Il DBMS PostgreSQL

Laboratorio di basi di dati
Giovanni Livraga, Valerio Bellandi
Dipartimento di Informatica
Università degli Studi di Milano
http://islab.di.unimi.it/bdlab1

Supporto allo standard (1)

Nome Informale	Nome Ufficiale	Caratteristiche
SQL base	SQL-86	costrutti base
	SQL-89	integrità referenziale
SQL-2	SQL-92	modello relazionale
		nuovi costruttori
		entry, intermediale, full SQL
SQL-3	SQL:1999	modello relazionale ad oggetti
		trigger, funzioni esterne, …
	SQL:2003	estensioni al modello ad oggetti
		eliminazione di costrutti non usati
		nuove parti (e.g., SQL/XML)
	SQL:2006	estensione del supporto XML
	SQL:2008	lievi aggiunte
	SQL:2011	ricco supporto per dati temporali
	SQL:2016	gestione formato JSON

Supporto allo standard (2)

- PostgreSQL supporta lo standard SQL:1999
  - Complex queries, Foreign keys, Triggers, Views, Transactional integrity, Multiversion concurrency control
- Estensioni
  - Data types
  - Functions
  - Aggregate functions
  - Index methods
  - Procedural languages
  - Concurrency and transaction management
  - Il costrutto ASSERTION è implementato mediante uso di trigger
  - Le viste materializzate sono realizzate mediante tabelle e trigger

Cluster e istanze di PostgreSQL

- Un cluster è una collezione di basi di dati gestite da una singola istanza di PostgreSQL
  - il cluster è un'area del disco rigido destinata a memorizzare i file delle basi di dati presenti sul DBMS
- Sul medesimo elaboratore, è possibile installare più istanze di PostgreSQL
  - le istanze sono fra loro indipendenti
  - ogni istanza memorizza e gestisce la propria collezione di basi di dati

Controllo dell'accesso

- Un cluster è dotato di un file **pg_hba.conf** mediante il quale è possibile definire le politiche di accesso al DBMS con regole analoghe a quelle di un firewall
- Le modifiche al file hba.conf vengono recepite al successivo riavvio del DBMS
- hba.conf è composto da regole, la cui priorità segue l'ordine di definizione

Regole di accesso

Ogni regola ha la seguente struttura

- type = { local | host | hostssl }
  - indica se la regola si applica a connessioni local (socket unix), host (socket TCP/IP) o hostssl (socket TCP/IP + SSL)
  - Le connessioni local sono utilizzate solo su piattaforma UNIX. Su piattaforma Windows vengono sempre utilizzate connessioni host
- database = { all | sameuser | <lista_db> }
  - indica i database a cui si applica la regola
- user = { all | <lista_utenti> }
  - indica gli utenti a cui si applica la regola
- cidr-address = <indirizzo/i_IP>
  - indica l'indirizzo IP (o la famiglia di indirizzi IP) a cui si applica la regola
- method = { trust | reject | md5 | ident | pam }
  - azione da compiere quando la regola viene attivata

Metodi di accesso

I principali metodi previsti da hba.conf sono:

- **trust**: accesso consentito senza verificare le credenziali dell'utente
- **reject**: accesso negato
- **md5**: accesso consentito previa verifica delle credenziali dell'utente sul DBMS (credenziali trasmesse su canale criptato con MD5)
- **Ident/peer**: accesso consentito agli oggetti del DBMS su cui l'utente di sistema da cui arriva la chiamata ha privilegi (ident: connessioni remote, peer: connessioni locali)
- **pam**: accesso consentito previa verifica delle credenziali dell'utente di sistema da cui arriva la chiamata mediante PAM (meccanismo di autenticazione)

Esempio di hba.conf

TYPE	DB	USER	CIDR-ADDR	METHOD
host	all	stefano	127.0.0.1/32	trust
host	all	all	127.0.0.1/32	md5
host	all	all	0.0.0.0/0	reject

- Domande
  - L'utente "stefano" può collegarsi da remoto alla base di dati "ospedale"?
  - Quale accesso è previsto per l'utente "mario"?

Creazione di schemi di basi di dati

- Una base di dati viene creata con la seguente istruzione

```
CREATE SCHEMA [NomeSchema]
[AUTHORIZATION Username]
[{ElementoSchema}]
```

- **NomeSchema**. E' il nome dello schema creato. Se omesso, coincide con il nome dell'utente che ha lanciato il comando
- **Username**. E' il nome dell'utente proprietario dello schema. Se omesso, coincide con il nome dell'utente che ha lanciato il comando
- **ElementoSchema**. Permette di specificare le strutture appartenenti allo schema

Contenuto di uno schema

- All'interno di uno schema possono essere creati i seguenti elementi (ElementoSchema nella slide precedente)
  - Domini (CREATE DOMAIN)
  - Tabelle (CREATE TABLE)
  - Asserzioni (CREATE ASSERTION)
  - Viste (CREATE VIEW)
  - Creazione utenti (CREATE USER)
  - Privilegi (GRANT / REVOKE)

L’istruzione CREATE DATABASE

- Oltre all’istruzione CREATE SCHEMA, i DBMS possiedono anche l’istruzione CREATE DATABASE che tuttavia NON è un’istruzione standard di SQL

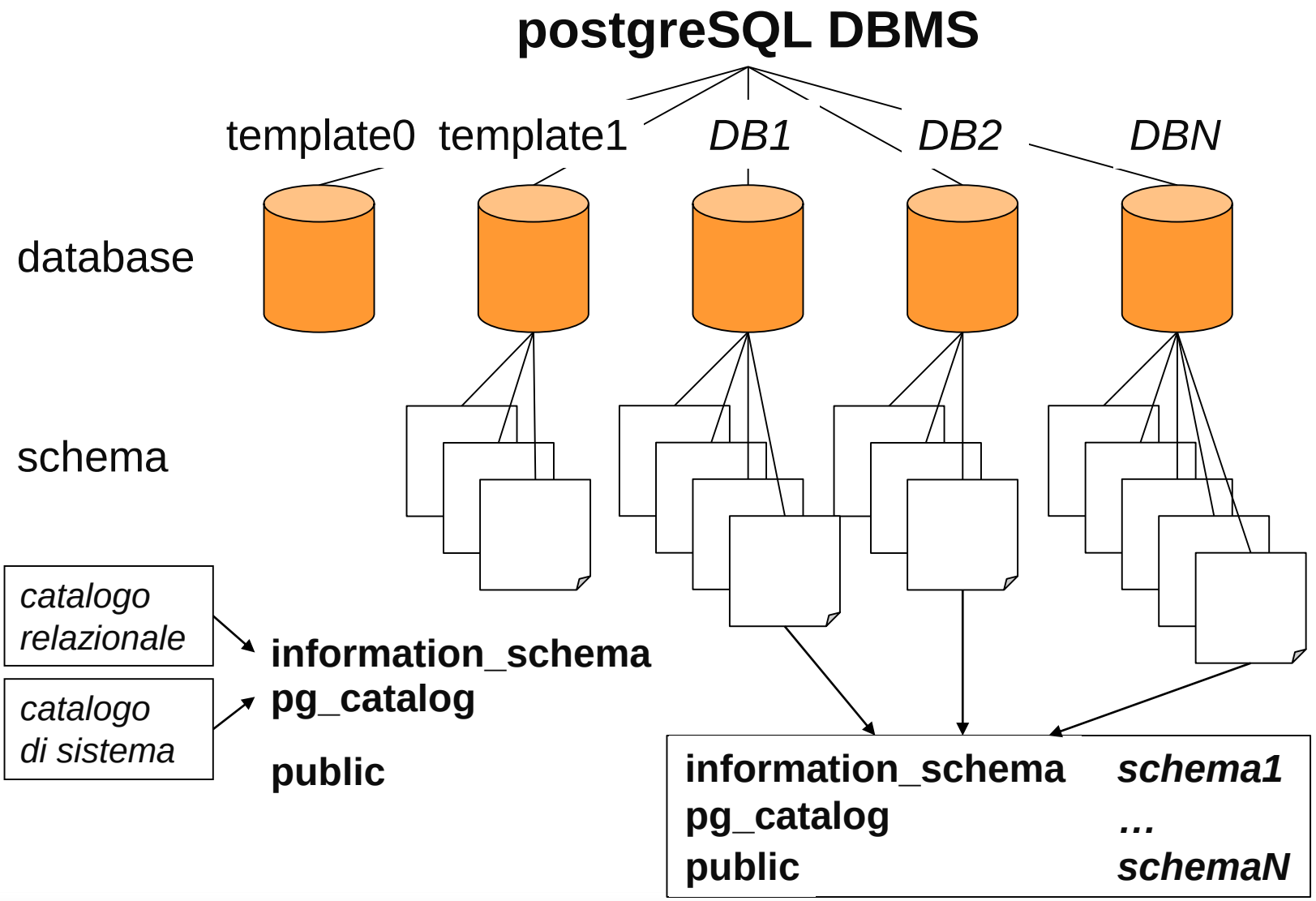
```
CREATE DATABASE NomeDB
[ [WITH] [OWNER [=] Username]
[ ENCODING [=] encoding ] ]
```

- **NomeDB**. E’ il nome della base di dati creata
- **Username**. E’ il nome dell’utente proprietario della base di dati. Se omesso, coincide con il nome dell’utente che ha lanciato il comando
- **Encoding**. Indica la codifica dei caratteri da utilizzare nella base di dati (e.g., SQL_ASCII, UTF8)

Schema vs. database

- La relazione fra database e schema dipende dal DBMS su cui tali oggetti sono creati
- Esempi
  - Oracle Express Edition
    - Esiste un unico database (non esiste CREATE DATABASE) in cui sono creati tutti gli schemi (CREATE SCHEMA)
  - PostgreSQL
    - possono essere creati più database (CREATE DATABASE) e ogni database può contenere più schemi (CREATE SCHEMA)

Schema vs. database - PostgreSQL



Schema vs. database - PostgreSQL

- Nella prassi, per creare una base di dati in postgreSQL utilizzare il comando CREATE DATABASE
- Nel database è possibile creare schemi con il comando CREATE SCHEMA
- Se non si creano schemi, gli elementi della base di dati saranno inseriti nello schema public
- Per accedere a uno specifico schema diverso da public usare il comando *SET search_path*

Catalogo relazionale

- Il catalogo relazionale fornisce una descrizione degli elementi dello schema che costituiscono la base di dati
- Nei DBMS relazionali il catalogo è costituito a sua volta da una base di dati (riflessività)
- In PostgreSQL il catalogo relazionale si chiama information_schema
- In ogni database PostgreSQL esiste anche uno schema chiamato pg_catalog. Questo è un catalogo di sistema (definito secondo un modello proprietario) che contiene i built-in data type, le funzioni e gli operatori previsti dal DBMS

Creazione di utenti

- Lo standard SQL lascia all'implementazione la definizione del comando per la creazione di utenti
- PostgreSQL realizza la creazione di utenti mediante CREATE USER e CREATE ROLE che sono fra loro alias

CREATE USER <*nome_utente*> [[WITH] option [...]]

elenco di opzioni disponibili (in corsivo le opzioni predefinite):

SUPERUSER | *NOSUPERUSER* |
CREATEDB | *NOCREATEDB* |
CREATEROLE | *NOCREATEROLE* |
[ENCRYPTED | *UNENCRYPTED*] PASSWORD 'password' |
VALID UNTIL 'timestamp'

Creazione di tabelle

- L’istruzione per la creazione di tabelle è conforme allo standard SQL

```
CREATE TABLE NomeTabella (
        NomeAttributo Dominio [ValoreDefault] [Vincoli]
        {, NomeAttributo Dominio [ValoreDefault]
[Vincoli]}
[AltriVincoli]
)
```

Tipi di dato (domini) elementari

<table>
<tr><td rowspan="3">Numerico esatto (virgola fissa)</td><td rowspan="2">Intero</td><td>Integer</td></tr>
<tr><td>Smallint</td></tr>
<tr><td>Intero e decimale</td><td>Numeric</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Numerico approssimato (virgola mobile)</td><td>Real</td><td rowspan="3">Non supportano confronti di uguaglianza/disuguaglianza sui valori memorizzati</td></tr>
<tr><td>Double precision</td></tr>
<tr><td>Float</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Testuale</td><td colspan="2">Character (char)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Character varying (varchar)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Booleano</td><td colspan="2">Bit, Boolean</td></tr>
<tr><td colspan="2">Bit varying</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Temporale</td><td colspan="2">Date</td></tr>
<tr><td colspan="2">Time</td></tr>
<tr><td colspan="2">Timestamp</td></tr>
</table>

Ulteriori tipi di dato – BLOB e CLOB

- Consentono di rappresentare oggetti di grandi dimensioni (e.g., dati multimediali, semistrutturati)
  - sequenza di valori binari (blob, binary large object)
  - sequenza di caratteri (clob, character large object)
- Il sistema garantisce la memorizzazione, ma non è possibile utilizzare il valore come criterio di selezione per le ricerche e le interrogazioni
- Sono implementati con caratteristiche diverse a seconda del sistema
- In alternativa a BLOB e CLOB, è possibile salvare questi oggetti in una cartella specifica del file system e memorizzare nella base di dati il path che punta al file
  - ↑ gestione più semplice dal punto di vista della base di dati
  - ↓ problemi di sicurezza/omonimia per la gestione dei file

BLOB e CLOB in PostgreSQL

- Esistono due strategie per memorizzare oggetti BLOB in PostgreSQL
  - tipo di dato **bytea**. L'oggetto è memorizzato come sequenza di byte. Richiede l'uso di funzioni di streaming per caricare/accedere i valori inseriti (metodo suggerito per oggetti di piccole dimensioni)
  - tipo di dato **oid**. L'oggetto è memorizzato in una tabella separata (e gestita dal DBMS) mentre l'attributo memorizza un id che punta all'oggetto (metodo suggerito per oggetti di grandi dimensioni)
- Per memorizzare oggetti CLOB utilizzare il tipo di dato **text** che può contenere una stringa di lunghezza variabile senza limite superiore (salvo restrizioni di tipo disk quota)

Il tipo di dati *serial* di PostgreSQL

- PostgreSQL mette a disposizione il tipo di dato serial
- Si tratta di un tipo di dato numerico intero su cui è definita una *sequenza di passo 1*
- E' molto utile per realizzare attributi contenenti identificatori numerici autogenerati
- Nonostante sia di utilizzo molto comune, NON è un tipo di dato standard

Esempi

- Quale tipo di dato è più appropriato per ciascuno dei seguenti casi?
  - matricola di studente universitario
  - indirizzo di residenza di un cliente
  - stipendio di un dipendente
  - fotografia di un edificio
  - contatore degli accessi ad un sito
  - contratto di lavoro
  - una codifica per uno dei seguenti valori: Milano, Roma, Firenze, Torino
  - ultima connessione di un utente applicativo
  - poltrone libere/occupate in una sala cinematografica

Dump di una base di dati PostgreSQL

- E' l'istruzione per esportare una basi di dati ospitata su un DBMS
- In PostgreSQL, il dump di una base di dati è possibile dal prompt dei comandi mediante l'utility **pg_dump** utilizzando la seguente istruzione:

pg_dump [opzioni] [-f <path_output_file>] <nome_db>
[-h <host>] [-U <utente>]

- Come risultato, la base di dati <nome_db> viene esportata nel file <path_output_file>
- Mediante le opzioni è possibile configurare il comportamento di pg_dump. Per esempio, è possibile specificare se salvare solo lo schema o solo le istanze di <nome_db>. Consultare il manuale per maggiori dettagli
- In aggiunta a pg_dump, l'utility **pg_dumpall** consente il dump di un intero cluster (tutte le basi di dati ospitate su un DBMS)

Restore di una base di dati PostgreSQL

- L'istruzione di restore si realizza invocando il client psql e ridirigendo l'input

psql <nome_db> [-h <host>] [-U <utente>] < <path_input_file>

- Le istruzioni contenute nel file <path_input_file> vengono eseguite nella base di dati <nome_db>
- <path_input_file> è il risultato di una precedente istruzione dump
- E' necessario che il database vuoto ed eventuali utenti associati a <nome_db> siano già stati creati sul DBMS prima di lanciare il comando
- Il medesimo risultato si ottiene con il comando **pg_restore**

Piano di esecuzione dei comandi SQL

- Il comando EXPLAIN di PostgreSQL consente di visualizzare e analizzare il piano di esecuzione di un comando SQL
- Il piano di esecuzione è la rappresentazione della sequenza di istruzioni che saranno eseguite internamente al DBMS per arrivare al risultato del comando

```
EXPLAIN [ ANALYZE ] [ VERBOSE ] comando_SQL
```

- **analyze**: esegue il comando SQL e mostra i tempi di esecuzione delle varie istruzioni che compongono il piano di esecuzione
- **verbose**: mostra una rappresentazione del piano di esecuzione molto dettagliata (utile per fare debugging)

Piano di esecuzione dei comandi SQL

- Il comando EXPLAIN è utile per valutare le prestazioni di un'interrogazione SQL e comparare l'efficienza di soluzioni alternative alla medesima richiesta

```
SELECT cliente
FROM acquisto
WHERE prodotto = xxx AND
cliente IN (SELECT cliente
    FROM acquisto
    WHERE prodotto = yyy)
```

```
SELECT cliente
FROM acquisto
WHERE prodotto = xxx
INTERSECT
SELECT cliente
FROM acquisto
WHERE prodotto = yyy
```

- quale delle due soluzioni è più efficiente? analizzare con explain…