



Algebra Relazionale

Basi di Dati (Corso A-L)
Ingegneria Informatica
Ing. Corrado Santoro

Cos'è l' "Algebra Relazionale"?



- E' un linguaggio procedurale basato su concetti algebrici
- Permette di operare sulle tabelle (relazioni) attraverso particolari operatori
- Definisce operatori
 - Unari: $op R1 \rightarrow R2$ (con $R1$ e $R2$ omogenee)
 - Binari: $R1 op R2 \rightarrow R3$ (con $R1$, $R2$ e $R3$ omogenee)
- E' basata sulle operazioni sugli insiemi

Gli operatori base: Unione, Intersezione, Differenza



- **Unione:** $r1 \cup r2$
 - **r1** e **r2** definite sullo stesso insieme di attributi
 - Il risultato contiene tutte le tuple che appartengono a **r1**, **r2** oppure sia a **r1** che a **r2**

Autore	TitoloLibro
Umberto Eco	Il nome della rosa
Umberto Eco	Il pendolo di Facault

r1

Autore	TitoloLibro
Umberto Eco	Il nome della rosa
Paolo Atzeni	Basi di Dati
Stefano Ceri	Basi di Dati
Stefano Paraboschi	Basi di Dati
Riccardo Torlone	Basi di Dati
Umberto Eco	Il pendolo di Facault

r1 ∪ r2

Autore	TitoloLibro
Paolo Atzeni	Basi di Dati
Stefano Ceri	Basi di Dati
Stefano Paraboschi	Basi di Dati
Riccardo Torlone	Basi di Dati
Umberto Eco	Il pendolo di Facault

r2

Gli operatori base: Unione, Intersezione, Differenza



- **Intersezione:** $r1 \cap r2$
 - **r1** e **r2** definite sullo stesso insieme di attributi
 - Il risultato contiene tutte le tuple che appartengono sia a **r1** che a **r2**

Autore	TitoloLibro
Umberto Eco	Il nome della rosa
Umberto Eco	Il pendolo di Facault

r1

Autore	TitoloLibro
Umberto Eco	Il pendolo di Facault

r1 ∩ r2

Autore	TitoloLibro
Paolo Atzeni	Basi di Dati
Stefano Ceri	Basi di Dati
Stefano Paraboschi	Basi di Dati
Riccardo Torlone	Basi di Dati
Umberto Eco	Il pendolo di Facault

r2

Gli operatori base: Unione, Intersezione, Differenza



- Differenza: $r1 - r2$
 - **r1** e **r2** definite sullo stesso insieme di attributi
 - Il risultato contiene tutte le tuple che appartengono a **r1** e che non appartengono a **r2**

Autore	TitoloLibro
Umberto Eco	Il nome della rosa
Umberto Eco	Il pendolo di Faclaut

r1

Autore	TitoloLibro
Paolo Atzeni	Basi di Dati
Stefano Ceri	Basi di Dati
Stefano Paraboschi	Basi di Dati
Riccardo Torlone	Basi di Dati
Umberto Eco	Il pendolo di Faclaut

r2

Autore	TitoloLibro
Umberto Eco	Il nome della rosa

r1 - r2

Ridenominazione



- Le operazioni di unione, intersezione e differenza si applicano a relazioni definite **sullo stesso insieme di attributi**
- Ma cosa accade se vogliamo fare l'unione delle seguenti tabelle?

Paternità

Padre	Figlio
Adamo	Caino
Adamo	Abele
Abramo	Isacco
Abramo	Ismaele

Maternità

Madre	Figlio
Eva	Caino
Eva	Abele
Sara	Isacco
Agar	Ismaele

- L'unione dovrebbe essere la tabella
 - **Genitore (NomeGenitore, NomeFiglio)**

Ridenominazione

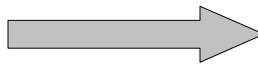


- Usiamo l'operatore di "ridenominazione" che permette di cambiare i nomi agli attributi:
 - $\rho_{B_1, \dots, B_k} \leftarrow A_1, \dots, A_k (r_1) \rightarrow$ nuova relazione con l'attributo A_1 rinominato in B_1 , A_2 in B_2 , etc.

Paternità

Padre	Figlio
Adamo	Caino
Adamo	Abele
Abramo	Isacco
Abramo	Ismaele

$\rho_{Genitore} \leftarrow Padre$ (**Paternità**)



Genitore	Figlio
Adamo	Caino
Adamo	Abele
Abramo	Isacco
Abramo	Ismaele

Rindenominazione



Padre	Figlio
Adamo	Caino
Adamo	Abele
Abramo	Isacco
Abramo	Ismaele

Paternità

Madre	Figlio
Eva	Caino
Eva	Abele
Sara	Isacco
Agar	Ismaele

Maternità

$\rho_{Genitore} \leftarrow Padre$ (**Paternità**) \cup $\rho_{Genitore} \leftarrow Madre$ (**Maternità**)

Genitore	Figlio
Adamo	Caino
Adamo	Abele
Abramo	Isacco
Abramo	Ismaele
Eva	Caino
Eva	Abele
Sara	Isacco
Agar	Ismaele

Selezione



- L'operatore di selezione permette di estrarre, da una relazione, le tuple che rendono vero un certo **predicato**

$\sigma_{\text{predicato}}(r)$

AutoriLibro

Autore	TitoloLibro
Umberto Eco	Il nome della rosa
Paolo Atzeni	Basi di Dati
Stefano Ceri	Basi di Dati
Stefano Paraboschi	Basi di Dati
Riccardo Torlone	Basi di Dati
Umberto Eco	Il pendolo di Faault

Autore	TitoloLibro
Paolo Atzeni	Basi di Dati
Stefano Ceri	Basi di Dati
Stefano Paraboschi	Basi di Dati
Riccardo Torlone	Basi di Dati

$\sigma_{\text{TitoloLibro}='Basi di Dati'}(\text{AutoriLibro})$

Selezione



- Il predicato può essere espresso usando i tradizionali connettivi logici "and" \wedge , "or" \vee , "not" \neg

Fermate

Numero Treno	Località	Orario
738	Messina Centrale	20.35
738	Villa S. G.	22.35
738	Roma Tiburtina	06.21
738
1992	Messina Centrale	22.27
1992
54321	Acireale	10.44
54321

Numero Treno	Località	Orario
738	Messina Centrale	20.35
1992	Messina Centrale	22.27

$\sigma_{\text{Località}='Messina Centrale' \wedge \text{Orario} > 20.00}(\text{Fermate})$

Selezione



- Il predicato può essere espresso usando i tradizionali connettivi logici "and" \wedge , "or" \vee , "not" \neg

Treni

Numero	OrarioP	Dest.	Cat.
738	18.35	Milano Centrale	Espresso
1992	20.27	Roma Termini	Espresso
54321	10.34	Messina Centrale	Regionale
9432	19.30	Milano Centrale	Eurostar

Numero	OrarioP	Dest.	Cat.
738	18.35	Milano Centrale	Espresso



$\sigma_{\text{Destinazione}='Milano Centrale' \wedge \neg \text{Categoria} = 'Eurostar'} (\text{Treni})$

Selezione



- Il confronto può anche avvenire tra due attributi, piuttosto che tra un attributo ed un valore

Cittadini

Cognome	Nome	CittaDiNascita	Residenza
Rossi	Mario	Roma	Milano
Neri	Luca	Roma	Roma
Verdi	Nico	Firenze	Firenze
Rossi	Marco	Napoli	Firenze

$\sigma_{\text{CittaDiNascita}=\text{Residenza}} (\text{Cittadini})$

Cognome	Nome	CittaDiNascita	Residenza
Neri	Luca	Roma	Roma
Verdi	Nico	Firenze	Firenze

Proiezione



- La selezione esegue una "decomposizione orizzontale"
- L'operatore di **proiezione** π esegue invece una "decomposizione verticale"
- Serve nel caso voglia ottenere solo alcuni attributi

Cittadini

Cognome...	Nome..	CittaDiNascita	Residenza
Rossi	Mario	Roma	Milano
Neri	Luca	Roma	Roma
Verdi	Nico	Firenze	Firenze
Rossi	Marco	Napoli	Firenze



Cognome	Nome
Rossi	Mario
Neri	Luca
Verdi	Nico
Rossi	Marco

$\pi_{\text{Cognome, Nome}}(\text{Cittadini})$

Proiezione: particolarità



- Nel risultato della proiezione, due o più tuple uguali "collassano" in un'unica tupla

Cittadini

Cognome	Nome	CittaDiNascita	Residenza
Rossi	Mario	Roma	Milano
Neri	Luca	Roma	Roma
Verdi	Nico	Firenze	Firenze
Rossi	Marco	Napoli	Firenze
Rossi	Marco	Firenze	Roma
Neri	Luca	Milano	Milano



Cognome	Nome
Rossi	Mario
Neri	Luca
Verdi	Nico
Rossi	Marco

$\pi_{\text{Cognome, Nome}}(\text{Cittadini})$

Join



- Permette l'unione di due tabelle collegate effettuando la correlazione dei dati
 - Natural-join (inner-join, join interno)
 - Outer-join (join esterno)
 - Theta-join
 - Equi-join

Natural Join



- Correla i dati di relazione diverse in base ai valori uguali di attributi con lo stesso nome

Treni

Numero	OrarioP	Dest.
738	18.35	Milano Centrale
1992	20.27	Roma Termini
54321	10.34	Messina Centrale

Fermate

Numero	Località	Orario
738	Messina Centrale	20.35
738	Villa S. G.	22.35
738	Roma Tiburtina	06.21
1992	Messina Centrale	22.27
54321	Acireale	10.44
54321	Giarre-Riposto	11.30

Treni \bowtie **Fermate**

Natural Join



Numero	OrarioP	Dest.
738	18.35	Milano Centrale
1992	20.27	Roma Termini
54321	10.34	Messina Centrale

Treni

Numero	Località	Orario
738	Messina Centrale	20.35
738	Villa S. G.	22.35
738	Roma Tiburtina	06.21
1992	Messina Centrale	22.27
54321	Acireale	10.44
54321	Giarre-Riposto	11.30

Fermate

Treni \bowtie Fermate

Numero	OrarioPrevisto	Destinazione	Località	Orario
738	18.35	Milano Centrale	Messina Centrale	20.35
738	18.35	Milano Centrale	Villa S. G.	22.35
738	18.35	Milano Centrale	Roma Tiburtina	06.21
1992	20.27	Roma Termini	Messina Centrale	22.27
54321	10.34	Messina Centrale	Acireale	10.44
54321	10.34	Messina Centrale	Giarre-Riposto	11.30

Ancora sul Natural Join



Codice	Data	Prov	Numero
143256	25-10-03	RM	4E5432
987554	26-10-03	RM	4E5432
987557	26-10-03	MI	2F7890
600876	15-10-03	MI	2F7890
539856	20-01-04	TO	2F7890

INFRAZIONI

AUTO

Proprietario	Indirizzo	Prov	Numero
Verdi Piero	Via Milano, 11	RM	4E5432
Rossi Carlo	Via yyyy	PA	2A0234
Bianchi Enzo	Via Roma, 10	MI	2F7890
Rossi Luca	Via Catania, 10	TO	2F7890
Neri Nico	Via xxx	CT	987364

- Le tuple evidenziate della tabella "auto", non hanno corrispondenti nella tabella "infrazioni"
- Cosa accade dunque con l'operazione $\text{Auto} \bowtie \text{Infrazioni}$?
- Sono tuple "dangling" (ciondolanti) e non vengono considerate

Ancora sul Natural Join



Codice	Data	Prov	Numero
143256	25-10-03	RM	4E5432
987554	26-10-03	RM	4E5432
987557	26-10-03	MI	2F7890
600876	15-10-03	MI	2F7890
539856	20-01-04	TO	2F7890

INFRAZIONI

AUTO

Proprietario	Indirizzo	Prov	Numero
Verdi Piero	Via Milano, 11	RM	4E5432
Rossi Carlo	Via yyyy	PA	2A0234
Bianchi Enzo	Via Roma, 10	MI	2F7890
Rossi Luca	Via Catania, 10	TO	2F7890
Neri Nico	Via xxx	CT	987364

Auto \bowtie Infrazioni

Proprietario	Indirizzo	Prov	Numero	Codice	Data
Verdi Piero	Via Milano, 11	RM	4E5432	143256	25-10-03
Verdi Piero	Via Milano, 11	RM	4E5432	987554	26-10-03
Bianchi Enzo	Via Roma, 10	MI	2F7890	987557	26-10-03
Bianchi Enzo	Via Roma, 10	MI	2F7890	600876	15-10-03
Rossi Luca	Via Catania, 10	TO	2F7890	539856	20-01-04

Ma se volessimo includere anche le tuple "dangling"?

Si usa l' "outer join"



Impiegato	Reparto
Rossi	Vendite
Neri	Produzione
Bianchi	Produzione

R1

R2

Reparto	Capo
Produzione	Mori
Acquisti	Bruni

R1 \bowtie R2

Impiegato	Reparto	Capo
Neri	Produzione	Mori
Bianchi	Produzione	Mori

L'outer join include tutte le tuple, assegnando a NULL i campi che non hanno valori corrispondenti

R1 \bowtie LEFT R2

Impiegato	Reparto	Capo
Rossi	Vendite	NULL
Neri	Produzione	Mori
Bianchi	Produzione	Mori

LEFT OUTER JOIN → include tutte le tuple della tabella a sinistra dell'operatore

Right e Full Outer Join



Impiegato	Reparto
Rossi	Vendite
Neri	Produzione
Bianchi	Produzione

R1

R2

Reparto	Capo
Produzione	Mori
Acquisti	Bruni

R1 ⋈ RIGHT R2

RIGHT OUTER JOIN → include tutte le tuple della tabella a destra dell'operatore

Impiegato	Reparto	Capo
Neri	Produzione	Mori
Bianchi	Produzione	Mori
NULL	Acquisti	Bruni

R1 ⋈ FULL R2

FULL OUTER JOIN → include tutte le tuple di entrambe le tabelle

Impiegato	Reparto	Capo
Rossi	Vendite	NULL
Neri	Produzione	Mori
Bianchi	Produzione	Mori
NULL	Acquisti	Bruni

Proprietà del Natural Join



- L'operatore di **natural join** è commutativo e associativo:
 - $(r1 \bowtie r3) \bowtie r2 = r1 \bowtie r2 \bowtie r3$
- Occorre però considerare i casi particolari:
 - $r1 \bowtie r2$, $r1$ ed $r2$ con gli stessi attributi
 - $r1 \bowtie r2$, $r1$ ed $r2$ senza attributi in comune

Proprietà del Natural Join



- **Caso 1:**
 - $r1 \bowtie r2$, $r1$ ed $r2$ con gli stessi attributi
- Il risultato è l'**intersezione di $r1$ e $r2$**

Impiegato	Reparto	R1	R2	Impiegato	Reparto
Rossi	Vendite			Rossi	Vendite
Neri	Produzione			Bruni	Acquisti
Bianchi	Produzione			Bianchi	Produzione

R1 \bowtie R2	
Impiegato	Reparto
Rossi	Vendite
Bianchi	Produzione

Proprietà del Natural Join



- **Caso 2:**
 - $r1 \bowtie r2$, $r1$ ed $r2$ senza attributi in comune
- Il risultato è il **prodotto cartesiano tra $r1$ e $r2$**

Impiegato	Reparto	R1	R2	Capo	CodiceReparto
Rossi	Vendite			Verdi	0482
Neri	Produzione			Bruni	0123
Bianchi	Produzione				

R1 \bowtie R2			
Impiegato	Reparto	Capo	CodiceReparto
Rossi	Vendite	Verdi	0482
Rossi	Vendite	Bruni	0123
Neri	Produzione	Verdi	0482
Neri	Produzione	Bruni	0123
Bianchi	Produzione	Verdi	0482
Bianchi	Produzione	Bruni	0123

Prodotto cartesiano, theta-join ed equi-join



- Il prodotto cartesiano è di poca utilità
- Tuttavia esistono casi in cui occorre fare il join tra due relazioni senza attributi in comune
- E' il caso in cui le relazioni sono legate fra loro ma tramite attributi con nomi diversi

Codice	Data	Agente	Articolo	Prov	Numero
143256	25-10-03	567	44	RM	4E5432
987554	26-10-03	456	34	RM	4E5432
987557	26-10-03	456	34	MI	2F7890
600876	15-10-03	456	53	MI	2F7890
539856	20-01-04	567	44	TO	2F7890

Codice Agente	Cognome	Nome
567	Rossi	Mario
456	Verdi	Carlo

AGENTI

INFRAZIONI

Prodotto cartesiano, theta-join ed equi-join



- In tal caso si ricorre all'operatore di **theta-join**, che è un natural join basato su un **predicato**

$$R1 \bowtie_F R2 = \sigma_F (R1 \bowtie R2)$$

Codice	Data	Agente	Articolo	Prov	Numero
143256	25-10-03	567	44	RM	4E5432
987554	26-10-03	456	34	RM	4E5432
987557	26-10-03	456	34	MI	2F7890
600876	15-10-03	456	53	MI	2F7890
539856	20-01-04	567	44	TO	2F7890

Codice Agente	Cognome	Nome
567	Rossi	Mario
456	Verdi	Carlo

AGENTI

INFRAZIONI

Theta-join



$$\text{Infrazioni} \bowtie_{\text{Agente=CodiceAgente}} \text{Agenti} = \sigma_{\text{Agente=CodiceAgente}} (\text{Infrazioni} \bowtie \text{Agenti})$$

INFRAZIONI

AGENTI

Codice	Data	Agente	Articolo	Prov	Numero
143256	25-10-03	567	44	RM	4E5432
987554	26-10-03	456	34	RM	4E5432
539856	20-01-04	567	44	TO	2F7890

Codice Agente	Cognome	Nome
567	Rossi	Mario
456	Verdi	Carlo

INFRAZIONI \bowtie **AGENTI**

Codice	Data	Agente	Articolo	Prov	Numero	Codice Agente	Cognome	Nome
143256	25-10-03	567	44	RM	4E5432	567	Rossi	Mario
143256	25-10-03	567	44	RM	4E5432	456	Verdi	Carlo
987554	26-10-03	456	34	RM	4E5432	567	Rossi	Mario
987554	26-10-03	456	34	RM	4E5432	456	Verdi	Carlo
539856	20-01-04	567	44	TO	2F7890	567	Rossi	Mario
539856	20-01-04	567	44	TO	2F7890	456	Verdi	Carlo

Theta-join



$$\text{Infrazioni} \bowtie_{\text{Agente=CodiceAgente}} \text{Agenti} = \sigma_{\text{Agente=CodiceAgente}} (\text{Infrazioni} \bowtie \text{Agenti})$$

INFRAZIONI \bowtie **AGENTI**

Codice	Data	Agente	Articolo	Prov	Numero	Codice Agente	Cognome	Nome
143256	25-10-03	567	44	RM	4E5432	567	Rossi	Mario
143256	25-10-03	567	44	RM	4E5432	456	Verdi	Carlo
987554	26-10-03	456	34	RM	4E5432	567	Rossi	Mario
987554	26-10-03	456	34	RM	4E5432	456	Verdi	Carlo
539856	20-01-04	567	44	TO	2F7890	567	Rossi	Mario
539856	20-01-04	567	44	TO	2F7890	456	Verdi	Carlo

INFRAZIONI $\bowtie_{\text{Agente=CodiceAgente}}$ **AGENTI**

Codice	Data	Agente	Articolo	Prov	Numero	Codice Agente	Cognome	Nome
143256	25-10-03	567	44	RM	4E5432	567	Rossi	Mario
987554	26-10-03	456	34	RM	4E5432	456	Verdi	Carlo
539856	20-01-04	567	44	TO	2F7890	567	Rossi	Mario

Theta-join



$\text{Infrazioni} \bowtie_{\text{Agente=CodiceAgente}} \text{Agenti} =$
 $= \sigma_{\text{Agente=CodiceAgente}} (\text{Infrazioni} \bowtie \text{Agenti})$

INFRAZIONI

AGENTI

Codice	Data	Agente	Articolo	Prov	Numero
143256	25-10-03	567	44	RM	4E5432
987554	26-10-03	456	34	RM	4E5432
539856	20-01-04	567	44	TO	2F7890

Codice Agente	Cognome	Nome
567	Rossi	Mario
456	Verdi	Carlo

$\text{INFRAZIONI} \bowtie_{\text{Agente=CodiceAgente}} \text{AGENTI}$

Codice	Data	Agente	Articolo	Prov	Numero	Codice Agente	Cognome	Nome
143256	25-10-03	567	44	RM	4E5432	567	Rossi	Mario
987554	26-10-03	456	34	RM	4E5432	456	Verdi	Carlo
539856	20-01-04	567	44	TO	2F7890	567	Rossi	Mario

- Nel theta-join il predicato può essere qualunque
- Quando il predicato è un'uguaglianza, si chiama **equi-join**

Sommario degli operatori



- Operazioni di insieme
 - Unione, Intersezione, Differenza
- Ridenominazione
- Decomposizione
 - Selezione
 - Proiezione
- Join
 - Natural-join
 - Left-, right-, full-outer-join
 - Equi-join
- SQL implementa questi operatori nelle istruzioni di interrogazione