

Tema 2: El model relacional i l'àlgebra relacional

Bases de Dades

Marta Tarrés-Puertas

Enginyeria de Sistemes TIC
Universitat Politècnica de Catalunya
<http://itic.cat>

23 de febrer de 2015

- 1 El model relacional
 - Estructura de les dades
 - Manipulació de les dades
 - Integritat

- 2 L'àlgebra relacional

Origen E.F. Codd anys 1969-1970. Comercialització: 1980

- 1 Estructura: Representar la informació que ens interessa del món real
- 2 Manipulació: operacions d'actualització i consulta de les dades
- 3 Integritat: establiment de condicions que les dades han de complir (regles d'integritat)

Amb l'ús del model relacional...

- Alt grau d'independència de les dades. Estructura simple i uniforme.
- Tots els valors de les dades es consideren atòmics

Estructura de les dades: La Relació

PRODUCTES(codiProducte,nomProducte,tipus,descripcio,preuVenta)

codiProducte	nomProducte	tipus	descripcio	preuVenta
125	Processador	2 GHz	32 bits	NULL
140	Processador	3 GHz	64 bits	560.00
223	RAM	256MB	400 MHz	135.00
301	Disc Dur	80 GB	7200 rpm	760.00
304	Disc Dur	40 GB	4200 rpm	NULL
450	Monitor	1024x876	75 Hz	480.00

Una relació es compon de:

- Esquema (intensió de la relació) = nom + atributs
- Extensió de la relació d'esquema
 - tuples
- Grau de la relació
- Cardinalitat de la relació
- Domini predefinit: enters, reals,...
- Domini definit per l'usuari: valors entre 20 i 65

PERSONAL(dni,nss,nom,cognom,telefonCasa,telefonMobil)

dni	nss	nom	cognom	telefonCasa	telefonMobil
55555555	112211	Laura	Bosch	NULL	625555555
11111111	221122	Jordi	Bach	973444444	637777777
22222222	334422	Anna	Lopez	972555555	NULL

- **superclaus:**
< dni, nss, nom, cognom, telefonCasa, telefonMobil >, < dni, cognom >, < dni >, < nss >
- **claus candidates:** < dni >, < nss >
- **clau primària:** < dni > i **clau alternativa** < nss >

ALUMNES(dni,nss,nom,cognom,telefonCasa,telefonMobil)

COMANDES(codiProveidor,codiProducte,preu,data)

codiProveidor	codiProducte	preu	data
11111111A	125	200	11/09/2013
33333333C	223	150	11/09/2013
22222222B	301	425	10/08/2013
33333333C	301	528	10/04/2013
11111111A	125	300	12/09/2013

COMANDES(codiProveidor,codiProducte,data,preu)

COMANDES(codiProveidor,codiProducte,data,preu)

codiProveidor	codiProducte	preu	data
11111111A	125	200	11/09/2013
33333333C	223	150	11/09/2013
22222222B	301	425	10/08/2013
33333333C	301	528	10/04/2013
11111111A	125	300	12/09/2013

PROVEIDORS(codiProveidor,nomEmpresa)

codiProveidor	nomEmpresa
11111111A	Informatiks
22222222B	Pbeep
33333333C	TecnickDesign

PRODUCTES(codiProducte,nomProducte,tipus,descripcio,preuVenta)

codiProducte	nomProducte	tipus	descripcio	preuVenta
125	Processador	2 GHz	32 bits	NULL
140	Processador	3 GHz	64 bits	560.00
223	RAM	256MB	400 MHz	135.00
301	Disc Dur	80 GB	7200 rpm	760.00
304	Disc Dur	40 GB	4200 rpm	NULL
450	Monitor	1024x876	75 Hz	480.00

Els valors d'una clau forana han de ser presents a la clau primària corresponent, o bé han de ser valors nuls.

UBICACIO(planta,despatx,taules)

planta	despatx	taules
3	MN224	2
2	MN239	6
1	MN239	5

PERSONAL(dni,nss,nom,cognom,telefonCasa,telefonMobil,resp,p,n)

dni	nss	nom	cognom	telefonCasa	telefonMobil	resp	p	n
55555555	112211	Laura	Bosch	NULL	625555555	NULL	3	MN224
11111111	221122	Jordi	Bach	973444444	637777777	55555555	2	MN239
22222222	334422	Anna	Lopez	972555555	686899999	55555555	1	MN239

Operacions d'actualització

- Inserció
- Esborrat
- Modificació

Operacions de consulta

- Llenguatges basats en l'àlgebra relacional
- Llenguatges basats en el càlcul relacional
- Llenguatge SQL: llenguatge declaratiu. Llenguatge basat en l'àlgebra relacional + càlcul relacional

- Integritat d'unicitat de la clau primària
- Integritat d'entitat de la clau primària
- Integritat referencial
 - Restricció
 - Actualització en cascada
 - Anul·lació
 - Integritat de domini

Regla d'integritat d'unicitat de la clau primària

Les claus primàries no poden contenir valors repetits.
UBICACIO(planta,despatx,taules)

planta	despatx	taules
3	MN224	2
2	MN239	6
2	MN239	5

- Si el conjunt d'atributs *CP* és la clau primària d'una relació *R*, aleshores l'extensió de *R* no pot tenir en cap moment dues tuples amb la mateixa combinació de valors per als atributs de *CP*.
- Un DBMS haurà de garantir aquesta regla per a totes les insercions i també per a totes les modificacions que afectin a atributs que pertanyen a la clau primària de la relació.

Les claus primàries no poden contenir valors nuls.
UBICACIO(planta,despatx,taules)

planta	despatx	taules
3	MN224	2
2	NULL	6
2	MN239	5

- Si el conjunt d'atributs *CP* és la clau primària d'una relació *R*, l'extensió de *R* no pot tenir en cap moment cap tupla que tingui un valor nul per a algun dels atributs de *CP*.
- Un DBMS relacional haurà de garantir l'acompliment d'aquesta regla en totes les insercions i en totes les modificacions que afectin atributs que pertanyen a la clau primària de la relació.

Regla d'integritat referencial de la clau primària

Els valors de les claus foranes han d'existir a la clau primària referenciada o bé han de ser valors nuls.

UBICACIO(planta,despatx,taules)

planta	despatx	taules
3	MN224	2
2	MN239	6
1	MN239	5

PERSONAL(dni,nss,nom,cognom,telefonCasa,telefonMobil,resp,p,n)

dni	nss	nom	cognom	telefonCasa	telefonMobil	resp	p	n
55555555	112211	Laura	Bosch	NULL	625555555	NULL	3	MN224
11111111	221122	Jordi	Bach	973444444	637777777	55555555	2	MN239
22222222	334422	Anna	Lopez	972555555	686899999	55555555	1	MN239

- Si el conjunt d'atributs CF és una clau forana d'una relació R que referencia una relació S (no necessàriament diferent de R) que té per clau primària CP , aleshores, per a tota tupla t de l'extensió de R , els valors per al conjunt d'atributs CF de t són o bé valors nuls, o bé valors que coincideixen amb els valors per a CP d'alguna tupla s de S .

Regla d'integritat referencial

UBICACIO(planta,despatx,taules)

planta	despatx	taules
3	MN224	2
2	MN239	6
1	MN239	5

PERSONAL(dni,nss,nom,cognom,telefonCasa,telefonMobil,resp,p,n)

dni	nss	nom	cognom	telefonCasa	telefonMobil	resp	p	n
55555555	112211	Laura	Bosch	NULL	625555555	NULL	3	MN224
11111111	221122	Jordi	Bach	973444444	637777777	55555555	2	MN239
22222222	334422	Anna	Lopez	972555555	686899999	55555555	1	MN239

- Inserció a PERSONAL de < 33333333, 552233, *Jordi, Serra*, NULL, NULL, 88888888, 3, MN224 >
- Inserció a PERSONAL de < 33333333, 552233, *Jordi, Serra*, NULL, NULL, 55555555, 8, MN224 >
- Esborrat de < 3, MN224 > de UBICACIO
- Modificació a PERSONAL de < 33333333, 552233, *Jordi, Serra*, NULL, NULL, 55555555, 3, MN2299 >

Què cal fer si...

- 1 Esborrat d'una tupla que té una clau primària referenciada
- 2 Modificació dels valors d'atributs de la clau primària d'una tupla que té una clau primària referenciada

Alternatives:

- Restricció
- Actualització en cascada
- Anul·lació

Selecció de la política de manteniment de la integritat referencial

Restricció

Restricció = No acceptar l'operació d'actualització
UBICACIO(planta,despatx,taules)

planta	despatx	taules
3	MN224	2
2	MN239	6
1	MN239	5

PERSONAL(dni,nss,nom,cognom,telefonCasa,telefonMobil,resp,p,n)

dni	nss	nom	cognom	telefonCasa	telefonMobil	resp	p	n
55555555	112211	Laura	Bosch	NULL	625555555	NULL	3	MN224
11111111	221122	Jordi	Bach	973444444	637777777	55555555	2	MN239
22222222	334422	Anna	Lopez	972555555	686899999	55555555	1	MN239

- No permetre esborrar una tupla si té una clau primària referenciada per alguna clau forana.
- No permetre modificar cap atribut de la clau primària d'una tupla si té una clau primària referenciada per alguna clau forana.

Exemple: no esborrar ni modificar la ubicació < 3, MN224 > perquè hi ha personal que la referencia.

Actualització en cascada

Actualització en cascada = Permetre l'operació d'actualització de la tupla i efectuar operacions compensatòries que propaguin en cascada l'actualització a les tuples que la referenciaven, per a mantenir la integritat referencial.

UBICACIO(planta,despatx,taules)

planta	despatx	taules
3	MN224	2
2	MN239	6
1	MN239	5

PERSONAL(dni,nss,nom,cognom,telefonCasa,telefonMobil,resp,p,n)

dni	nss	nom	cognom	telefonCasa	telefonMobil	resp	p	n
55555555	112211	Laura	Bosch	NULL	625555555	NULL	3	MN224
11111111	221122	Jordi	Bach	973444444	637777777	55555555	2	MN239
22222222	334422	Anna	Lopez	972555555	686899999	55555555	1	MN239

- Permetre l'esborrat d'una tupla t que té una clau primària referenciada i esborrar també totes les tuples que referencien t .
- Permetre la modificació d'atributs de la clau primària d'una tupla t que té una clau primària referenciada i modificar de la mateixa manera totes les tuples que referencien t .

Esborrat de ubicacio $\langle 3, MN224 \rangle$ i deixar-ho a null en les tuples que el referenciaven. Modificació de ubicacio $\langle 3, MN224 \rangle$ per $\langle 3, MN224 \rangle$ i modificació en les tuples que el referenciaven

Anul·lació = Permetre l'operació d'actualització de la tupla i efectuar operacions compensatòries que posen valors nuls als atributs de la clau forana de les tuples que la referencien, amb l'objectiu de mantenir la integritat referencial.

- Permetre l'esborrat d'una tupla t que té una clau referenciada i , a més, modificar totes les tuples que referencien t , de manera que els atributs de la clau forana corresponent prenguin valors nuls.
- Permetre la modificació d'atributs de la clau primària d'una tupla t que té una clau referenciada i , a més, modificar totes les tuples que referencien t , de manera que els atributs de la clau forana corresponent prenguin valors nuls.

Exemple: Aplicar la restricció en cas d'esborrat i l'actualització en cascada en cas de modificació.

Els valors no nuls d'un atribut han de pertànyer al domini de l'atribut i els operadors que és possible aplicar sobre els valors depenen dels dominis d'aquests valors.

Un valor no nul d'un atribut A ha de pertànyer al domini de l'atribut A

Exemples:

- Si hem declarat que $\text{domini}(\text{DNI}) = \text{enters no negatius}$, aleshores no hi podem inserir paraules ni nombres negatius

Exemple bàsic model relacional en SQL I

```
create table products (  
description varchar(20),  
type varchar(20),  
specification varchar(20),  
suggestedPrice float(6,2),  
key int(3) not null auto_increment,primary key (key)  
);
```

```
insert into products (description,type,specification,suggestedPrice) values  
('Computer Unit','2 GHz','32 bits',null),  
('Computer Unit','2.4 GHz','32 bits',35),  
('Computer Unit','1.7 GHz','64 bits',205),  
('Computer Unit','3 GHz','64 bits',560),  
('RAM','128MB','333 MHz',10)  
;
```

description	type	specification	suggestedPrice	key
Computer Unit	2 GHz	32 bits	NULL	1
Computer Unit	2.4 GHz	32 bits	35.00	2
Computer Unit	1.7 GHz	64 bits	205.00	3
Computer Unit	3 GHz	64 bits	560.00	4
RAM	128MB	333 MHz	10.00	5

Exemple bàsic model relacional en SQL II

```
create table suppliers (  
nif varchar(9) not null,  
companyName varchar(20),  
primary key (nif)  
);
```

```
insert into suppliers (nif, companyName) values  
( '11111111A', 'Informatiks'),  
( '22222222B', 'Pbeep'),  
( '33333333C', 'TecnickDesign')  
;
```

nif	companyName
11111111A	Informatiks
22222222B	Pbeep
33333333C	TecnickDesign

Exemple bàsic model relacional en SQL III

```
create table cost (  
nif varchar(9) not null,  
key int(3) zerofill not null,  
price float(6,2),  
foreign key (nif) references suppliers,  
foreign key (key) references products,  
primary key (nif,key)  
);
```

```
insert into cost (nif, key, price) values  
( '11111111A',001,30.82),  
( '22222222B',001,31.04),  
( '11111111A',002,560.4),  
( '22222222B',004,89.5),  
( '33333333C',003,202.25),  
( '33333333C',005,111.11),  
( '22222222B',005,100)  
;
```

nif	key	price
11111111A	001	30.82
22222222B	001	31.04
11111111A	002	560.40
22222222B	004	89.50
33333333C	003	202.25
33333333C	005	111.11
22222222B	005	100.00

Especificació de consultes a una base de dades relacional

Proporciona un conjunt d'operacions per a manipular les relacions

- Operacions conjuntistes: unió, intersecció, diferència i producte cartesià
- Operacions específicament relacionals: selecció, projecció i combinació

Tancament relacional

- El resultat d'una operació pot fer d'operand d'una altra operació
- El resultat d'una operació complirà les característiques necessàries d'una relació: no-ordenació de les tuples, absència de tuples repetides, etc.

Tancament relacional

Classificació en:

- Operacions primitives
- Operacions no primitives

Classificació en:

- Operacions binàries
- Operacions unàries

Classificació en:

- Operacions conjuntistes: unió, intersecció, diferència, producte cartesià
- Operacions específicament relacionals: selecció, projecció, combinació

A partir de dues relacions, obté una nova relació formada per les tuples que són en alguna de les relacions de partida.

- És una operació binària. La unió de dues relacions T i S s'indica $T \cup S$.
- Només té sentit si s'aplica a relacions que tinguin tuples similars. Per a poder fer la intersecció de dues relacions cal que les relacions siguin compatibles.
- Els atributs de l'esquema de la relació resultant de $T \cup S$ coincideixen amb els atributs de l'esquema de la relació de T .
- Exemple: Obtenir els usuaris de les aules d'informàtica $R = \text{TREBALLADORS} \cup \text{BECARIS}$.

A partir de dues relacions, obté una nova relació formada per les tuples que pertanyen a totes dues relacions de partida.

- És una operació binària. La intersecció de dues relacions T i S s'indica $T \cap S$.
- Només té sentit si s'aplica a relacions que tinguin tuples similars. Per a poder fer la intersecció de dues relacions cal que les relacions siguin compatibles.
- Els atributs de l'esquema de la relació resultant de $T \cap S$ coincideixen amb els atributs de l'esquema de la relació de T .
- Exemple: Obtenir els professors que són directors de departament a la vegada.
 $R = TREBALLADORS \cap DIRECTORS$

A partir de dues relacions, obté una nova relació formada per totes les tuples que són a la primera relació, i en canvi, no són a la segona.

- És una operació binària. La diferència entre dues relacions T i S s'indica com a $T - S$.
- Només té sentit si s'aplica a relacions que tinguin tuples similars. Per a poder fer la diferència de dues relacions cal que les relacions siguin compatibles.
- Exemple: Obtenir els professors que no ho són directors de departament a la vegada.
 $R = \text{TREBALLADORS} - \text{DIRECTORS}$

A partir de dues relacions, obté una nova relació formada per totes les tuples que resulten de concatenar tuples de la primera relació amb tuples de la segona relació.

- Essent T i S dues relacions que compleixen que els seus esquemes no tenen cap nom d'atribut comú, el producte cartesià de R i S s'indica com a $T \times S$.
- És una operació que rarament s'usa de manera explícita perquè el resultat que dóna no sol ser útil per a resoldre les consultes habituals. És la base d'operacions de l'àlgebra relacional.
- Els atributs de l'esquema de la relació resultant de $T \times S$ són tots els atributs de T i tots els atributs de S .

Producte cartesià

T(a,b)

a	b
t1	v1
t2	v2

S(c,d,e)

c	d	e
t1	v1	c1
t2	v2	c2

R(a,b,c,d,e)

a	b	c	d	e
t1	v1	t1	v1	c1
t1	v1	t2	v2	c2
t2	v2	t1	v1	c1
t2	v2	t2	v2	c2

Escollir algunes tuples d'una relació i eliminar-ne la resta. A partir d'una relació, obté una nova relació.

- És una operació que, a partir d'una relació, obté una nova relació formada per totes les tuples de la relació de partida que compleixen una condició (pot ser composta) de selecció especificada.
- La selecció és una operació unària. Essent C una condició de selecció, la selecció de T amb la condició C s'indica com a $T(C)$.
- $R = PRODUCTS(type = 2GHz)$

La relació R resultant serà:

description	type	specification	suggestedPrice	key
Computer Unit	2 GHz	32 bits	NULL	1

```
SELECT * FROM products WHERE type='2 GHz';
```

Escollir alguns atributs d'una relació i eliminar-ne la resta

- És una operació que, a partir d'una relació, obté una nova relació formada per totes les (sub)tuples de la relació de partida que resulten d'eliminar uns atributs especificats.
- És una operació unària. Sent $\{A_i, A_j, \dots, A_k\}$ un subconjunt dels atributs de l'esquema de relació T , la projecció de T sobre $\{A_i, A_j, \dots, A_k\}$ s'indica com a $T[A_i, A_j, \dots, A_k]$.
- Eliminació automàtica de tuples repetides.
- $R = PRODUCTS[description, type]$

La relació resultant serà

description	type
Computer Unit	2 GHz
Computer Unit	2.4 GHz
Computer Unit	1.7 GHz
Computer Unit	3 GHz
RAM	128MB

SELECT description,type **FROM** products;

A partir de dues relacions, obté una nova relació formada per totes les tuples que resulten de concatenar tuples de la primera relació amb tuples de la segona relació i que compleixen una condició de combinació especificada.

- Es una operació binària. Sent T i S dues relacions els esquemes de les quals no tenen cap nom d'atribut comú, i sent B una condició de combinació, la combinació de T i S segons la condició B s'indica $T[B]S$. Si tenen noms d'atributs repetits, només cal reanomenar prèviament els atributs repetits d'una de les dues.
- Els atributs resultants de $T[B]S$ són tots els atributs de T i tots els atributs de S .
- L'extensió de la relació resultant de $T[B]S$ és el conjunt de tuples que pertanyen a l'extensió del producte cartesià de $T \times S$ i que satisfan totes les comparacions que formen la condició de combinació de B .

Exemples de combinacions I

description	type	specification	suggestedPrice	key
Computer Unit	2 GHz	32 bits	NULL	1
Computer Unit	2.4 GHz	32 bits	35.00	2
Computer Unit	1.7 GHz	64 bits	205.00	3
Computer Unit	3 GHz	64 bits	560.00	4
RAM	128MB	333 MHz	10.00	5

nif	companyName
11111111A	Informatiks
22222222B	Pbeep
33333333C	TecnickDesign

nif	key	price
11111111A	001	30.82
22222222B	001	31.04
11111111A	002	560.40
22222222B	004	89.50
33333333C	003	202.25
33333333C	005	111.11
22222222B	005	100.00

Exemples de combinacions II

Exemple: Obtenir les dades dels products, afegint-hi el preu del proveïdor i l'empresa proveïdora.

```
SELECT pr.key, pr.description, pr.type, pr.specification,pr.suggestedPrice,c.price, p.companyName
FROM products pr, cost c, suppliers p
WHERE pr.key=c.key AND c.nif=p.nif ORDER BY pr.key;
```

key	description	type	specification	suggestedPrice	price	companyName
1	Computer Unit	2 GHz	32 bits	NULL	31.04	Pbeep
1	Computer Unit	2 GHz	32 bits	NULL	30.82	Informatiks
2	Computer Unit	2.4 GHz	32 bits	35.00	560.40	Informatiks
3	Computer Unit	1.7 GHz	64 bits	205.00	202.25	TecnickDesign
4	Computer Unit	3 GHz	64 bits	560.00	89.50	Pbeep
5	RAM	128MB	333 MHz	10.00	111.11	TecnickDesign
5	RAM	128MB	333 MHz	10.00	100.00	Pbeep

- Capítol III, Sistac et al, “Bases de Dades”.
- Capítol II, Silberschatz, Korth and Sudarshan, “Database system Concepts. 6th edition” (pdf available)