SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2 (S.B.2.2)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL

Versione 2016-05-15

Indice

Queste slide sono composte dalle seguenti sottounità:

S.B.2.2.1. Introduzione

S.B.2.2.2. Data Definition Language

- S.B.2.2.2.1. Creazione di Database, Schemi e Tabelle
- S.B.2.2.2.2. Domini Definiti dall'Utente
- S.B.2.2.2.3. Generazione di Valori Progressivi
- S.B.2.2.2.4. Viste
- S.B.2.2.2.5. Controllo dell'Accesso
- S.B.2.2.2.6. Indici
- S.B.2.2.2.7. Vincoli di Integrità

S.B.2.2.3. Data Manipulation Language

- S.B.2.2.3.1. Inserimento, Cancellazione e Modifica (Comandi Base)
- S.B.2.2.3.2. Interrogazioni
  - S.B.2.2.3.2.1. Interrogazioni su Singola Tabella

Indice (2)

S.B.2.2.3.2.2. Interrogazioni su Tabelle Multiple
S.B.2.2.3.2.3. Funzioni Aggregate
S.B.2.2.3.2.4. Raggruppamenti
S.B.2.2.3.2.5. Operatori Insiemistici
S.B.2.2.3.2.6. Interrogazioni nella Clausola From
S.B.2.2.3.2.7. Interrogazioni Annidate
S.B.2.2.3.2.8. Join Espliciti
S.B.2.2.3.2.9. Outer Join
S.B.2.2.3.3. Espressioni
S.B.2.2.3.4. Inserimento, Cancellazione e Modifica (Comandi Avanzati)
S.B.2.2.3.5. Transazioni

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.1 (S.B.2.2.1)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Introduzione

Versione 2016-05-15

Il linguaggio SQL

- Linguaggio di riferimento per le basi di dati relazionali
- Originariamente Structured Query Language, ora nome proprio
- 1974: prima versione come linguaggio di interrogazione di System R (IBM)
- 1983: standard de-facto
- 1986: standard ANSI con costrutti base (SQL-86)
- 1989: aggiunta dei costrutti per la gestione di integrità referenziale (SQL-89)

Il linguaggio SQL (2)

- 1992: introduzione di un grande numero di funzionalità (SQL-92 o SQL-2)
  - linguaggio ricco e complesso
  - non ancora (!) supportato totalmente dai DBMS commerciali
  - tre livelli di supporto: Entry (simile a SQL-89), Intermediate SQL (gran parte implementata da DBMS), Full SQL (include molte caratteristiche non implementate)
  - sebbene DBMS si definiscano SQL-compliant, spesso non aderiscono completamente allo standard (!)

Il linguaggio SQL (3)

- 1999 – 2011: SQL:1999, SQL:2003, SQL:2006, SQL:2008, SQL:2011
  - compatibile con SQL-2, ma offre molte funzionalità in più
  - suddiviso in parti: SQL/XML (gestione XML), etc.
  - ancora lontano dall'essere adottato dai DBMS commerciali

Noi vedremo SQL-2 (SQL-92)

Architettura standard a 3 livelli per i DBMS

Standard ANSI/SPARC

1. Livello interno: implementa le strutture fisiche di memorizzazione (file sequenziali, file hash, indici, etc.)
2. Livello logico: fornisce un modello logico dei dati, indipendente da come sono memorizzati fisicamente: $\Longrightarrow$ modello relazionale
3. Livello esterno: fornisce una o più descrizioni di porzioni di interesse della base dati, indipendenti dal modello logico. Può prevedere organizzazioni dei dati alternative e diverse rispetto a quelle utilizzate nello schema logico.

Architettura standard a 3 livelli per i DBMS (2)

Esempio:

Livello interno: strutture interne di memorizzazione

Livello logico: modello relazionale dei dati

Docente

mat	cognome	nome	email
1101	Rossi	Mario	rossi@unimia.it
1102	Bianchi	Anna	a.bianchi@unimia.it
1103	Verdi	Giulia	giulia.v@unimia.it

Corso

codice	nome	aula
590	Basi di dati	1C
591	Ing. SW	3F
592	Algebra	1C
593	Geometria	3F

Incarico

docente	corso
1101	590
1101	591
1103	593
1103	592

Architettura standard a 3 livelli per i DBMS (3)

Livello esterno: viste sui dati

InfoCorsi

corso	aula	cognome doc.	nome doc.	email doc.
Basi di dati	1C	Rossi	Mario	rossi@unimia.it
Ing. SW	3F	Rossi	Mario	rossi@unimia.it
Algebra	1C	Verdi	Giulia	giulia.v@unimia.it
Geometria	3F	Verdi	Giulia	giulia.v@unimia.it

Viste diverse per utenti diversi

SQL e livelli dell'architettura dei DBMS

Il linguaggio SQL fornisce costrutti per operare:

- a livello logico:
  - Data Definition Language (DDL) per creare schemi di relazioni
  - Data Manipulation Language (DML) per interrogare ed aggiornare i dati
- a livello esterno: costrutti DDL per creare viste della base dati

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.2 (S.B.2.2.2)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Definition Language

Versione 2016-05-15

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.2.1 (S.B.2.2.2.1)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Definition Language
Creazione di Database, Schemi e Tabelle

Versione 2016-05-15

Creazione di Database, Schemi e Tabelle

- **create** database nome_database [opzioni]
  Crea un database.

- **create** schema nome_schema [opzioni]
  Crea uno schema (namespace) all'interno del database corrente.

- **create table** nome_tabella (...)
  Crea una nuova tabella all'interno di uno schema del database corrente

Creazione di tabelle

```
create table [nome_schema.]nome_tabella (
   nome_attributo dominio [vincoli di dominio],
   nome_attributo dominio [vincoli di dominio],
   ...
   nome_attributo dominio [vincoli di dominio],
   [altri vincoli intra-relazionali]
   [vincoli inter-relazionali]
)
```

nome_schema è opzionale
se omesso $\Longrightarrow$ schema di default (senza nome).

Creazione di tabelle (2)

Esempio:

```
create table Corso (
  codice integer not null,
  nome character varying (100) not null,
  aula character varying (10) not null,
  primary key (codice)
)

create table Incarico (
  docente integer not null,
  corso integer not null,
  primary key (docente, corso),
  foreign key (docente) references Docente(matr),
  foreign key (corso) references Corso(codice)
)
```

Domini SQL predefiniti

- Domini numerici:
  - interi: **integer**, **smallint** (e molti altri)
  - decimali: **numeric**(prec, scala), **decimal**(prec, scala)
  - approssimati: **float**(prec), real, double precision
- Stringhe
  - **character** [**varying**] (lung_max) (abbrev. in **char**/**varchar**)
  - text
  - (molti altri)
- Istanti temporali:
  - **date** (tipo record con campi per anno, mese, giorno)
  - **time** (tipo record con campi per ora, min, sec)
  - **timestamp** (tipo record con campi per anno, . . . , sec)
- Intervalli temporali: **interval**
- Valori booleani: Boolean (SQL:1999)
- Dati non strutturati di grandi dimensioni: **CLOB** e **BLOB**

Creazione di tabelle: valori di default

```
create table Impiegato (
  nome ...,
  cognome ...,
  stipendio integer default 0,
  ...
```

Se, durante un inserimento o modifica di una ennupla della tabella Impiegato non viene indicato un valore per la colonna stipendio

allora tale valore viene messo a 0.

Creazione di tabelle: vincoli di dominio

```
create table Impiegato (
  nome varchar(100) not null,
  cognome varchar(100) not null,
  stipendio integer default 0
            check (stipendio >= 0),
  ...
)
```


- Ogni ennupla nella relazione deve soddisfare il vincolo stipendio >= 0.
- Il vincolo viene controllato automaticamente prima dell'inserimento o della modifica di ennuple.
- In caso di violazione, l'inserimento o la modifica non ha luogo (e viene generato un errore).

Creazione di tabelle: vincoli di chiave

```
create table Studente (
  matricola integer not null,
  nome varchar(100) not null,
  cognome varchar(100) not null,
  nascita date,
  cf character (16) not null,
  // chiave primaria (implica not null)
  primary key (matricola),
  unique (cf),                          // altra chiave
  unique (cognome, nome, nascita)       // altra chiave
)
```

Alternativa quando il vincolo è su un unico attributo:

```
create table Studente (
  matricola integer primary key, // implica not
      null
  ...
```

SQL e modello relazionale

Una tabella SQL non rappresenta in generale una relazione (!)

In particolare, può contenere ennuple uguali

$\Longrightarrow$ affinché rappresenti una relazione, è necessario definire almeno una chiave

SQL e modello relazionale (2)

```
create table Studente (
  matr integer not null,
  cognome
    varchar(100) not null,
  nome
    varchar(100) not null
)
```

matr	cognome	nome
1000	Rossi	Mario
1000	Rossi	Mario
1001	Verdi	Giulia

```
create table Studente (
  matr integer not null
    ,
  cognome
    varchar(100) not
      null ,
  nome
    varchar(100) not
      null ,
  primary key (matr)
)
```

matr	cognome	nome
1000	Rossi	Mario
1001	Verdi	Giulia
1002	Bianchi	Anna

Vincoli di integrità referenziale

Esempio

Officina

nome	indirizzo
FixIt	via delle Spighe 4
CarFix	via delle Betulle 32
MotorGo	piazza Turing 1

Veicolo

targa	tipo
HK 243 BW	auto
AA 662 XQ	auto
GF 211 HA	moto

Riparazione

officina	codice	veicolo
FixIt	1	HK 243 BW
CarFix	1	AA 662 XQ
FixIt	2	HK 243 BW

RicambioRip

officina	rip	ricambio
FixIt	1	A755
FixIt	1	A788
CarFix	1	A991
FixIt	2	B332

$$\pi_{officina}(Riparazione) \subseteq \pi_{nome}(Officina)$$

$$\pi_{veicolo}(Riparazione) \subseteq \pi_{targa}(Veicolo)$$

$$\pi_{\substack{officina \\ rip}}(RicambioRip) \subseteq \pi_{\substack{officina \\ codice}}(Riparazione)$$

Vincoli di integrità referenziale (2)

Officina

nome	indirizzo

```
create table Officina (
  nome varchar(100) not null,
  indirizzo varchar(500) not null,
  primary key (nome)
)
```

Vincoli di integrità referenziale (3)

Veicolo

<u>targa</u>	tipo

```
create table Veicolo (
  targa char(8) not null,
  tipo varchar(50) not null,
  primary key (targa)
)
```

Vincoli di integrità referenziale (4)

Riparazione

officina	codice	veicolo

```
create table Riparazione (
  officina varchar(100) not null,
  codice integer not null,
  veicolo char(8) not null,
  primary key (officina, codice),
  foreign key (officina) references Officina(nome),
  foreign key (veicolo) references Veicolo(targa)
)
```

Sintassi:
foreign key (attributi) references Tabella(attributi chiave)

$\Longrightarrow$ Gli attributi di Tabella a cui il vincolo punta devono formare una chiave (**primary key** o **unique**) di Tabella

Vincoli di integrità referenziale (5)

RicambioRip

officina	rip	ricambio


```
create table RicambioRip (
  officina varchar(100) not null,
  rip integer not null,
  ricambio char(5) not null,
  primary key (officina, rip, ricambio),
  foreign key (officina, rip)
    references Riparazione(nome, codice),
  foreign key (ricambio)
    references Ricambio(codice)
)
```

Modifica e cancellazione di tabelle, schemi e database

Modifica

- **alter table**
  - **alter table add column**
  - **alter table drop column**
  - **alter table alter column**
  - **alter table add constraint**
  - **alter table drop constraint**
  - etc.

Cancellazione

- **drop table** <nome tabella>
- **drop** schema <nome schema>
- **drop** database <nome database>

Per i dettagli si veda la documentazione di SQL e quella del DBMS in uso.

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.2.2 (S.B.2.2.2.2)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Definition Language
Domini Definiti dall'Utente

Versione 2016-05-15

Domini SQL definiti dall'utente

È possibile per l'utente definire nuovi domini, da usarsi come i domini predefiniti.

In particolare, è possibile definire:

- Domini specializzazione di altri domini
- Domini di tipo enumerativo
- Domini di tipo record

SQL offre due comandi:

```
create domain ...
```

e

```
create type ...
```

I due comandi offrono funzionalità diverse.

Definizione di domini SQL specializzati

Un dominio specializzato definisce un insieme di valori che ùn sottoinsieme dei valori di un dominio esistente.

```
create domain nome_dominio as tipo_base
    [valore di default]
    [vincolo]
```

Esempio: Definizione del dominio voto (interi tra 18 e 30):

```
create domain voto as integer
    default 0
    check (value >= 18 and value <= 30)
```

Il vincolo definisce i valori del dominio base che sono anche valori del dominio specializzato. Si usano le parole chiavi check e value.

Definizione di domini SQL di Tipo Enumerativo

Un dominio di tipo enumerativo definisce un insieme finito, piccolo e stabile di valori, ognuno identificato da una etichetta.

```
create type nome_dominio as
    enum ('valore 1', ..., 'valore N')
```

Esempio: Definizione del dominio enumerativo genere (valori: M ed F):

```
create type genere as enum ('M', 'F')
```

Esempio: Definizione del dominio enumerativo continente (a 6 valori):

```
create type continente as
    enum ('America Nord', 'America Sud', 'Africa',
          'Europa', 'Asia', 'Oceania')
```

Nota: le etichette (ad es., 'America Nord') non sono stringhe, ma identificatori per gli elementi dell'insieme (nonostante gli apici!)

Definizione di domini SQL di Tipo Record

I valori di un dominio di tipo record (o dominio composto) sono record di valori, uno per ogni campo del record. Il valore di ogni campo di un record è del rispettivo dominio.

```
create type nome_dominio as (
    campo1 dominio1, ..., campoN dominioN
)
```

Esempio: Definizione del dominio composto indirizzo:
(una definizione molto semplice, solo a titolo di esempio)

```
create type indirizzo (
    via varchar(200), citta varchar(100)
)
```

Nota: Il costrutto **create** type è implementato in modo non-standard da alcuni DBMS, e può soffrire di limitazioni (ad es., niente vincoli di dominio mediante **check** e/o **not null**).

Qui mostriamo la sintassi di PostgreSQL. Consultare sempre la documentazione del DBMS in uso!

Modifica e cancellazione di domini

I domini creati dall'utente possono essere modificati o rimossi:

Modifica:

- **alter domain** <nome dominio>
- **alter** type <nome dominio>

Cancellazione:

- **drop domain** <nome dominio>
- **drop** type <nome dominio>

Per i dettagli si veda la documentazione di SQL e quella del DBMS in uso.

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.2.3 (S.B.2.2.2.3)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Definition Language
Generazione di Valori Progressivi

Versione 2016-05-15

Generazione di Valori Progressivi

Abbiamo visto come alcune volte sia necessario o conveniente aggiungere un identificatore artificiale in una entità e quindi un attributo aggiuntivo nella relazione della base dati che la realizza

Esempio:

Prenotazione (id:integer, istante:timestamp)

È possibile lasciare al DBMS il compito di assegnare valori diversi (tipicamente progressivi) per il campo id alle diverse ennuple della relazione Prenotazione.

Non esiste uno standard.

Generazione di Valori Progressivi in PostgreSQL

PostgreSQL fornisce il costrutto delle sequenze.

```
create sequence Prenotazione_id_seq;
create table Prenotazione (
    id integer default nextval('Prenotazione_id_seq
        ')
                not null,
    istante timestamp not null,
    primary key (id)
);
```

Scorciatoia: **create table** Prenotazione (id serial **not null**, ...)

Inserimento di ennuple: sfrutta il fatto che id ha un valore di default:

```
insert into Prenotazione(istante)
  values ('2011-08-24 13:15:05') returning id
```

Generazione di Valori Progressivi in PostgreSQL (2)

Nota: Il costrutto PostgreSQL (non standard) returning id permette al comando **insert** di restituire all'utente il valore per id scelto dal DBMS.

Generazione di Valori Progressivi in MySQL

MySQL fornisce il modificatore auto_increment per gli attributi.

```
create table Prenotazione (
    id integer not null auto_increment,
    istante timestamp not null,
    primary key (id)
);
```

Inserimento di ennuple:

```
insert into Prenotazione(istante)
  values ('2011-08-24 13:15:05')
```

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.2.4 (S.B.2.2.2.4)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Definition Language
Viste

Versione 2016-05-15

Architettura standard per i DBMS

Architettura standard a 3 livelli per i DBMS:

1. Livello interno
   rappresentazione fisica dei dati, dipende dal DBMS.
2. Livello logico
   modello logico dei dati, indipendente da come sono memorizzati fisicamente $\Longrightarrow$ modello relazionale.
3. Livello esterno
   fornisce una o più descrizioni di porzioni di interesse della base dati, indipendenti dal modello logico. Può prevedere organizzazioni dei dati alternative e diverse rispetto a quelle utilizzate nello schema logico.
   $\Longrightarrow$ Viste sui dati

Viste sui Dati

Vista: tabella le cui ennuple sono calcolate a partire da una interrogazione su altre tabelle (e/o viste).

```
create view <Nome vista> as
  select ...
```

Esempio:

```
create view Genitori as
    select mat.figlio as persona,
           mat.madre as madre, pat.padre as padre
    from Maternita mat, Paternita pat
    where mat.figlio = pat.figlio
```

Genitori è una tabella virtuale: il suo contenuto è calcolato solo quando serve e non è memorizzato in modo persistente.

$\Longrightarrow$ Non è possibile invocare **insert**, **delete**, **update** su una vista

Esempi

Esempio 1: Definire una vista che mostri il reddito medio delle persone divise per età.

Persona

nome	eta	reddito

```
create view RedditoMedioPerEta as
  select eta, avg(reddito) as redditoMedio
  from Persona
  group by eta
```

Esempi

Esempio 2: Definire una vista che mostri le età delle persone che hanno reddito medio massimo.

Persona

nome	eta	reddito

```
create view EtaRedditoMax as
  select eta
  from RedditoMedioPerEta
  where redditoMedio =
    (select max(redditoMedio)
     from RedditoMedioPerEta)
```

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.2.5 (S.B.2.2.2.5)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Definition Language
Controllo dell'Accesso

Versione 2016-05-15

Controllo dell'accesso

- I DBMS prevedono meccanismi per controllare l'accesso alle risorse:
  - tabelle
  - viste
  - domini
  - procedure
  - ...
- Meccanismo basato su utenti/password e privilegi
- L'utente che crea una risorsa ne è il proprietario, può modificarla, eliminarla, e dare privilegi ad altri utenti
- Esiste super-utente (_system o root).

Creazione di Utenti

Per creare un utente:

```
create user <Nome> with <Opzioni>
```

Tra le opzioni è presente 'password' per definire una password.

Attenzione: molti dettagli sono omessi e i DBMS possono comportarsi in modo diverso. Consultare sempre la documentazione del DBMS in uso.

Privilegi Utente

Un privilegio è definito da:

- la risorsa alla quale si riferisce
- l'utente che lo concede
- l'utente che lo riceve
- l'azione permessa sulla risorsa
- se l'utente che riceve il privilegio può concederlo o meno ad altri utenti.

Privilegi Disponibili

I DBMS prevedono (almeno) i seguenti privilegi:

- insert: permette di inserire un nuovo oggetto (ad es., ennupla) nella risorsa (ad es., tabella)
- update: permette di aggiornare il valore di un oggetto (ad es., ennupla) della risorsa (ad es., tabella)
- delete: permette di eliminare oggetti (ad es., ennuple) dalla risorsa (ad es., tabella)
- select: permette di leggere la risorsa (ad es., tabella)
- references: permette che venga fatto un riferimento alla risorsa (ad es., tabella) durante la definizione dello schema di una tabella
- usage: permette di utilizzare la risorsa (ad es., dominio) in una definizione (ad es., dello schema di una tabella)
- all privileges: permette qualunque azione sulla risorsa.

Concessione di Privilegi ad Utenti

Una parte del linguaggio SQL è dedicata alla gestione del controllo d'accesso.

Per concedere dei privilegi ad un insieme di utenti:

```
grant <Privilegi> on <Risorsa> to <Utenti>
  [with grant option]
```

Fornisce i privilegi <Privilegi> sulla risorsa <Risorsa> agli utenti <Utenti>

Se si specifica with **grant** option gli utenti che ricevono i privilegi possono invocare comandi **grant** per gli stessi privilegi sulla stessa risorsa per concederli ad altri utenti.

Esempio: **grant select on** Impiegato to www

L'utente www può effettuare interrogazioni sulla tabella (o vista) Impiegato (ma non può concedere il privilegio ad altri).

Revoca di Privilegi ad Utenti

Per revocare dei privilegi ad un insieme di utenti:

```
revoke <Privilegi> on <Risorsa> from <Utenti>
  [restrict | cascade]
```

Revoca i privilegi <Privilegi> sulla risorsa <Risorsa> agli utenti <Utenti>

Se si specifica **cascade**, vengono revocati anche i privilegi propagati verso altri utenti (default: **restrict**).

SQL:1999 definisce anche i ruoli (insiemi di privilegi). Agli utenti si assegnano ruoli che definiscono privilegi.

Attenzione: molti dettagli sono omessi e i DBMS possono comportarsi in modo diverso. Consultare sempre la documentazione del DBMS in uso.

Principio dei Privilegi Minimali

In questo corso non entriamo in dettagli sugli aspetti di sicurezza e privatezza, cruciali per applicazioni reali.

Tali aspetti saranno affrontati in corsi più avanzati.

Tuttavia, la regola d'oro è:

> *Principio dei privilegi minimali:*
> *Concedere ad un utente solo i privilegi strettamente necessari per poter eseguire le azioni che deve poter eseguire.*

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.2.6 (S.B.2.2.2.6)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Definition Language
Indici

Versione 2016-05-15

Indici

Strutture dati ausiliarie su memoria secondaria che consentono il recupero efficiente delle ennuple di una relazione quando sono dati i valori (o intervalli di valori) di alcuni attributi (pseudo-chiave).

Implementati per lo più con strutture ad albero a pochi livelli (ma anche hash).

Possono essere:

- primari: le ennuple sono memorizzate nello stesso indice o, sebbene in un file separato, sono memorizzate ordinate per il valore della pseudo-chiave
- secondari: l'ordinamento dell'indice è indipendente da quello delle ennuple nel file che memorizza la relazione. L'indice contiene puntatori alle ennuple.

$\Longrightarrow$ Per dettagli, si veda il corso di "Basi di Dati, Modulo 1".

Gestione degli indici in SQL

Molti DBMS accettano i comandi seguenti (con varianti e opzioni) per creare ed eliminare indici.

- **create index** <Nome> **on** <Tabella> (<Attributi>) **using** <Metodo>
- **drop index** <Nome>

Quest comandi non sono standard SQL.

Creare un indice su una lista di attributi <Attributi> consente:

- il recupero più efficiente delle ennuple di <Tabella> a partire da valori degli attributi <Attributi> (esatti o intervalli di valori)
- al prezzo di minore efficienza negli inserimenti, aggiornamenti e cancellazioni di ennuple (l'impatto negativo è di solito piccolo, grazie a tecniche sofisticate di aggiornamento degli indici).

I DBMS di solito creano automaticamente un indice sugli attributi chiave primaria di ogni tabella.

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.2.7 (S.B.2.2.2.7)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Definition Language
Vincoli di Integrità

Versione 2016-05-15

Vincoli di Integrità

Abbiamo già visto alcune tipologie di vincoli di integrità supportati dai DBMS relazionali:

- Vincoli di chiave
  primary key e **unique** dentro **create table** e **alter table**
- Vincoli di dominio
  check in **create domain** e **alter domain**
  check e **not NULL** in **create table** e **alter table**
- Vincoli di ennupla
  check in **create table** e **alter table**
- Vincoli di foreign key
  foreign key in **create table** e **alter table**

Esempio

Vogliamo creare il seguente database con vincoli:

Progetto (nome:varchar(100), inizio:date, fine:date)

Vincolo ennupla: fine $\geq$ inizio

WP (nome:varchar(100), progetto:varchar(100), inizio:date, fine:date)

Vincolo foreign key: progetto references Progetto(nome)
Vincolo ennupla: fine $\geq$ inizio

- Vincolo di ennupla fine $\geq$ inizio in Progetto.
  Possiamo usare una clausola **check** all'interno di **create table**:

```
create table Progetto (
    nome varchar(100) not null,
    inizio date not null,
    fine date not null,
    primary key (nome),
    check (fine >= inizio)
)
```

Esempio

Vogliamo creare il seguente database con vincoli:

Progetto (nome:varchar(100), inizio:date, fine:date)

Vincolo ennupla: fine $\geq$ inizio

WP (nome:varchar(100), progetto:varchar(100), inizio:date, fine:date)

Vincolo foreign key: progetto references Progetto(nome)
Vincolo ennupla: fine $\geq$ inizio

- Vincolo di ennupla fine $\geq$ inizio in WP. Analogamente:

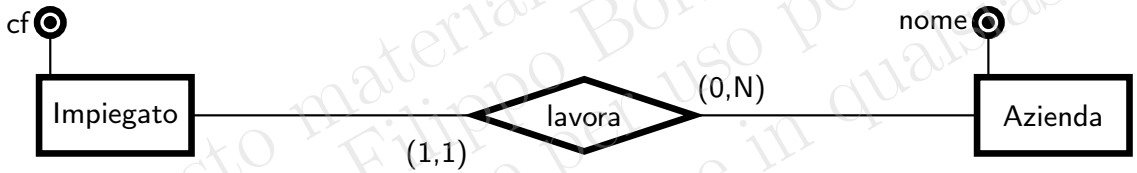
```
create table WP (
    nome varchar(100) not null,
    progetto varchar(100) not null,
    inizio date not null,
    fine date not null,
    primary key (nome),
    foreign key progetto references Progetto(
        nome),
    check (fine >= inizio)
)
```

Vincoli di Integrità e Transazioni

I vincoli di integrità, per default, vengono valutati al termine di ogni comando.
Questo può rendere alcuni inserimenti e modifiche impossibili.

Esempio

Diagramma ER ristrutturato:



Schema relazionale (senza accorpamenti):

Impiegato (cf: char(16))
  Vincolo inclusione: cf $\subseteq$ lavora(impiegato)
    $\Longrightarrow$ foreign key: cf references lavora(impiegato)

Azienda (nome: varchar(100))

lavora (impiegato: char(16), azienda: varchar(100))
  Vincolo foreign key: impiegato references Impiegato(cf)
  Vincolo foreign key: azienda references Azienda(nome)

È impossibile inserire una ennupla in Impiegato!

Vincoli di Integrità e Transazioni (2)

Un vincolo di integrità può essere dichiarato deferrable.

- Per un vincolo deferrable è possibile per l'utente decidere se valutarlo solo al termine della transazione corrente
- Per default tutti i vincoli sono not deferrable, quindi vengono valutati immediatamente.

Vincoli di Integrità e Transazioni (3)

Per l'esempio possiamo quindi scrivere:

```
create table Impiegato (
  cf char(16) not null,
  primary key (cf)
);
create table Azienda (
  nome varchar(100) not null,
  primary key (nome)
);
```

```
create table lavora (
  impiegato char(16) not null,
  azienda varchar(100) not null,
  primary key (impiegato),
  foreign key (impiegato) references
              Impiegato(cf) deferrable,
  foreign key (azienda) references
              Azienda(nome)
);
```

```
alter table Impiegato
add constraint impiegatoInLavora
foreign key (cf) references lavora(impiegato)
   deferrable;
```


Nota: per imporre uno dei vincoli di foreign key utilizziamo **alter table** per evitare di menzionare (in **create table** Impiegato) il nome della tabella lavora, non ancora creata.

Vincoli di Integrità e Transazioni (4)

L'inserimento di dati può ora avvenire in una transazione:

```
insert into azienda(nome) values ('az');

begin transaction;
set constraints all deferred;
insert into impiegato(cf) values ('111');
insert into lavora(impiegato, azienda) values ('111
    ', 'az');
commit work;
```

Il comando **set constraints all** deferred ; richiede esplicitamente al DBMS di verificare i vincoli dichiarati **deferrable** solo al termine della transazione.

Vincoli di Integrità Generici

Esempio

Vogliamo creare il seguente database con vincoli:

Progetto (nome:varchar(100), inizio:date, fine:date)

Vincolo ennupla: fine $\geq$ inizio

WP (nome:varchar(100), progetto:varchar(100), inizio:date, fine:date)

Vincolo foreign key: progetto references Progetto(nome)
Vincolo ennupla: fine $\geq$ inizio

Supponiamo di voler imporre il seguente ulteriore vincolo: inizio e fine di ogni WP devono essere comprese tra inizio e fine del corrispondente Progetto.

Vincoli di Integrità Generici

Esempio

Supponiamo di voler imporre il seguente ulteriore vincolo: inizio e fine di ogni WP devono essere comprese tra inizio e fine del corrispondente Progetto.

Potremmo pensare di procedere così:

```
create table WP (
  nome varchar(100) not null,
  progetto varchar(100) not null,
  inizio date not null,
  fine date not null,
  primary key (nome),
  foreign key progetto references Progetto(nome),
  check (fine >= inizio),
  check (inizio between
           date (select inizio from Progetto where
                nome=progetto)
           and date (select fine from Progetto
               where nome=progetto)),
  check (fine between
           date (select inizio from Progetto where
                nome=progetto)
           and date (select fine from Progetto
               where nome = progetto))
)
```

Vincoli di Integrità Generici

I vincoli non traducibili con le tecniche viste vanno imposti nel DBMS con approcci più complessi:

1. asserzioni in standard SQL (almeno teoricamente...)
2. trigger in linguaggi non standard

Asserzioni

Lo standard SQL offre un costrutto generale per esprimere vincoli di integrità arbitrariamente complessi:

```
create assertion <nome vincolo>
    check ( <condizione> )
```

Esempio: inizio e fine di ogni WP devono essere comprese tra inizio e fine del corrispondente Progetto.

Potremmo pensare di procedere così:

```
create assertion check_date_wp
check (
  not exists(
    select * from WP w, Progetto p
    where w.progetto = p.nome
      and ( w.inizio < p.inizio or w.fine > p.fine
          )
))
```

Vincolo ignorato! Nessun DBMS commerciale oggi implementa le asserzioni SQL (sarebbe troppo inefficiente!)

Trigger in PostgreSQL

Sintassi

```
create [constraint] trigger <nome>
  { before | after | instead of } {<operaz.
      intercettata> [ or ... ]}
  on <tabella>
  [ from referenced_table_name ]
  { not deferrable | [ deferrable ]
        { initially immediate | initially deferred
          } }
  [ for [ each ] { row | statement } ]
  [ when ( <condizione> ) ]
  execute procedure <nome funzione> ( <argomenti> )
```

- operazione intercettata: insert, update, delete
- istante dell'invocazione: prima o dopo o invece dell'operazione (instead of vale solo per le viste)
- **deferrable** (solo se di tipo **constraint** e after)
- **when**: se falsa, la funzione non viene eseguita

Trigger in PostgreSQL

Sintassi

```
create [constraint] trigger <nome>
  { before | after | instead of } {<operaz.
     intercettata> [ or ... ]}
  on <tabella>
  [ from referenced_table_name ]
  { not deferrable | [ deferrable ]
        { initially immediate | initially deferred
          } }
  [ for [ each ] { row | statement } ]
  [ when ( <condizione> ) ]
  execute procedure <nome funzione> ( <argomenti> )
```

- for each row: la funzione viene invocata una volta per ogni ennupla impattata dall'operazione
- for statement: la funzione viene invocata una volta per comando (ad es., insert).

PostgreSQL supporta la definizione di funzioni scritte nel linguaggio procedurale chiamato PL/pgSQL (proviene dal più famoso PL/SQL Oracle),

Esempio: Disgiunzione

Diagramma ER concettuale

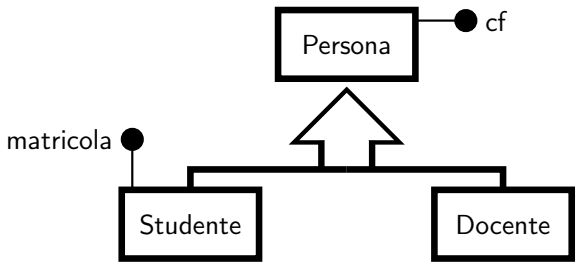
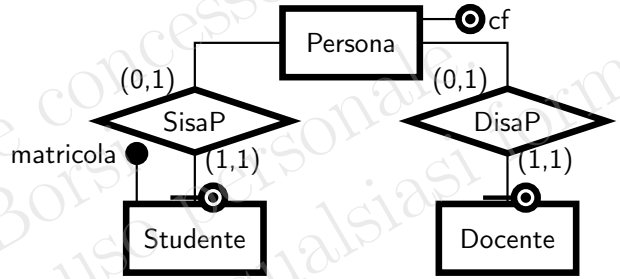


Diagramma ER ristrutturato



V.Persona.isa.disj:

$$\forall p\ \text{Persona}(p) \rightarrow [\ (\exists s\ \text{SisaP}(s,p)) \rightarrow \neg(\exists d\ \text{DisaP}(d,p))\ ]$$

Schema Relazionale

Persona(cf:char(16))

Studente(persona:char(16), matricola:varchar(10))
Vincolo foreign key: persona references Persona(cf)
Vincolo altra chiave: matricola

Docente(persona:char(16))
Vincolo foreign key: docente references Persona(cf)

Esempio: Disgiunzione (2)

Trigger per V.Persona.isa.disj:

- Operazioni: inserimento o modifica in Studente o Docente
- Istante di invocazione: prima dell'operazione intercettata
- Funzione:
  1. Sia isError = **FALSE**;
  2. Sia new l'ennupla che si sta inserendo oppure l'ennupla risultato della modifica;
  3. Se si sta inserendo o modificando una ennupla in Studente:

```
isError := exists (select * from Docente d
where d.persona = new.persona);
```

  4. Altrimenti (inserimento/modifica di una ennupla in Docente):

```
isError := exists (select * from Studente s
where s.persona = new.persona);
```

  5. Se isError = **TRUE** blocca l'operazione;
  6. Altrimenti permetti l'operazione.

Esempio: Disgiunzione (3)

Codice PL/SQL per la funzione del trigger V.Persona.isa.disj:

```
create function V_Persona_isa_disj()
                        returns trigger as $V_Persona_isa_disj$
 declare isError boolean := false; -- var. locale
 begin
    case -- TG_TABLE_NAME: nome tabella relativa all'operaz.
      when TG_TABLE_NAME ilike 'Studente' then
         isError := exists (
             select * from Docente d where d.persona = new.persona);
       when TG_TABLE_NAME ilike 'Docente' then
         isError = exists (
            select * from Studente s where s.persona = new.persona);
       else raise exception 'La funzione non
            puo'' essere invocata sulla tabella %', TG_TABLE_NAME;
    end case;
    if (isError) then raise exception 'Vincolo V.SDisaP.disjoint
        violato da Persona.id = %', new.persona;
    end if;
    return new; -- se OK, il trigger 'before' deve restituire 'new'
 end;
$V_Persona_isa_disj$ language plpgsql;
```

Esempio: Disgiunzione (4)

Definizione del trigger V.Persona.isa.disj su Studente e Docente:

```
create trigger V_Persona_isa_disj_trigger_Studente
before insert or update on Studente
for each row execute procedure V_Persona_isa_disj();

create trigger V_Persona_isa_disj_trigger_Docente
before insert or update on Docente
for each row execute procedure V_Persona_isa_disj();
```

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3 (S.B.2.2.3)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language

Versione 2016-05-15

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.1 (S.B.2.2.3.1)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Inserimento, Cancellazione e Modifica (Comandi Base)

Versione 2016-05-15

Inserimento di Ennuple

L'istruzione per inserire $M \geq 1$ ennuple in una tabella è **insert**

```
insert into tabella(attributo1, ..., attributoN)
    values
    (valore1_1, ..., valore1_N),
    ...
    (valoreM_1, ..., valoreM_N)
```

Esempio

Officina

nome	indirizzo
FixIt	via delle Spighe 4
CarFix	via delle Betulle 32

Per inserire la nuova ennupla ('MotorGo', 'piazza Turing 1')...

Inserimento di Ennuple (2)

Per inserire la nuova ennupla ('MotorGo', 'piazza Turing 1')

```
insert into Officina(nome, indirizzo)
values ('MotorGo', 'piazza Turing 1')
```

oppure

```
insert into Officina(indirizzo, nome)
values ('piazza Turing 1', 'MotorGo')
```


Officina

nome	indirizzo
FixIt	via delle Spighe 4
CarFix	via delle Betulle 32
MotorGo	piazza Turing 1

Cancellazione di Ennuple

L'istruzione per cancellare ennuple in una tabella è **delete**

```
delete from tabella
where condizione
```

Vengono cancellate tutte le ennuple di tabella che soddisfano condizione

Esempio

Officina

nome	indirizzo
FixIt	via delle Spighe 4
CarFix	via delle Betulle 32
MotorGo	piazza Turing 1

Per cancellare la ennupla ('MotorGo', 'piazza Turing 1')...

Cancellazione di Ennuple (2)

Per cancellare la ennupla ('MotorGo', 'piazza Turing 1'):

```
delete from Officina
where nome = 'MotorGo'
  and indirizzo = 'piazza Turing 1'
```

oppure, sfruttando il fatto che l'attributo nome è chiave

```
delete from Officina
where nome = 'MotorGo'
```


Officina

nome	indirizzo
FixIt	via delle Spighe 4
CarFix	via delle Betulle 32

Cancellazione di Ennuple (3)

Attenzione: omettere la clausola **where** equivale a scrivere **where true**

$\Longrightarrow$ l'istruzione

```
delete from Officina
```

elimina tutte le ennuple della tabella Officina !

Modifica di Ennuple

L'istruzione per modificare ennuple in una tabella è **update**

```
update Tabella
set attributo1 = espr1, ..., attributoN = esprN
[where condizione]
```

In tutte le ennuple di tabella che soddisfano condizione, i valori degli attributi attributo1, ..., attributoN vengono modificati in, rispettivamente, espr1, ..., esprN.

Esempio

Officina

nome	indirizzo
FixIt	via delle Spighe 4
CarFix	via delle Betulle 32
MotorGo	piazza Turing 1

Per modificare il valore dell'attributo indirizzo dell'officina 'MotorGo' in 'viale Einstein 25'...

Modifica di Ennuple (2)

Per modificare il valore dell'attributo indirizzo dell'officina 'MotorGo' in 'viale Einstein 25'...

```
update Officina
  set indirizzo = 'viale Einstein 25'
where nome = 'MotorGo'
  and indirizzo = 'piazza Turing 1'
```

oppure, sfruttando il fatto che l'attributo nome è chiave

```
update Officina
  set indirizzo = 'viale Einstein 25'
where nome = 'MotorGo'
```

Officina

nome	indirizzo
FixIt	via delle Spighe 4
CarFix	via delle Betulle 32
MotorGo	viale Einstein 25

Modifica di Ennuple (3)

Attenzione: omettere la clausola **where** equivale a scrivere **where true**

$\Longrightarrow$ l'istruzione

```
update Officina
  set indirizzo = 'viale Einstein 25'
```

modifica il valore dell'attributo indirizzo di tutte le ennuple della tabella Officina !

Costrutti Avanzati

SQL mette a disposizione costrutti più avanzati per l'inserimento, la cancellazione e la modifica dei dati.

Vedremo alcuni di questi costrutti più avanti.

Per gli altri, consultare la documentazione dello standard SQL e quella del DBMS in uso.

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.2 (S.B.2.2.3.2)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Interrogazioni

Versione 2016-05-15

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.2.1 (S.B.2.2.3.2.1)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Interrogazioni
Interrogazioni su Singola Tabella

Versione 2016-05-15

SQL Data Manipulation Language: interrogazioni

- L'istruzione di interrogazione è **select**
- restituisce il risultato in forma di tabella (che potrebbe non rappresentare una relazione!)

Interrogazioni su una singola tabella

```
select  tabella.attributo1,     // target list
        tabella.attributo2,
        ...,
        tabella.attributoN
from    tabella                 // clausola from
where   condizione              // clausola where
```

Interrogazioni su singola tabella

Esempio: restituire l'indirizzo dell'officina "FixIt"

Officina

nome	indirizzo
FixIt	via delle Spighe 4
CarFix	via delle Betulle 32
MotorGo	piazza Turing 1

$\pi_{indirizzo}(\sigma_{nome='FixIt'}(Officina))$

```
select  Officina.indirizzo
from    Officina
where   Officina.nome = '
    FixIt'
```

Risultato

Officina.indirizzo
via delle Spighe 4

Interrogazioni su singola tabella (2)

Esempio: restituire gli stipendi e le età delle persone con più di 40 anni e stipendio minore di 45 kEuro/anno

Persona

cognome	nome	eta	stipendio
Rossi	Mario	47	36
Verdi	Giulia	35	36
Bianchi	Anna	55	56
Rossi	Mario	44	42

$\pi_{stipendio,eta}\left(\sigma_{eta>40 \wedge stipendio<45}\left(Persona\right)\right)$

```
select  Persona.stipendio, Persona.eta
from    Persona
where   Persona.eta > 40 and Persona.stipendio < 45
```

Interrogazioni su singola tabella (3)

```
select  Persona.stipendio, Persona.eta
from    Persona
where   Persona.eta > 40 and Persona.stipendio < 45
```

Risultato

stipendio	eta
36	47
42	44

Quando non c'è ambiguità nel nome di un attributo (ad es., quando la clausola **from** contiene una sola tabella), questo si può indicare senza farlo precedere dal nome della tabella

$\Longrightarrow$ l'interrogazione precedente equivale a:

```
select  stipendio, eta
from    Persona
where   eta > 40 and stipendio < 45
```

Select distinct

La tabella restituita da una istruzione **select** potrebbe non rappresentare una relazione

Esempio: restituire cognome e nome delle persone che hanno più di 40 anni

Persona

cognome	nome	eta	stipendio
Rossi	Mario	47	36
Verdi	Giulia	35	36
Bianchi	Anna	55	56
Rossi	Mario	44	42

$\pi_{cognome,nome}(\sigma_{eta>40}(Persona))$

```
select cognome, nome
from   Persona
where  eta > 40
```

Select distinct (2)

```
select  cognome, nome
from    Persona
where   eta > 40
```

Risultato

cognome	nome
Rossi	Mario
Bianchi	Anna
Rossi	Mario

```
select  distinct cognome, nome
from    Persona
where   eta > 40
```

Risultato

cognome	nome
Rossi	Mario
Bianchi	Anna

Select *

Esempio: restituire tutti i dati (cognome, nome, età e stipendio) delle persone che hanno più di 40 anni

Persona

cognome	nome	eta	stipendio
Rossi	Mario	47	36
Verdi	Giulia	35	36
Bianchi	Anna	55	56
Rossi	Mario	44	42

$$\pi_{cognome,nome,eta,stipendio}(\sigma_{eta>40}(Persona)) = \sigma_{eta>40}(Persona)$$

```
select cognome, nome, eta, stipendio
from   Persona
where  eta > 40
```

Select * (2)

Risultato

cognome	nome	eta	stipendio
Rossi	Mario	47	36
Bianchi	Anna	55	56
Rossi	Mario	44	42

L'interrogazione è equivalente a:

```
select *
from   Persona
where  eta > 40
```

Select senza where

Se la condizione della clausola **where** è true, la clausola può essere omessa del tutto

Esempio: nome e cognome di tutte le persone

```
select cognome, nome
from Persona
```

che è equivalente a:

```
select cognome, nome
from Persona
where true
```

Condizione like

Esempio: restituire i dati delle persone che hanno un cognome che inizia per 'R'

```
select *
from Persona
where cognome like 'R%'
```

- '%': qualunque stringa
- '_': qualunque carattere

Esempio: **where** cognome **like** 'R_s%'
$\Longrightarrow$ cognome che inizia per 'R' ed ha 's' come terzo carattere (ad es., Rossi)

Condizioni 'is null' e 'is not null'

Esempio: restituire i dati delle persone che hanno più di 40 anni o di cui non si conosce l'età

```
select *
from Persona
where eta > 40 or eta is null
```

Esempio: restituire i dati delle persone di cui si conosce l'età

```
select *
from Persona
where eta is not null
```

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.2.2 (S.B.2.2.3.2.2)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Interrogazioni
Interrogazioni su Tabelle Multiple

Versione 2016-05-15

Interrogazioni su più tabelle

Esempio: restituire gli indirizzi delle officine dove è stato riparato il veicolo di targa 'HK 243 BW'

Officina

nome	indirizzo
FixIt	via delle Spighe 4
CarFix	via delle Betulle 32
MotorGo	piazza Turing 1

Riparazione

officina	codice	veicolo
FixIt	1	HK 243 BW
CarFix	1	AA 662 XQ
MotorGo	2	HK 243 BW

$$\pi_{indirizzo}(\sigma_{veicolo='\text{HK 243 BW}'}(Officina \bowtie_{nome=officina} Riparazione)) =$$
$$\pi_{indirizzo}(Officina \bowtie_{nome=officina} (\sigma_{veicolo='\text{HK 243 BW}'}(Riparazione)))$$

Interrogazioni su più tabelle

Esempio: restituire gli indirizzi delle officine dove è stato riparato il veicolo di targa 'HK 243 BW'

Officina

nome	indirizzo
FixIt	via delle Spighe 4
CarFix	via delle Betulle 32
MotorGo	piazza Turing 1

Riparazione

officina	codice	veicolo
FixIt	1	HK 243 BW
CarFix	1	AA 662 XQ
MotorGo	2	HK 243 BW

```
select Officina.indirizzo
from Officina, Riparazione
where Officina.nome = Riparazione.officina
and Riparazione.veicolo = 'HK 243 BW'
```

Interrogazioni su più tabelle

Esempio: restituire gli indirizzi delle officine dove è stato riparato il veicolo di targa 'HK 243 BW'

Officina

nome	indirizzo
FixIt	via delle Spighe 4
CarFix	via delle Betulle 32
MotorGo	piazza Turing 1

Riparazione

officina	codice	veicolo
FixIt	1	HK 243 BW
CarFix	1	AA 662 XQ
MotorGo	2	HK 243 BW

```
select Officina.indirizzo
from Officina, Riparazione
where Officina.nome = Riparazione.officina
and Riparazione.veicolo = 'HK 243 BW'
```

Risultato

Officina.indirizzo
via delle Spighe 4
piazza Turing 1

Alias di tabelle

```
select Officina.indirizzo
  from Officina, Riparazione
 where Officina.nome = Riparazione.officina
   and Riparazione.veicolo = 'HK 243 BW'
```

può essere riscritta come:

```
select o.indirizzo
  from Officina as o, Riparazione as r
 where o.nome = r.officina
   and r.veicolo = 'HK 243 BW'
```

oppure:

```
select o.indirizzo
  from Officina o, Riparazione r
 where o.nome = r.officina
   and r.veicolo = 'HK 243 BW'
```

Occorrenze multiple di una tabella

Esempio: restituire le targhe dei veicoli che sono stati riparati in almeno due diverse officine

Riparazione

officina	codice	veicolo
FixIt	1	HK 243 BW
CarFix	1	AA 662 XQ
MotorGo	2	HK 243 BW

$$\pi_{v1}(\rho_{officina,veicolo \to o1,v1}(Riparazione) \bowtie_{v1=v2 \wedge o1 \neq o2} \rho_{officina,veicolo \to o2,v2}(Riparazione))$$

Occorrenze multiple di una tabella (2)

```
select distinct r1.veicolo as targa
from Riparazione as r1, Riparazione as r2
where r1.veicolo = r2.veicolo
  and r1.officina <> r2.officina
```

Nota: si osservi anche **select** attributo **as** nuovo_nome

Select SQL e algebra relazionale

In generale, una interrogazione SQL del tipo:

```
select attr1, attr2, ..., attrN
from Tabella1, ..., TabellaM
where condizione
```

è (quasi) equivalente alla seguente espressione in algebra relazionale:

$$\pi_{attr1,\ldots,attrN}(\sigma_{condizione}(Tabella1 \times \cdots \times TabellaM))$$

Il risultato della interrogazione SQL potrebbe avere ennuple duplicate
$\Longrightarrow$ **select distinct** per eliminarli, ma costoso

Select SQL e algebra relazionale (2)

La semantica di una interrogazione SQL del tipo **select** ... **from** ... **where** è data in termini di prodotto cartesiano tra tabelle

Questo non significa che il DBMS esegua davvero il prodotto cartesiano (molto costoso)

Prima di essere eseguita, una interrogazione SQL viene pre-processata dal DBMS che ne calcola il piano di esecuzione, riscrivendola in modo più efficiente

- esecuzione di selezioni (σ, ovvero parti della clausola **where**) e proiezioni (π, parti della clausola **select**) il più presto possibile
- esecuzione di join invece che dei prodotti cartesiani

L'ottimizzazione di interrogazioni è un argomento abbastanza complesso, che verrà presentato in corsi più avanzati

Per l'utente: privilegiare la chiarezza e la leggibilità

Select . . . order by

Il risultato di una interrogazione SQL può essere ordinato
(a proposito di scostamenti con il modello relazionale)

```
select *
from Officina
where ...
order by nome asc
```

Clausola **order by** attr1 **asc**|**desc**, ..., attrN **asc**|**desc**

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.2.3 (S.B.2.2.3.2.3)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Interrogazioni
Funzioni Aggregate

Versione 2016-05-15

Funzioni Aggregate nella Target List: Count

```
select target_list from ... where ...
```

Nelle espressioni della target_list possiamo avere funzioni aggregate

Calcolano un singolo valore a partire da tutte le ennuple
$\Longrightarrow$ il risultato è una tabella con una sola ennupla

Esempio:
Restituire l'elenco delle riparazioni del veicolo 'HK 243 BW':

```
select *
from Riparazione
where veicolo = 'HK 243 BW'
```

officina	codice	veicolo
FixIt	1	HK 243 BW
FixIt	2	HK 243 BW

Restituire il numero di riparazioni del veicolo 'HK 243 BW':

```
select count(*)
from Riparazione
where veicolo = 'HK 243 BW'
```

count(*)
2

Funzioni Aggregate nella Target List: Count (2)

Esempio:
Restituire l'elenco di officine che hanno riparato il veicolo 'HK 243 BW':

```
select officina
from Riparazione
where veicolo = 'HK 243 BW'
```

officina
FixIt
FixIt

Restituire la lunghezza dell'elenco di officine che hanno riparato il veicolo 'HK 243 BW' (non ha molto senso...):

```
select count(officina)
from Riparazione
where veicolo = 'HK 243 BW'
```

count(officina)
2

Funzioni Aggregate nella Target List: Count (3)

Esempio:
Restituire l'elenco delle officine distinte che hanno riparato il veicolo 'HK 243 BW':

```
select distinct officina
from Riparazione
where veicolo = 'HK 243 BW'
```

officina
FixIt

Restituire il numero di officine (distinte) che hanno riparato il veicolo 'HK 243 BW':

```
select count(distinct officina)
from Riparazione
where veicolo = 'HK 243 BW'
```

count(officina)
1

Funzioni Aggregate nella Target List: Count (4)

- **count**(∗): numero di ennuple
- **count**(attributo): numero di valori non NULL per l'attributo (con duplicati)
- **count**(**distinct** attributo): numero di valori non NULL e distinti per l'attributo

Funzioni Aggregate nella Target List: Count (5)

Esempio

Persona

cognome	nome	eta	stipendio
Rossi	Mario	47	36
Verdi	Giulia	35	NULL
Bianchi	Anna	55	56
Rossi	Mario	44	42
Verdi	Giulia	35	56

```
select count(*)
from Persona
```

count(*)
5

```
select count(stipendio)
from Persona
```

count(stipendio)
4

```
select
    count(distinct stipendio)
from Persona
```

count(distinct stipendio)
3

Altre Funzioni Aggregate

- **sum**(attributo): somma su domini numerici o tempo
- **avg**(attributo): valore medio su domini numerici o tempo
- **min**(attributo): valore minimo su domini ordinati
- **max**(attributo): valore massimo su domini ordinati

I valori NULL sono ignorati

Altre Funzioni Aggregate (2)

Esempio:

Persona

cognome	nome	eta	stipendio
Rossi	Mario	47	36
Verdi	Giulia	35	NULL
Bianchi	Anna	55	56
Rossi	Mario	44	42
Verdi	Giulia	35	56

```
select
   count(eta), sum(eta), avg(eta), min(eta), max(eta
       ),
   count(stipendio), sum(stipendio), avg(stipendio),
   min(stipendio), max(stipendio)
from Persona
```

count(eta)	sum(eta)	avg(eta)	min(eta)	max(eta)	count(stipendio)	sum(stipendio)	avg(stipendio)	min(stipendio)	max(stipendio)
5	216	43.2	35	55	4	190	47.5	36	56

Funzioni Aggregate: Omogeneità nella Target List

Persona

cognome	nome	eta	stipendio
Rossi	Mario	47	36
Verdi	Giulia	35	NULL
Bianchi	Anna	55	56
Rossi	Mario	44	42
Verdi	Giulia	35	56

```
select nome, avg(stipendio)
from Persona
```

Errore: di chi sarebbe il nome?

La target-list di una interrogazione **select** ... **from** ... **where** ... deve essere omogenea: se contiene funzioni aggregate non può contenere attributi e viceversa (con una eccezione, v. seguito).

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.2.4 (S.B.2.2.3.2.4)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Interrogazioni
Raggruppamenti

Versione 2016-05-15

Funzioni Aggregate e Raggruppamenti: Group by

Le funzioni aggregate possono essere applicate a partizioni delle ennuple:

Persona

id	nome	stipendio
1001	Luca	45
1002	Anna	48
1003	Giulia	35
1004	Maria	45
1005	Antonio	48

GenFiglio

gen	figlio
1001	1005
1001	1003
1004	1003
1002	1005

Restituire i nomi delle persone con stipendio ≥ 45 con i nomi dei relativi figli:

```
select g.id as gid, g.nome as genitore, f.nome as figlio
from Persona g, GenFiglio gf, Persona f
where g.id = gf.gen and gf.figlio = f.id and g.stipendio >= 45
```

Risultato

gid	genitore	figlio
1001	Luca	Antonio
1001	Luca	Giulia
1002	Anna	Antonio
1004	Maria	Giulia

Funzioni Aggregate e Raggruppamenti: Group by

Le funzioni aggregate possono essere applicate a partizioni delle ennuple:

```
select g.id as gid, g.nome as genitore, count(f.nome)as nFigli
from Persona g, GenFiglio gf, Persona f
where g.id = gf.gen and gf. figlio = f.id and g.stipendio >= 45
group by g.id, g.nome
```

Risultato

gid	genitore	figlio
1001	Luca	Antonio
1001	Luca	Giulia
1002	Anna	Antonio
1004	Maria	Giulia

$\Longrightarrow$

gid	genitore	nFigli
1001	Luca	2
1002	Anna	1
1004	Maria	1

Restituire i nomi delle persone con stipendio ≥ 45, insieme al numero dei loro figli.

Nota: gli attributi nella target list devono comparire tra gli attributi della clausola **group by**

Semantica delle interrogazioni con **group by** ed aggregati

```
select attrA, attrB, aggr(...), ..., aggrN(...)
from Tabella1, ..., TabellaM
where condizione
group by attrA, attrB, attrC, ..., attrG
```

1. Si esegue l'interrogazione
   select $*$ **from** Tabella1, ..., TabellaM **where** condizione
2. Si partizionano le ennuple risultanti mettendo nello stesso gruppo quelle che coincidono nei valori di tutti gli attributi nella clausola **group by**
3. Per ogni gruppo si calcolano indipendentemente i valori delle funzoni aggregate
4. Si restituisce una ennupla per ogni gruppo, con i valori di (alcuni tra) gli attributi della clausola **group by** e i valori delle funzioni aggregate per il singolo gruppo ...

Semantica delle interrogazioni con **group by** ed aggregati

```
select attrA, attrB, aggr(...), ..., aggrN(...)
from Tabella1, ..., TabellaM
where condizione
group by attrA, attrB, attrC, ..., attrG
having condizione_sui_gruppi
```

1. Si esegue l'interrogazione
   `select * from Tabella1, ..., TabellaM where condizione`
2. Si partizionano le ennuple risultanti mettendo nello stesso gruppo quelle che coincidono nei valori di tutti gli attributi nella clausola **group by**
3. Per ogni gruppo si calcolano indipendentemente i valori delle funzoni aggregate
4. Si restituisce una ennupla per ogni gruppo, con i valori di (alcuni tra) gli attributi della clausola **group by** e i valori delle funzioni aggregate per il singolo gruppo ...
5. ...omettendo le ennuple per i gruppi che non soddisfano la condizione **having**

Group by e condizione having

La condizione **having** esprime una condizione sui gruppi
$\Longrightarrow$ può contenere funzioni aggregate

Esempio: Restituire i nomi delle persone con stipendio ≥ 45 ed almeno 2 figli, insieme al numero dei figli.

```
select g.id as gid, g.nome as genitore,
       count(f.nome) as nFigli
from Persona g, GenFiglio gf, Persona f
where g.id = gf.gen and gf.figlio = f.id
  and g.stipendio >= 45
group by g.id, g.nome
having count(f.nome) >= 2
```

Nota 1: Non è possibile utilizzare nella clausola **having** gli alias della target list.

Nota 2: Per maggiore robustezza, è preferibile usare **count**(f.id) invece di **count**(f.nome) (id è chiave primaria di Persona, quindi non può avere valori NULL): questo permetterebbe di contare anche i figli con nome NULL.

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.2.5 (S.B.2.2.3.2.5)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Interrogazioni
Operatori Insiemistici

Versione 2016-05-15

Operatori insiemistici: unione

```
queryA
union [all | distinct]
queryB
```

Restituisce l'unione delle ennuple restituite da queryA e queryB

- **union distinct**: elimina i duplicati (default!!)
- **union all**: mantiene i duplicati

Operatori insiemistici: unione (2)

Esempio:

Persona

nome	eta	reddito
Andrea	27	21
Aldo	25	15
Maria	55	42
Anna	50	35
Filippo	26	30
Luigi	50	40
Franco	60	20
Olga	30	41
Sergio	85	35
Luisa	75	87

Maternita

madre	figlio
Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Paternita

padre	figlio
Sergio	Franco
Luigi	Olga
Luigi	Filippo
Franco	Andrea
Franco	Aldo

Operatori insiemistici: unione (3)

```
select padre, figlio
from paternita
union
select madre, figlio
from maternita
```

padre	figlio
Sergio	Franco
Luigi	Olga
Luigi	Filippo
Franco	Andrea
Franco	Aldo
Luisa	Maria
Luisa	Luigi
Anna	Olga
Anna	Filippo
Maria	Andrea
Maria	Aldo

Nomi degli attributi del risultato dal primo operando

Operatori insiemistici: unione (4)

```
select padre as genitore, figlio
from paternita
union
select figlio, madre as genitore
from maternita
```

genitore	figlio
Sergio	Franco
Luigi	Olga
Luigi	Filippo
Franco	Andrea
Franco	Aldo
Maria	Luisa
Luigi	Luisa
Olga	Anna
Filippo	Anna
Andrea	Maria
Aldo	Maria

Notazione posizionale

Operatori insiemistici: differenza

```
queryA
except
queryB
```

oppure

```
queryA
minus
queryB
```

Restituisce le ennuple di queryA che non sono in queryB

Esempio:

```
select nome
from Impiegato
minus
select cognome
from Impiegato
```

Operatori insiemistici: intersezione

```
queryA
intersect
queryB
```

Restituisce le ennuple comuni a queryA e queryB
$\Longrightarrow$ può essere riscritta in modo più efficiente utilizzando un join

Esempio:

```
select nome
from Impiegato
intersect
select cognome
from Impiegato
```

equivale a

```
select i.nome
from Impiegato i,
     Impiegato j
where i.nome = j.
      cognome
```

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.2.6 (S.B.2.2.3.2.6)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Interrogazioni
Interrogazioni nella Clausola From

Versione 2016-05-15

Query nella clausola from

La clausola **from** può contenere sotto-query

```
select ...
from Persona p,
     (select ... as nome ...
      from ...
      where ...
      group by ...
      having ...) q
where p.nome = q.nome and ...
```

Semantica: valutazione stratificata

1. viene calcolata la query più interna e mantenuta in una tabella temporanea
2. viene calcolata la query più esterna trattando q come se fosse una normale relazione
3. viene cancellata la tabella temporanea creata al punto 1.

Esempio

Persona		
nome	eta	reddito

Maternita	
madre	figlio

Paternita	
padre	figlio

Restituire la media (sulle madri) dei redditi totali dei loro figli:

```
select avg(q.tot_reddito_figli) as
    avg_reddito_totale_figli
from (select m.nome as madre,
             sum(f.reddito) as tot_reddito_figli
      from Maternita m, Persona f
      where m.figlio = f.nome
      group by m.nome
) as q
```

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.2.7 (S.B.2.2.3.2.7)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Interrogazioni
Interrogazioni Annidate

Versione 2016-05-15

Query Annidate (nested)

La clausola where può contenere condizioni su sotto-query:

- attr = (**select** aggregato() **from** ...)
- attr > (**select** aggregato() **from** ...)
- attr >= (**select** aggregato() **from** ...)
- attr < (**select** aggregato() **from** ...)
- attr <= (**select** aggregato() **from** ...)
- attr <> (**select** aggregato() **from** ...)
- attr =**any** (**select** ...)
  oppure attr **in** (**select** ...)
- attr =**all** (**select** ...)
- attr <**any** (**select** ...)
- attr <=**any** (**select** ...)
- attr >**any** (**select** ...)
- attr >=**any** (**select** ...)
- attr <>**any** (**select** ...)
- attr <**all** (**select** ...)
- attr <=**all** (**select** ...)
- attr >**all** (**select** ...)
- attr >=**all** (**select** ...)
- attr <>**all** (**select** ...)
  oppure attr **not in** (**select** ...)
- **exists** (**select** ...)
- **not exists** (**select** ...)

Esempio 1

Restituire nome e reddito dei padri di persone con reddito > 20:

Persona

nome	eta	reddito

Paternita

padre	figlio

```
select distinct p.nome, p.reddito
from Persona p, Paternita pat, Persona f
where p.nome = pat.padre and f.nome = pat.figlio
  and f.reddito > 20
```

oppure

```
select distinct nome, reddito
from Persona p
where p.nome =any (select pat.padre
                   from Paternita pat, Persona f
                   where f.nome = pat.figlio
                     and f.reddito > 20
)
```

Esempio 2

Restituire i dati delle persone con reddito maggiore del reddito di tutte le persone di età < 30

Persona

nome	eta	reddito

```
select nome
from Persona p
where p.reddito >all
    (select reddito from Persona where eta < 30)
```

oppure

```
select nome
from Persona p
where p.reddito >
     (select max(reddito) from Persona where eta <
         30)
```

Esempio 3

Restituire i dati delle persone con almeno un figlio

Persona

nome	eta	reddito

Paternita

padre	figlio

Maternita

madre	figlio

```
select *
from Persona p
where exists (select *
              from Paternita
              where padre = p.nome)
  or exists (select *
             from Maternita
             where madre = p.nome)
```

Query annidata e correlata: l'attributo p.nome nella query annidata si riferisce alla relazione p nella clausola **from** della query più esterna

Query Annidate: Semantica

Semantica delle query nidificate:

Per ogni ennupla t definita dalla clausola **from** della query esterna:

1. esegui la sotto-query (che può dipendere da t)
2. usa il risultato della sotto-query per valutare se la ennupla t deve far parte del risultato.

Questa è la semantica delle query annidate, non l'algoritmo usato dal DBMS

Query Annidate: Efficienza

- Le query annidate possono porre problemi di efficienza: i DBMS non sono bravi ad ottimizzarle (in special modo quelle correlate).
- In particolar modo, i DBMS non sono in grado di ottimizzare a dovere le query annidate e correlate.
- Le query annidate (soprattutto se correlate) andrebbero quindi evitate il più possibile, anche se talvolta sono più leggibili.

Query Annidate: Limitazioni

Le sotto-query di una query annidata devono rispettare alcune limitazioni:

- Le sotto-query non possono contenere operatori insiemistici (**union**, **intersect** , **except** o minus)
- Sebbene una sotto-query può far riferimento a variabili definite in blocchi più esterni (interrogazioni annidate e correlate), non è possibile, in una query, fare riferimento a variabili definite in blocchi più interni (ovviamente!).

Esempio 4

Restituire nome ed età delle madri che hanno almeno un figlio la cui età differisce meno di 20 anni dalla loro.

Persona

nome	eta	reddito

Paternita

padre	figlio

Maternita

madre	figlio

```
select nome, eta
from Persona p, Maternita mat
where p.nome = mat.madre
  and mat.figlio in (select q.nome
                     from Persona q
                     where p.eta - q.eta < 20)
```

Esempio 5

Restituire i dati delle persone con il reddito più alto.

Persona		
nome	eta	reddito

Paternita	
padre	figlio

Maternita	
madre	figlio

```
select *
from Persona
where reddito = (select max(reddito) from Persona)
```

oppure

```
select *
from Persona
where reddito >=all (select reddito from Persona)
```

Esempio 6

Restituire i dati delle persone che hanno la coppia (età, reddito) diversa da tutte le altre.

Persona

nome	eta	reddito

Paternita

padre	figlio

Maternita

madre	figlio

```
select *
from Persona p
where (eta, reddito)
      not in (select eta, reddito
              from Persona
              where nome <> p.nome)
```

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.2.8 (S.B.2.2.3.2.8)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Interrogazioni
Join Espliciti

Versione 2016-05-15

Join Esplicito

SQL prevede una sintassi esplicita per l'operazione di join:

```
select ...
from <Tabella A> join <Tabella B>
     on <condizione di join>
where <altre condizioni>
```

Equivalente a:

```
select ...
from <Tabella A>, <Tabella B>
where <condizione di join> and <altre condizioni>
```

Sintassi non molto usata: il modulo del DBMS dedicato all'ottimizzazione delle query riscrive automaticamente una query in termini di operazioni di join, quando possibile

Esempio 1

Restituire madre e padre di ogni persona.

Persona

nome	eta	reddito

Paternita

padre	figlio

Maternita

madre	figlio

```
select mat.figlio as persona,
       mat.madre as madre, pat.padre as padre
from Maternita mat, Paternita pat
where mat.figlio = pat.figlio
```

ma anche:

```
select mat.figlio as persona,
       mat.madre as madre, pat.padre as padre
from Maternita mat join Paternita pat
       on mat.figlio = pat.figlio
```

Join Naturale

Esiste anche il costrutto **natural join** che effettua il join naturale.

Join naturale: equi-join su attributi omonimi di relazioni diverse.

```
select mat.figlio as persona,
       mat.madre as madre, pat.padre as padre
from Maternita mat, Paternita pat
where mat.figlio = pat.figlio
```

ma anche:

```
select mat.figlio as persona,
       mat.madre as madre, pat.padre as padre
from Maternita mat join Paternita pat
       on mat.figlio = pat.figlio
```

ma anche:

```
select mat.figlio as persona,
       mat.madre as madre, pat.padre as padre
from Maternita mat natural join Paternita pat
```

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.2.9 (S.B.2.2.3.2.9)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Interrogazioni
Outer Join

Versione 2016-05-15

Outer Join: Motivazione

In un join tra due relazioni R_1 e R_2:

- Una ennupla r_1 di R_1 partecipa al risultato solo se esiste una ennupla r_2 di R_2 per cui (r_1, r_2) soddisfa la condizione di join.
- Una ennupla r_2 di R_2 partecipa al risultato solo se esiste una ennupla r_1 di R_1 per cui (r_1, r_2) soddisfa la condizione di join.

Esempio: restituire madre e padre di ogni persona.

Persona		
nome	eta	reddito

Paternita	
padre	figlio

Maternita	
madre	figlio

```
select mat.figlio as persona,
mat.madre as madre, pat.padre as padre
from Maternita mat join Paternita pat
on mat.figlio = pat.figlio
```

Una ennupla mat di Maternita partecipa al risultato in una coppia (mat, pat) per ogni ennupla pat di Paternita per cui (mat, pat) soddisfa "mat. figlio = pat. figlio ".

$\Longrightarrow$ Una persona senza padre o senza madre noti non farà parte del risultato.

Left Outer Join

Esempio: restituire madre e, se noto, padre di ogni persona.

Persona		
nome	eta	reddito

Paternita	
padre	figlio

Maternita	
madre	figlio

```
select mat.figlio as persona,
mat.madre as madre, pat.padre as padre
from Maternita mat left outer join Paternita pat
on mat.figlio = pat.figlio
```

In un left outer join, tutte le ennuple di Maternita (relazione a sinistra) partecipano al risultato. Per ogni ennupla mat di Maternita:

- mat partecipa al risultato in una coppia (mat, pat) per ogni ennupla pat di Paternita per cui (mat, pat) soddisfa la condizione di join.
- Inoltre, se non esiste alcuna ennupla pat di Paternita per cui (mat, pat) soddisfa la condizione di join, allora mat partecipa al risultato sotto forma di (mat, **NULL**, ..., **NULL**).

Right Outer Join

Esempio: restituire padre e, se nota, madre di ogni persona.

Persona		
nome	eta	reddito

Paternita	
padre	figlio

Maternita	
madre	figlio

```
select mat.figlio as persona,
mat.madre as madre, pat.padre as padre
from Maternita mat right outer join Paternita pat
on mat.figlio = pat.figlio
```

In un right outer join, tutte le ennuple di Paternita (relazione a destra) partecipano al risultato. Per ogni ennupla pat di Paternita:

- pat partecipa al risultato in una coppia (mat, pat) per ogni ennupla mat di Maternita per cui (mat, pat) soddisfa la condizione di join.
- Inoltre, se non esiste alcuna ennupla mat di Maternita per cui (mat, pat) soddisfa la condizione di join, allora pat partecipa al risultato sotto forma di (**NULL**, ..., **NULL**, pat).

Full Outer Join

Esempio: restituire i genitori noti di ogni persona con almeno un genitore noto.

```
select *
from Maternita mat full outer join Paternita pat
on mat.figlio = pat.figlio
```

In un full outer join, tutte le ennuple di Maternita e tutte le ennuple di Paternita (entrambe le relazioni) partecipano al risultato:

- Ogni ennupla mat di Maternita partecipa al risultato in una coppia (mat, pat) per ogni ennupla pat di Paternita per cui (mat, pat) soddisfa la condizione di join.
- Ogni ennupla pat di Paternita partecipa al risultato in una coppia (mat, pat) per ogni ennupla mat di Maternita per cui (mat, pat) soddisfa la condizione di join.
- Le ennuple mat di Maternita che non sono state incluse, partecipano al risultato sotto forma di (mat, **NULL**, ..., **NULL**).
- Le ennuple pat di Maternita che non sono state incluse, partecipano al risultato sotto forma di (**NULL**, ..., **NULL**, pat).

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.3 (S.B.2.2.3.3)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Espressioni

Versione 2016-05-15

Espressioni nel Comando Select

La target list e la clausola where dell'istruzione **select** possono contenere espressioni.

Esempi:

```
select nome, reddito, reddito/12 as stipendioMese
from Impiegato where eta-2 < 30*reddito

select eta, count(*)+max(reddito) as nonHaSenso
from Impiegato group by eta

select initcap(nome),
sqrt(eta+sin(reddito))-round(reddito/100) as nonHaSenso
from Impiegato
where eta < round(sqrt(850)+length(nome))
```

Espressioni nel Comando Update

Anche i comandi **update** possono contenere espressioni.

Esempio: Vogliamo incrementare di 1 il valore dell'attributo voto di tutte le ennuple della tabella Esame relative allo studente con matricola 1101 (stando attenti a non superare mai il valore 30):

Esame

studente	corso	voto
1101	590	28
1101	591	30
1103	593	25

```
update Esame
set voto = least(voto+1, 30)
where matricola = '1101'
```

Nota: la funzione SQL least (di arità variabile) restituisce il minimo tra i valori nella lista degli argomenti (la funzione **min** è una funzione aggregata e serve ad altro).

Espressioni nel Comando Update

Anche i comandi **update** possono contenere espressioni.

Esempio: Vogliamo incrementare di 1 il valore dell'attributo voto di tutte le ennuple della tabella Esame relative allo studente con matricola 1101 (stando attenti a non superare mai il valore 30):

Esame

studente	corso	voto
1101	590	28
1101	591	30
1103	593	25

$\Longrightarrow$

Esame

studente	corso	voto
1101	590	29
1101	591	30
1103	593	25

```
update Esame
set voto = least(voto+1, 30)
where matricola = '1101'
```

Nota: la funzione SQL least (di arità variabile) restituisce il minimo tra i valori nella lista degli argomenti (la funzione **min** è una funzione aggregata e serve ad altro).

Espressioni nel Comando Insert

Ovviamente anche i comandi **insert** possono contenere espressioni.

Esempio:

Esame

studente	corso	voto
1101	590	29
1101	591	30
1103	593	25

```
insert into Esame(studente, corso, voto)
values ('1101', '593', 25+2)
```

Espressioni nel Comando Insert

Ovviamente anche i comandi **insert** possono contenere espressioni.

Esempio:

Esame

studente	corso	voto
1101	590	29
1101	591	30
1103	593	25

$\Longrightarrow$

Esame

studente	corso	voto
1101	590	29
1101	591	30
1103	593	25
1101	593	27

```
insert into Esame(studente, corso, voto)
values ('1101', '593', 25+2)
```

Funzioni Disponibili

- I DBMS mettono a disposizione molte funzioni, che possono essere usate nelle espressioni. In particolare, funzioni su:
  - stringhe
  - interi
  - reali
  - timestamp
  - etc.
- Gli utenti possono definire ulteriori funzioni.

$\Longrightarrow$ Consultare il manuale del DBMS in uso.
(Gli esempi in questo corso sono relativi a PostgreSQL.)

Funzioni su stringhe che ritornano stringhe

Alcuni esempi:
(Consultare il manuale del DBMS per i dettagli e per una lista esaustiva)

- upper(string), lower(string), initcap(string)
  Restituisce la stringa tutta in maiuscolo, tutta in minuscolo, solo con la prima lettera maiuscola rispettivamente.
- lpad(string,length,pad), rpad(string,length,pad)
  Restituisce la stringa spostata sulla sinistra o sulla destra fino a length caratteri usando il carattere di riempimento pad (default: ' ', ovvero singolo spazio).
- ltrim(string, trimlist), rtrim(string, trimlist)
  Restituisce la stringa con la parte più a sinistra o più a destra che fa match con i caratteri in trimlist rimossi (default: singolo spazio).

Funzioni su stringhe che ritornano stringhe (2)

- replace(string, target, replacement)
  Restituisce la stringa con tutte le occorrenze di target rimpiazzate con replacement. Se replacement è omesso, tutte le occorrenze di target sono cancellate.
- substr(string, pos, len)
  Restituisce la sottostringa di string che comincia alla posizione pos ed è lunga len caratteri. Se pos è negativo, la posizione viene calcolata dalla fine di string. Il primo carattere della stringa ha posizione 1.
- translate(string, fromlist, tolist)
  Restituisce la stringa con ogni carattere in fromlist rimpiazzato con il corrispondente carattere in tolist.

Funzioni su stringhe che ritornano stringhe (3)

- to_char(number, format)
  Formatta il numero number secondo la stringa format (che deve essere tra singoli apici). Consultare il manuale del DBMS per informazioni sul formato.

  Esempio:

```
select
to_char(1250000, '$9 999 999.99') as result1;
select
to_char(date('2013-05-21'), 'DD FMMonth YYYY')
as result2;
```

result1
$ 1 250 000.00

result2
21 May 2013

Funzioni su stringhe che restituiscono interi

Alcuni esempi:
(Consultare il manuale del DBMS per i dettagli e per una lista esaustiva)

- position(string, substring) (in PostgreSQL: strpos)
  Restituisce la prima posizione della stringa substring in string. Se in string non vi è alcuna occorrenza di substring, allora restituisce 0.
- length(string)
  Ritorna la lunghezza di string.

Funzioni matematiche

Alcuni esempi:
(Consultare il manuale del DBMS per i dettagli e per una lista esaustiva)

- abs(value)
- exp(value)
- log(value)
- log(base, value)
- power(base, exp)
- sqrt(value)
- ceil(value)
- floor(value)
- round(value)
- trunc(value)
- cos(value)
- sin(value)
- acos(value)
- ...

Molte funzioni non standard ma implementate in molti DBMS.

Altre Funzioni Disponibili

Altre funzioni disponibili su PostgreSQL:

- funzioni per pattern matching (similar per espressioni regolari)
- funzioni per i tipi datetime, timestamp etc.
- funzioni di supporto al tipo enum
- funzioni per tipi geometrici
- funzioni per la manipolazioni di sequenze
- funzioni aggregate statistiche
- ...

Consultare il manuale del DBMS per i dettagli e per una lista esaustiva.

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.4 (S.B.2.2.3.4)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Inserimento, Cancellazione e Modifica (Comandi Avanzati)

Versione 2016-05-15

Inserimento da Query

Abbiamo già visto il costrutto:

insert into Tabella(attributi) **values** (...)

per inserire una ennupla in una tabella.

È possibile inserire in una tabella tutte le ennuple risultato di una query:

```
insert into Tabella(attributi) select ...
```

Esempio:

```
insert into Persona(nome, eta, stipendio)
  select padre, NULL, NULL
  from Paternita
  where padre not in (select nome from Persona)
```

Cancellazione da Query

Abbiamo già visto il costrutto:

delete from Tabella [**where** condizione]

per cancellare le ennuple di una tabella che soddisfano condizione.

La condizione può contenere query annidate.

Esempio:

```
delete from Paternita
where figlio not in (select nome from Persona)
```

Esistono versioni del comando **delete** che permettono di esprimere condizioni su tabelle multiple.

Inserimento di Valori di Default

Abbiamo visto come definire valori di default per attributi di tabelle:

```
create table Persona (
    cf char(16) not null,
    nome varchar(100) not null,
    cognome varchar(100) not null,
    stipendio integer not null default 50,
    primary key (cf)
);
```

Esempio di inserimento di una ennupla:

```
insert into Persona(cf, nome, cognome, stipendio)
  values ('xxx.....xxx', 'Mario', 'Rossi', 45)
```

ma anche:

```
insert into Persona(cf, nome, cognome)
  values ('xxx.....xxx', 'Mario', 'Rossi')
```

$\Longrightarrow$ Il valore per l'attributo stipendio sarà pari al valore di default.

Modifica a Valori di Default

Abbiamo visto come definire valori di default per attributi di tabelle:

```
create table Persona (
    cf char(16) not null,
    nome varchar(100) not null,
    cognome varchar(100) not null,
    stipendio integer not null default 50,
    primary key (cf)
);
```

Esempio di modifica di una ennupla:

```
update Persona
  set stipendio = 60 where cf = 'xxx.....xxx'
```

ma anche:

```
update Persona
  set stipendio = DEFAULT where cf = 'xxx.....xxx'
```

$\Longrightarrow$ Il valore per l'attributo stipendio sarà pari al valore di default.

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica
Laurea in Informatica

Basi di Dati, Modulo 2

Prof. Toni Mancini, Prof. Federico Mari
Dipartimento di Informatica
http://tmancini.di.uniroma1.it
http://mari.di.uniroma1.it

Slides B.2.2.3.5 (S.B.2.2.3.5)

Basi di Dati Relazionali
Sistemi di Gestione di Basi di Dati Relazionali
Il Linguaggio SQL
Data Manipulation Language
Transazioni

Versione 2016-05-15

Transazioni

Spesso è necessario:

- effettuare più modifiche contestuali ad un database
- fare in modo che il database sia utilizzabile concorrentemente da più utenti e/o processi.

In queste ed altre situazioni abbiamo bisogno del concetto di transazione.

Esempio

```
create table ContoCorrente (
    id integer not null primary key,
    saldo real not null,
    check (saldo >= 0)
)
```

Esempio: Effettuare un giroconto di EUR 1000 dal conto corrente 111111 al conto corrente 999999.

```
update ContoCorrente
  set saldo = saldo - 1000 where id = '111111';
update ContoCorrente
  set saldo = saldo + 1000 where id = '999999';
```

Cosa succede se:

- Il conto 111111 non ha saldo sufficiente?
- Avviene un malfunzionamento dopo il primo comando?

Transazioni: proprietà ACID

Un DBMS si dice transazionale se supporta il concetto di transazione.

Transazione: insieme di operazioni da considerare indivisibile, corretto anche in presenza di concorrenza, e con effetti definitivi.

Le transazioni sono:

- Atomiche
- Consistenti
- Isolate
- Durevoli (persistenti)

Transazioni: proprietà ACID (2)

Le transazioni sono... atomiche

La sequenza di operazioni sulla base dati è indivisibile:

- o vengono resi visibili tutti i suoi effetti
- oppure la transazione non deve avere alcun effetto sui dati.

Non è possibile lasciare la base dati in uno stato intermedio attraversato durante l'esecuzione della transazione.

Se si verifica un errore durante l'esecuzione di una transazione, il DBMS deve ripristinare lo stato che la base dati aveva al momento dell'avvio della transazione.

Transazioni: proprietà ACID (3)

Le transazioni sono. . . consistenti

Al termine dell'esecuzione della transazione, tutti i vincoli sulla base dati devono essere soddisfatti. In caso contrario, il DBMS deve ripristinare lo stato che la base dati aveva al momento dell'avvio della transazione.

Nota: durante l'esecuzione della transazione, ci possono essere violazioni dei vincoli (ad es., foreign key, inclusione, esterni) definiti come deferred.

Transazioni: proprietà ACID (4)

Le transazioni sono. . . isolate

L'esecuzione di una transazione deve essere indipendente dall'esecuzione contemporanea di altre transazioni (non interferenza).

Il risultato dell'esecuzione concorrente di un insieme di transazioni deve essere analogo all'esecuzione delle stesse transazioni in sequenza.

Transazioni: proprietà ACID (5)

Le transazioni sono. . . durevoli

L'effetto di una transazione completata con successo deve essere persistente ed essere mantenuto in modo definitivo nella base dati.

Esecuzione di transazioni in SQL

Comandi principali:

- start **transaction** (o begin **transaction**)
  inizia una transazione
- **commit** work
  termina la transazione con successo (dati salvati)
- **rollback** work
  abortisce una transazione (dati ripristinati, come se nessun comando della transazione fosse stato mai eseguito).

Nota: non tutti i DBMS supportano transazioni annidate. Ad esempio, PostgreSQL le supporta solo parzialmente mediante il costrutto savepoint.

Esecuzione di transazioni in SQL (2)

Esempio: giroconto di EUR 1000 dal conto corrente 111111 al conto corrente 999999.

```
begin transaction;
update ContoCorrente
  set saldo = saldo - 1000 where id = '111111';
update ContoCorrente
  set saldo = saldo + 1000 where id = '999999';
commit work;
```