

Chapitre III : L'ALGEBRE RELATIONNELLE

Introduction

Les opérateurs

- La projection

- La sélection

- Union, différence, intersection de deux relations ayant le même schéma

- Le Renommer

- Le produit cartésien

- La thêta jointure

- La jointure naturelle de deux relations ayant au moins un attribut en commun

- La division

Exercices

1- Introduction

L'algèbre relationnelle (AR) a été inventée par T.Codd comme étant un ensemble d'opérateurs, qui à partir d'une ou plusieurs relations existantes, créent en résultat une nouvelle relation temporaire (c.-à-d. a une durée de vie limitée généralement, la relation est détruite à la fin du programme utilisateur). La relation résultat a exactement les mêmes caractéristiques qu'une relation de la BD, et peut donc être manipulée de nouveau par les opérateurs de l'AR.

L'AR comprend :

- Cinq (05) opérateurs de base : Projection, sélection, union, différence et produit cartésien.
- Un opérateur syntaxique qui ne fait que modifier le schéma de la relation et pas les tuples.

A partir de ces opérateurs d'autres opérateurs ont été déduits comme, l'intersection, la jointure et la division.

2- Les opérateurs

2-1 La projection π

Cet opérateur construit une relation résultat où n'apparaissent que les attributs X de la relation, elle est notée : $\pi_X(R)$. Les doublons éventuels seront supprimés.

Exemple

Soit R (A, B, C) une relation.

$R' = \pi_{A,B}(R)$.

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

R'	A	B
	1	2
	5	6

2-2 La sélection σ

Cet opérateur construit une relation résultat où n'apparaissent que certains tuples de la relation initiale. Les tuples retenus sont ceux qui satisfont une condition explicite appelée *prédicat de sélection*.

Les différentes conditions que l'on va rencontrer sont : $<$, $>$, \leq , \geq , $=$, \neq , ..., reliées les unes aux autres par les opérateurs logiques : et, ou, ...

Exemple1

Soit R (A, B, C) une relation.

$R' = \sigma_{A=C}(R)$.

R'	A	B	C
	8	1	8

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

Exemple2

Soit personne (NP, Nom, Age) une relation.

Donner la liste des personnes âgées de plus de 40 ans.

Resultat= $\sigma_{Age > 40}(\text{Personne})$.

2.3 L'Union, Différence, Intersection de deux relations ayant le même schéma

Soit R et S deux relations ayant le même schéma (A1, A2,...An).

- Union (**R ∪ S**) : crée une relation temporaire de même schéma et de population égale à l'ensemble des tuples de R et ceux de S.
- Différence (**R − S**) : crée une relation temporaire de même schéma et de population égale à l'ensemble des tuples qui se trouvent dans R mais pas dans S.
- Intersection (**R ∩ S**) : crée une relation temporaire de même schéma et de population égale à l'ensemble des tuples qui sont communs à R et à S.

Exemple1

Soit R (A, B, C) et S(A, B, C) deux relations.

R ∩ S	A	B	C
	1	2	a
	5	6	b

R ∪ S	A	B	C
	1	2	g
	1	2	a
	5	6	b
	8	1	c
	11	22	b
	8	1	d

R	A	B	C
	1	2	g
	1	2	a
	5	6	b
	8	1	c

S	A	B	C
	11	22	b
	1	2	a
	5	6	b
	8	1	d

R-S	A	B	C
	1	2	g
	8	1	c

Exemple2

Soit la BD relationnelle, dont le schéma est :

Fournisseur (NF, NomF, Adr)

Produit (NP, NomP, Couleur)

ALivré (NF, NP, Date, Qtité)

Question : Ecrire les requêtes suivantes en AR.

- 1) Les noms des fournisseurs qui habitent « Aokas »
- 2) Les produits rouges.
- 3) Les noms des produits rouges.
- 4) Les noms des produits rouges et des produits verts.
- 5) Les noms des produits NON rouges.

Réponse :

- 1) Les noms des fournisseurs qui habitent « Aokas » :

$$\pi_{\text{NomF}} [\sigma_{\text{AdrF}='Aokas'} (\text{Fournisseur})]$$

2) Les produits rouges

$$\sigma_{\text{Couleur}='Rouge'} (\text{Produit})$$

3) Les noms des produits rouges

$$\pi_{\text{NomP}} [\sigma_{\text{Couleur}='Rouge'} (\text{Produit})]$$

4) Les noms des produits rouges et des produits verts.

$$\pi_{\text{NomP}} [\sigma_{\text{Couleur}='Rouge'} (\text{Produit})] \cup \pi_{\text{NomP}} [\sigma_{\text{Couleur}='Vert'} (\text{Produit})]$$

5) Les noms des produits NON rouges.

$$\pi_{\text{NomP}} (\text{Produit}) - \pi_{\text{NomP}} [\sigma_{\text{Couleur}='Rouge'} (\text{Produit})]$$

2-3 Le Renommer α

Cet opérateur permet de changer le nom de un ou plusieurs attribut(s) d'une relation.

$$\alpha_{[\text{NomAttr1} : \text{NouvNomAttr1} ; \text{NomAttr2} : \text{NouvNomAttr2} ; \dots]} (R)$$

Exemple

Soit R (A, B, C) une relation.

$$R' = \alpha_{[A : D ; C : E]} (R)$$

R	A	B	C
	1	2	g
	1	2	a
	5	6	b
	8	1	c

R'	D	B	E
	1	2	g
	1	2	a
	5	6	b
	8	1	c

2-4 Le Produit cartésien \times

Le produit cartésien de deux relations R et S de schéma quelconque, noté **RXS**, est une relation ayant pour schéma l'union des deux schéma de R et de S, et dont les tuples sont toutes les concaténations possibles d'un tuple de R à un tuple de S.

Exemple

Soit R (A, B, C) et S (C, D, E) deux relations.

R	A	B	C
	1	2	g
	5	2	a

S	C	D	E
	3	8	a
	5	5	a
	7	1	b

$R' = R \times S$

R'	A	B	R.C	S.C	D	E
	1	2	g	3	8	a
	1	2	g	5	5	a
	1	2	g	7	1	b
	5	2	a	3	8	a
	5	2	a	5	5	a
	5	2	a	7	1	b

2-5 La thêta jointure

La thêta jointure entre deux relations R et S selon un prédicat θ , notée $R \bowtie_{\theta} S$ est une relation ayant pour schéma l'union des deux schéma de R et de S, et dont les tuples sont ceux de $R \times S$ qui satisfont θ .

Exemple

Soit R (A, B, C) et S (C, D, E) deux relations.
 $R' = R \times S$

R	A	B	C
	1	2	g
	5	2	a

S	C	D	E
	c	8	a
	a	5	g
	d	1	b

RXS	A	B	R.C	S.C	D	E
	1	2	g	c	8	a
	1	2	g	a	5	g
	1	2	g	d	1	b
	5	2	a	c	8	a
	5	2	a	a	5	g
	5	2	a	d	1	b

$R' = R \bowtie_{\theta} S ; \theta = (A \leq B) \text{ et } (R.C = E)$

R'	A	B	R.C	R.C	D	E
	1	2	g	a	5	g

2-6 La jointure naturelle \bowtie de deux relations ayant au moins un attribut en commun

Etant donnée deux relations R(X, Y) et S(Y, Z). X, Y et Z sont soit des attributs soit des ensembles d'attributs. La jointure entre R et S, notée $R \bowtie S$, est la relation T(X, Y, Z) dont les tuples sont la concaténation « composition » d'un tuple de R et d'un tuple de S ayant la même valeur pour Y.

Exemple1

R	A	B	C
	1	2	g
	5	2	a

S	C	D	E
	c	8	a
	a	5	g
	d	1	b

Soit R (A, B, C) et S (C, D, E) deux relations.

--	--	--

$R' = R \bowtie S$

R'	A	B	C	D	E
	5	2	A	5	g

RXS	A	B	R.C	S.C	D	E
	1	2	g	c	8	a
	1	2	g	a	5	g
	1	2	g	d	1	b
	5	2	a	c	8	a
	5	2	a	a	5	g
	5	2	a	d	1	b

Remarque: si X est un ensemble communs entre R et S, alors on a :

$R \bowtie S = R \bowtie_{\theta} S$ tel que: $\theta = R.X = S.X$

d'attributs

Exemple2

Soit la BD relationnelle suivante :

Client (NClient, NomC, PrenomC, Adr)

Produit (NProduit, LibelleProduit, Poids, Couleur)

Commande (NClient, NProduit, Date, Quantite)

Ecrire en AR les requetes suivantes :

- 1) Quels sont les noms des clients ayant commandé le produit N°102 ?
- 2) Quels sont les N° des clients ayant commandé le produit de libellé « Lessive Machine» ?
- 3) Quand est ce que le client DALI Amokrane a commandé de la lessive machine ?

Réponse :

- 1) Quels sont les noms des clients ayant commandé le produit N°102 ?

$\pi_{\text{NomClient}}[\text{Client} \bowtie_{\text{NClient}} (\sigma_{\text{NProduit}=102}(\text{Commande}))]$

- 2) Quels sont les N° des clients ayant commandé le produit de libellé « Lessive Machine» ?

$\pi_{\text{NClient}}[\text{Commande} \bowtie_{\text{NProduit}} (\sigma_{\text{LibelleProduit}='Lessive Machine'}(\text{Produit}))]$

- 3) Quand est ce que le client DALI Amokrane a commandé de la lessive machine ?

$\pi_{\text{Date}}[\sigma_{(\text{NomClient}='DALI') \text{ ET } (\text{PrenomClient}='Amokrane')}(\text{Client}) \bowtie_{\text{NClient}} (\text{Commande} \bowtie_{\text{NProduit}} (\sigma_{\text{LibelleProduit}='Lessive Machine'}(\text{Produit})))]$

2-7 La Division

Soit deux relations $R(A_1, A_2, \dots, A_p, A_{p+1}, \dots, A_n)$ et $S(A_1, A_2, \dots, A_p)$. La division de R sur S , notée R/S est la relation $T(A_{p+1}, \dots, A_n)$ dont les tuples sont ceux concaténés à chacun des tuples de S , donne toujours un tuple de R .

Exemple 1

Soit $R(A, B, C)$ et $S(B, C)$ deux relations.

R	A	B	C
	1	1	1
	1	2	0
	1	2	1
	1	3	0
	2	1	1
	2	3	3
	3	1	1
	3	2	0
	3	2	1

S	B	C
	1	1
	2	0

R/s	A
	1
	3

S	B	C
	3	3
	2	0

R/s	A
-----	---

Exemple 2

Reconsidérons l'exemple précédent,

Client (NClient, NomC, PrenomC, Adr)

Produit (NProduit, LibelleProduit, Poids, Couleur)

Commande (NClient, NProduit, Date, Quantite)

Ecrire en AR les requetes suivantes :

- 1) Quels sont les noms des produits ayant été commandé par tous les clients ?
- 2) Quels sont les noms des clients ayant commandé tous les produits ?

Réponse

- 1) Quels sont les noms des produits ayant été commandé par tous les clients ?

$\pi_{\text{LibelleProduit}} [\pi_{\text{NProduit}} (\text{Commande} / \pi_{\text{NClient}}(\text{Client})) \bowtie_{\text{NProduit}} \text{Produit}]$

- 2) Quels sont les noms des clients ayant commandé tous les produits ?

$\pi_{\text{NomClient}} [\pi_{\text{NClient}} (\text{Commande} / \pi_{\text{NProduit}}(\text{Produit})) \bowtie_{\text{NClient}} \text{Client}]$

EXERCICE

Question : A partir du modèle relationnel suivant, écrire en AR les requêtes ci-dessous.

CANDIDAT (N Candidat, NomCandidat, PrenomCandidat, date-naissance)

EPREUVE (NEpreuve, libelleEpreuve , dateRedaction, dateEpreuve, coefficient, CodeExamen#)

EXAMEN (CodeExamen, libelleExamen)

ENSEIGNANT (NEnseignant, nomEnseignant, prenomEnseignant)

PASSER (NCandidat#, NEpreuve#, note)

REDIGER (NEnseignant#, NEpreuve#)

INSCRIRE (CodeExamen#, NCandidat#, appréciation)

- 1) Liste des noms et prénoms de tous les candidats.
- 2) Quels sont les prénoms des candidats de noms MARTIN ?
- 3) Quelles sont les notes du candidat N° 102 à l'examen CAP_TF18 ?
- 4) Quels sont les candidats (numéro, nom, prénom) dont la note est 10 en français ?
- 5) Quels sont les examens (libellé examen, libellé épreuve) dont au moins une épreuve a été rédigé par le professeur Jeanne HYMME ?
- 6) Quels sont les candidats (numéro, nom, prénom) ayant passé le CAP Tourneur sur bois, ou le BEP Tourneur sur bois ? (utiliser l'UNION)
- 7) Quels sont les candidats (numéro, nom, prénom) ayant passé le CAP Tourneur sur bois, et le BEP Tourneur sur bois ? (utiliser l'INTERSECTION)
- 8) Quels sont les candidats (numéro, nom, prénom) ayant passé le CAP Tourneur sur bois, et pas le BEP Tourneur sur bois ?
- 9) Quel est le nombre d'épreuves passées par le candidat N° 102 au CAP Tourneur sur bois