مفاهيم قواعد البيانات

Database Concepts and Design

المستوى : الرابع

رمزالمقرر : ٢٢٣ حسب

المتطلبات السابقة : ١٢١ حسب

طبيعة المقرر : ساعتين نظري +ساعتين عملي

المرجع : أصول نظم قواعد البيانات –الجزء الأول

تأليف : أ.د رامز المصري / أ.د شامكانت نافاث

ترجمة د.م خالد ناصر السيد

استاذة المادة

م/ليندا البدري

المحاضرة العاشرة
الجبر العلائقي والحساب العلائقي

(THE RELATIONAL ALGEBRA AND RELATIONAL CALCULUS)

م/ ليندا البدري

العمليات العلاقية الأحادية : الإختيار و الأسقاط
Unary relational operations: SELECT and PROJECT

أولاً: عملية إختيار المخرجات The SELECT operation :

- تستخدم العملية SELECT لإختيار وإستخرج مجموعة جزئية من صفوف علائقية في علاقةٍ ما عند تحقق شرط الإختيار .
- يمكننا أن نعتبر العملية SELECT بمثابة مرشح يحتفظ فقط بالسجلات التي تحقق شرط الكفأة .
- يمكننا رؤية عملية SELECT كقطع افقي من العلاقة الى مجموعتين : الصفوف العلاقية التي تحقق الشروط يتم استخراجها ، والصفوف العلاقية التي لا تحقق الشروط يتم استبعادها .

- عموماً نرمز لعملية SELECT بالرمز :

$$\sigma_{<\text{selection condition}>}(R)$$

- حيث σ (سيجما) يرمز الى المؤثر SELECT وشرط الإختبار (selection condition) هو تعبير منطقي يحدد على خصائص العلاقة R .
- التعبير المحدد في < selection condition > مكون من عدد من المقاطع هي :

<attribute name><comparison op><constant value>

<اسم خاصية > <مؤثر مقارنة> <قيمة ثابتة>

- أو

<attribute name><comparison op>< attribute name >

< اسم خاصية > <مؤثر مقارنة> <اسم خاصية >

- <comparison op> هو واحد من المؤثرات {<,≤,≥,>,=,≠} . وهذه المؤثرات تطبق على الخصائص ذات المجالات المرتبة مثل الأرقام أو السلاسل الحرفية التي تعتبر مرتبة بناءً على تسلسل الحروف .
- إذا كان مجال خاصية هو مجموعة من القيم الغير مرتبة فإنة يمكن إستعمال مؤثرات المقارنة {=,≠}فقط .
- مثال على مجال غير مرتب : color = {red,blue,green,white,…}
- مثلاً : لإختيار الصفوف علائقية للموظفين التابعين للقسم ٤ أو الذين تزيد رواتبهم عن ٣٠٠٠٠ دولار امريكي ، يمكننا تحديد هذان الشرطان كل على حدة بالعملية SELECT كما يلي :

$$\sigma_{DNO=4}(EMPLOYEE)$$

$$\sigma_{SALARY>30000}(EMPLOYEE)$$

- يمكن ربط المقاطع بالمؤثرات المنطقية (NOT,OR, AND)
- مثلاً : لإختيار الصفوف علائقية لجميع الموظفين العاملين بالقسم ٤ورواتبهم فوق ٢٥٠٠ في العام أو يعملون في القسم ٥ ويتقاضون فوق ٣٠٠٠٠ دولار في العام ، يمكننا تحديد عملية SELECT كما يلي :

$$\sigma_{(DNO=4\ AND\ SALARY>2500)\ OR\ (DNO = 5\ AND\ SALARY >3000)}(EMPLOYEE)$$

النيتجة مبينة في الشكل التالي :

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5

- المؤثر SELECT أحادي ، بمعني أنه يُطبق على علاقة وحيدة وتُطبق علي كل صف علائقي على حدة .
- درجة العلاقة الناتجة من عملية SELECT هي نفس درجة R .
- عدد الصفوف العلائقية الناتجة يكون دائماً أقل من أو يساوي عدد الصفوف العلائقية في R .
- عملية SELECT إبدالية بمعنى :

$$\sigma_{<cond1>}(\sigma_{<cond2>}(R)) = \sigma_{<cond2>}(\sigma_{<cond1>}(R))$$

- يمكن تطبيق تسلسلاً من عمليات SELECT في أي ترتيب . بالإضافة الى أننا نستطيع جمع تسلسل من عمليات SELECT في جملة واحدة باستخدام AND كما يلي :

$$\sigma_{<cond1>}(\sigma_{<cond2>}(..(\sigma_{<condn>}(R))..)) = \sigma_{<cond1>AND <cond2> AND\ldots AND<condn>}(R)$$

ثانياً : عملية الإسقاط The PROGECT operation

- عملية PROJECT تختار أعمدة معينة من الجدول وتستبعد باقي الأعمدة .
- الشكل العام لعملية PROJECT هو :

$$\pi_{<\text{attribute list}>}(R)$$

حيث $\pi(\text{pi})$ هو الرمز المستخدم لتمثيل عملية PROJECT ، و<attribute list> هي قائمة الخصائص المطلوبة من خصائص العلاقة R .

- مثلاً : لإستخراج اسماء الموظف الأول و اسم الموظف الأخير والراتب نستطيع أن ننفذ مايلي :

$$\pi_{Lname,Fname,Salary}(EMPLOYEE)$$

العلاقة الناتجة نجدها في الشكل التالي :

Lname	Fname	Salary
Smith	John	30000
Wong	Franklin	40000
Zelaya	Alicia	25000
Wallace	Jennifer	43000
Narayan	Ramesh	38000
English	Joyce	25000
Jabbar	Ahmad	25000
Borg	James	55000

- درجة العلاقة الناتجة تساوي دائماً عدد الخصائص الموجودة في قائمة الخصائص المطلوبة في < attribute list> .

- إذا إحتوت قائمة الخصائص المطلوبة على خصائص ليست مفتاح من R فإن صفوف علائقية متكررة ربما تتواجد . نتيجة عملية PROJECT هي محموعة من الصفوف الغير مكررة ، وهذا ما يسمى بحذف المتكرر(Duplicate elimination) .
- مثال : انظري الى العملية PROJECT التالية :

$$\pi_{Sex,Salary}(EMPLOYEE)$$

النتيجة مبينة في الشكل التالي : (الصف <F,25000> يظهر مرة واحدة على الرقم من ظهور هذا التجمع مرتين في العلاقة EMPLOYEE)

Sex	Salary
M	30000
M	40000
F	25000
F	43000
M	38000
M	25000
M	55000

- يكون عدد الصفوف العلائقية في علاقة ما ناتجة من عملية PROJECT دائماً أقل من أو يساوي عدد الصفوف العلائقية في R .
- إذا كانت قائمة الخصائص المطلوبة تشمل مفتاح R فإن العلاقة الناتجة يكون بها نفس عدد السجلات مثل R .

- التعبير $\pi_{<list1>}(\pi_{<list2>}(R))=\pi_{<list1>}(R)$ ، يكون صحيحاً طالما كانت< list2 > تحتوي على الخصائص في < list1 > ، وإلا فإن الطرف الإيسر يكون غير صحيح .
- عملية PROJECT ليست إبدالية .

متتاليات العمليات وإعادة التسمية

Sequence of operations and RENAME operation

- إذا كنا نريد أن نطبق عدة عمليات جبر علائقي واحدة بعد الأخرى ، فأما أن نكتب العمليات في تعبير جبر علائقي واحد عن طريق تداخل العمليات، أو نطبق عملية واحدة وانشاء نتيجة ذلك علاقات نتائج وسيطة .

- مثال : لإستخراج الأسم الأول والأسم الأخير والراتب لجميع الموظفين العاملين في القسم رقم ٥ ، يجب تطبيق عملية SELECT و PROJECT . يمكننا تطبيق تعبير علائقي واحد كما يلي :

$$\pi_{Lname,Fname,Salary}(\sigma_{DNO=5}(EMPLOYEE))$$

- الشكل التالي يعرض النتيجة .

Fname	Lname	Salary
John	Smith	30000
Franklin	Wong	40000
Ramesh	Narayan	38000
Joyce	English	25000

- بدلاً من استخدام التعبير السابق نستطيع عرض تعاقب العمليات بإعطاء اسم العلاقة الوسيطة كما يلي :

$$DEP5_EMP5 \leftarrow \sigma_{DNO = 5}(EMPLOYEE)$$

$$RESULT \leftarrow \pi_{Lname,Fname,Salary}(DEP5_EMP5)$$

- لإعادة تسمية الخصائص في علاقة ما نذكر الأسماء الجديدة في أقواس كما في المثال التالي :

$$TEMP \leftarrow \sigma_{DNO = 5}(EMPLOYEE)$$

$$R_{(FIRSTNAME,LASTNAME,SALARY)} \leftarrow \pi_{Lname,Fname,Salary}(TEMP)$$

هاتان العمليتان موضحتان في الشكل التالي :

TEMP

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston,TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston,TX	M	40000	888665555	5
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble,TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5

R

First_name	Last_name	Salary
John	Smith	30000
Franklin	Wong	40000
Ramesh	Narayan	38000
Joyce	English	25000

Using intermediate relations and renaming of attributes.

- إذا لم تطبق أعادة التسمية فإن أسماء الخصائص في العلاقة الناتجة من عملية SELECT هي نفسها في العلاقة الأصلية و بنفس الترتيب .
- يمكننا أيضاً تعريف عملية RENAME التي يمكنها تغيير اسم العلاقة أو أسماء الخصائص أو كلاهما في شكل مشابه لطريقة تعريف SELECT ، PROJECT .
- الشكل العام لعملية RENAME عند تطبيقها على علاقة درجتها n هو واحد من الأشكال التالية :

$$\rho_{S(B1,B2,\ldots,Bn)}(R) \text{ or } \rho_{S}(R) \text{ or } \rho_{(B1,B2,\ldots,Bn)}(R)$$

حيث ρ (rho) لتمثيل المؤثر RENAME و S وهو اسم العلاقة الجديد ، $B1,B2,\ldots,Bn$ الأسماء الجديدة للخصائص .

عمليات الجبر العلائقي من نظرية المجموعات
Relational Algebra Operations from Set Theory

عمليات الإتحاد والتقاطع و الطرح

The UNION,INTERSECTION and MINUS operations

- هي عمليات رياضية قياسية على المجموعات .
- مثال : لاستخراج رقم الضمان الاجتماعي للموظفين في القسم رقم ٥ نستطيع استخدام عملية الإتحاد UNION كما يلي :

$$DEP5_EMP5 \leftarrow \sigma_{DNO = 5}(EMPLOYEE)$$

$$RESULT1 \leftarrow \pi_{SSN}(DEP5_EMP5)$$

$$RESULT2 \leftarrow \pi_{SUPERSSN}(DEP5_EMP5)$$

$$RESULT \leftarrow RESULT1 \cup RESULT2$$

- عملية UNION تنتج الصفوف العلائقية الموجودة إما في RESULT1 أو RESULT2 أو كلاهما معاً .
- لاحظي ان قيمة SSN ٣٣٣٤٤٥٥٥٥ تظهر في النتيجة مرة واحدة فقط .

RESULT1

Ssn
123456789
333445555
666884444
453453453

RESULT2

Ssn
333445555
888665555

RESULT

Ssn
123456789
333445555
666884444
453453453
888665555

- العمليات الثنائية وهي عمليات تُستخدم لدمج عناصر مجموعتين بطرق مختلفة منها : UNION , INTERSECTION, SET DIFFERENCE التي يطلق عليها ايضاً اسم MINUS .
- العلاقتين التي يُطبق عليهما العمليات الثلاث يجب أن تحوي نفس نوع الصفوف العلائقية ، ويسمى هذا الشرط توافق الإتحاد (union compatible) .

- نستطيع تعريف العمليات الثلاث UNION ، و INTERSECTION ، و SET DIEEERNCE على علاقتين متوافقتي الاتحاد كما يلي :

✓ الإتحاد UNION : يرمز لنتيجة هذه العملية ب R U S ، وهي علاقة تحتوي على كل الصفوف الموجودة إما في R أو في S أو في الأثنين معاً (الصفوف المكررة يتم إزالتها).

✓ التقاطع INTERSECTION : يرمز لنتيجة هذه العملية ب R∩S ، وهي علاقة تحتوي على كل الصفوف الموجودة في كل من R و S .

✓ فرق مجوعة SET MINUS : يرمز لنتيجة هذه العملية ب R – S، وهي علاقة تحتوي على كل الصفوف الموجودة في R و ليست في S .

- الاشكال التالية يوضح العمليات الثلاث على العلاقتين متوافقتا الإتحاد INSTRUCTOR ، و STUDENT .

(a) STUDENT

Fn	Ln
Susan	Yao
Ramesh	Shah
Johnny	Kohler
Barbara	Jones
Amy	Ford
Jimmy	Wang
Ernest	Gilbert

INSTRUCTOR

Fname	Lname
John	Smith
Ricardo	Browne
Susan	Yao
Francis	Johnson
Ramesh	Shah

(a) Two union-compatible relations.

(b)

Fn	Ln
Susan	Yao
Ramesh	Shah
Johnny	Kohler
Barbara	Jones
Amy	Ford
Jimmy	Wang
Ernest	Gilbert
John	Smith
Ricardo	Browne
Francis	Johnson

(c)

Fn	Ln
Susan	Yao
Ramesh	Shah

(c) STUDENT ∩ INSTRUCTOR.

(b) STUDENT ∪ INSTRUCTOR.

(d)

Fn	Ln
Johnny	Kohler
Barbara	Jones
Amy	Ford
Jimmy	Wang
Ernest	Gilbert

(d) STUDENT – INSTRUCTOR.

(e)

Fname	Lname
John	Smith
Ricardo	Browne
Francis	Johnson

(e) INSTRUCTOR – STUDENT.

- لاحظي ان كلاً من UNION ، و INTERSECTION عمليات ابدالية بمعني أن :

$$R \cup S = S \cup R \quad \text{and} \quad R \cup S = S \cup R$$

- كما أن كل منها عمليات تجميعية بمعنى أن :

$$R \cup (S \cup T) = (R \cup S) \cup T \quad \text{and}$$
$$R \cap (S \cap T) = (R \cap S) \cap T$$

- مؤثر الطرح MINUS غير ابدالي ، أي يصفة عامة :

$$R - S \neq S - R$$

عملية الضرب الديكارتي أو الضرب المتقاطع
The CARTESIAN PRODUCT (OR CROSS PRODUCT) OPERATION

- يرمز له بعلامة الضرب × .
- هو أيضاً عملية ثنائية ولكن لا يجب أن تكون العلاقتين المضروبتين متوافقتا الاتحاد .
- يكون حاصل ضرب علاقتين $R(A_1,A_2,\ldots,A_n)$ و $S(B_1,B_2,\ldots,B_m)$ هو علاقة Q ذات خصائص $m+n$ أي $Q(A_1,A_2,\ldots,A_n, B_1,B_2,\ldots,B_m)$ بنفس الترتيب .

$$FEMALE_EMPS \leftarrow \sigma_{Sex = 'F'}(EMPLOYEE)$$

FEMALE_EMPS

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-07-19	3321Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5

$$EMPNAMES \leftarrow \pi_{Lname,Fname,Ssn}(FEMALE_EMPS)$$

EMPNAMES

Fname	Lname	Ssn
Alicia	Zelaya	999887777
Jennifer	Wallace	987654321
Joyce	English	453453453

EMP_DEPARTMENTS←EMPNAMES × DEPENENT

EMP_DEPENDENTS

Fname	Lname	Ssn	Essn	Dependent_name	Sex	Bdate	...
Alicia	Zelaya	999887777	333445555	Alice	F	1986-04-05	...
Alicia	Zelaya	999887777	333445555	Theodore	M	1983-10-25	...
Alicia	Zelaya	999887777	333445555	Joy	F	1958-05-03	...
Alicia	Zelaya	999887777	987654321	Abner	M	1942-02-28	...
Alicia	Zelaya	999887777	123456789	Michael	M	1988-01-04	...
Alicia	Zelaya	999887777	123456789	Alice	F	1988-12-30	...
Alicia	Zelaya	999887777	123456789	Elizabeth	F	1967-05-05	...
Jennifer	Wallace	987654321	333445555	Alice	F	1986-04-05	...
Jennifer	Wallace	987654321	333445555	Theodore	M	1983-10-25	...
Jennifer	Wallace	987654321	333445555	Joy	F	1958-05-03	...
Jennifer	Wallace	987654321	987654321	Abner	M	1942-02-28	...
Jennifer	Wallace	987654321	123456789	Michael	M	1988-01-04	...
Jennifer	Wallace	987654321	123456789	Alice	F	1988-12-30	...
Jennifer	Wallace	987654321	123456789	Elizabeth	F	1967-05-05	...
Joyce	English	453453453	333445555	Alice	F	1986-04-05	...
Joyce	English	453453453	333445555	Theodore	M	1983-10-25	...
Joyce	English	453453453	333445555	Joy	F	1958-05-03	...
Joyce	English	453453453	987654321	Abner	M	1942-02-28	...
Joyce	English	453453453	123456789	Michael	M	1988-01-04	...
Joyce	English	453453453	123456789	Alice	F	1988-12-30	...
Joyce	English	453453453	123456789	Elizabeth	F	1967-05-05	...

ACTUAL_DEPENDENTS $\leftarrow \sigma_{Ssn = Essn}$(EMP_DEPARTMENTS)

ACTUAL_DEPENDENTS

Fname	Lname	Ssn	Essn	Dependent_name	Sex	Bdate	...
Jennifer	Wallace	987654321	987654321	Abner	M	1942-02-28	...

RESULT $\leftarrow \pi_{Lname,Fname,Dependent_name}$(ACTUAL_DEPENDENTS)

RESULT

Fname	Lname	Dependent_name
Jennifer	Wallace	Abner

- نتيجة تطبيق عملية الضرب الديكارتي على EMPNAMES مع العلاقة DEPENDENT هي العلاقة EMP_DEPENDENTS ونلاحظ فيها أن كل صف من EMPNAMES يُضم الى كل صف من DEPENDENT معطياً نتيجة لامعنى لها .
- نريد فقط جمع صف الموظفة مع من تعولهم أي صفوف DEPENDENT التي قيم Essn بها تتطابق مع Ssn في EMPNAME .

العلاقة التي تنجز ذلك هي العلاقة ACTUAL_DEPENDENT .

- بسبب استخدام تتابع CARTESIAN PRODUCT المتبوع ب SELECT لتحديد واستخراج الصفوف ذات الصلة من علاقتين ، أُوجدت عملية خاصة وهي JOIN (الربط) لتحديد ذلك التتابع كعملية واحدة .

العمليات العلائقية الثنائية : الربط
Binary Relational Operations : JOIN

عملية الربط The JOIN operation :

- يرمز لعملية JOIN بالرمز ⋈ و نستخدمها لضم الصفوف العلائقية المتعلقة ببعضها من علاقتين الى صفوف علائقية واحدة .

- مثال : لاستخراج اسم مدير كل قسم نحتاج لضم صف كل قسم مع صف الموظف الذي قيمة Ssn فيه تساوي قيمة Mgrssn في صف القسم . نفعل ذلك باستخدام JOIN ثم إسقاط PROJECT للخصائص الضرورية فقط .كما يلي :

$$DEPT_MGR \leftarrow DEPARTMENT \bowtie_{MGRSSN=Ssn} EMPLOYEE$$

$$RESULT \leftarrow \pi_{Dname,Lname,Fname}(DEPT_MGR)$$

DEPT_MGR

Dname	Dnumber	Mgr_ssn	...	Fname	Minit	Lname	Ssn	...
Research	5	333445555	...	Franklin	T	Wong	333445555	...
Administration	4	987654321	...	Jennifer	S	Wallace	987654321	...
Headquarters	1	888665555	...	James	E	Borg	888665555	...

Result of the JOIN operation $DEPT_MGR \leftarrow DEPARTMENT \bowtie_{Mgr_ssn=Ssn} EMPLOYEE$.

- تأملي المثال الذي أعطيناه على الضرب الديكارتي والذي تتضمن متتالية العمليات الآتية :

EMP_DEPARTMENTS←EMPNAMES × DEPENENT

ACTUAL_DEPENENT←$б_{Ssn = Essn}$(EMP_DEPARTMENTS)

- يُمكن إحلال عملية JOIN الوحيدة التالية محل هاتين العمليتين :

ACTUAL_DEPENDENTS←EMPNAMES $⋈_{Ssn=Essn}$DEPENDENT

- الشكل العام لعملية JOIN بين علاقتين $R(A_1, A_2, ..., A_n)$ ، و $S(B_1, B_2, ..., B_n)$ هو : $R ⋈_{<ion condition>} S$.
- نتيجة JOIN هو علاقة Q ذات m+n من الخصائص $Q(A_1, A_2, ..., A_n, B_1, B_2, ..., B_m)$ بنفس الترتيب .
- إن العلاقة Q بها صف علائقي لكل ربط للصفوف واحد من R وواحد من S "طالما تحقق شرط الربط" . (وهذا هو الفرق بين الربط والضرب الديكارتي)

THE END