times Q$
A	1	A 1
B	2	A 2
	3	A 3
		B 1
		B 2
		B 3

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

$S_1 \cup S_2$ $S_1 \cap S_2$

uid	uname	Rating	Age
31	عبدالستار	8	55.5
58	عبدالصمد	10	35.0

uid	uname	Rating	Age
22	عبد الرحمن	7	45.0
28	عبد السلام	9	25.0
31	عبدالستار	8	55.5
44	عبد المنعم	5	25.0
58	عبدالصمد	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 لناتج عملية مكتوبة بالجبر العلقاتي

- 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

$$\rho_{X(A_1, A_2, \dots, A_n)}(E)$$

تعيد الناتج ضمن علاقتها اسمها X وأسماء وصفاتها هي A_1, A_2, \dots, A_n

تمرين 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

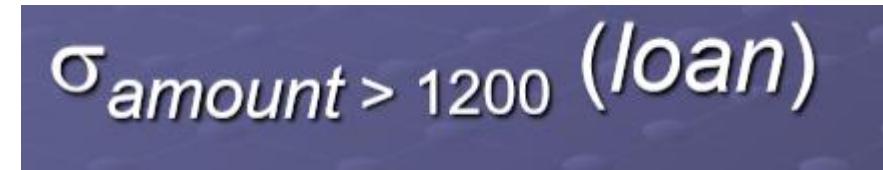
The *loan* Relation

<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 - لاختيار مجموعة القروض لفرع "perryridge" نكتب العبارة التالية:


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

ملاحظة:

يمكن أن يحوي الشرط المطبق في عملية الاختيار عمليات مقارنة =، <، >، <=، >=، :، <>، وعماملات منطقية and, or, not ويمكن أن تطبق هذه العماملات بين قيم الوصفات المكونة للعلاقة.

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

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

٣ - الحصول على أرقام القروض و مبالغها

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

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

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

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 افترضوا 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 افترضوا قرضاً)

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

-٨

لإيجاد مجموعة الزبائن الذين لديهم حساب مصرفي ولم يقترضوا من المصرف نكتب:

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

-٩

الحصول على جميع الزبائن الذين اقترضوا من المصرف الفرع "perryridge"

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