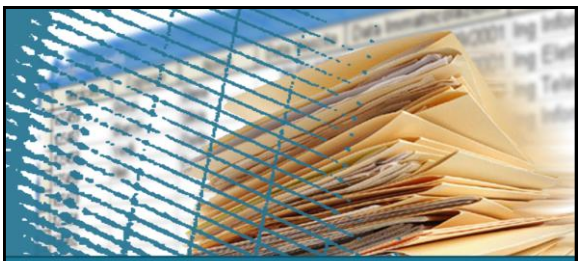


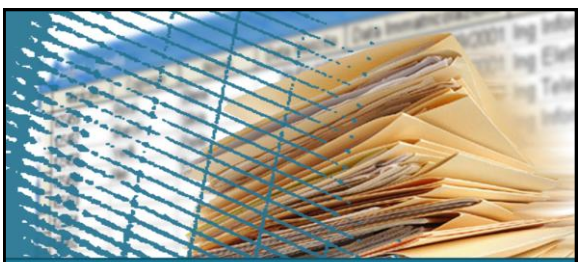
## Linguaggio SQL: costrutti avanzati

SQL per le applicazioni

## SQL per le applicazioni

- Introduzione
- Concetto di cursore
- Aggiornabilità
- SQL statico e dinamico
- Embedded SQL
- Call Level Interface (CLI)
- Stored Procedure
- Confronto tra le alternative





## SQL per le applicazioni

Introduzione

## Prelievo mediante bancomat

- Operazioni svolte
  - verificare la validità del bancomat e del codice PIN
  - selezionare l'operazione di prelievo
  - specificare l'importo richiesto
  - verificare la disponibilità
  - memorizzare il movimento
  - aggiornare il saldo
  - erogare la somma richiesta



## Prelievo mediante bancomat

- Per svolgere molte delle operazioni indicate è necessario accedere alla base di dati
  - esecuzione di istruzioni SQL
- Le operazioni devono essere svolte nell'ordine corretto



## Prelievo presso uno sportello bancario

- Operazioni svolte
  - verificare l'identità dell'utente
  - comunicare l'intenzione di effettuare un prelievo
  - verificare la disponibilità
  - memorizzare il movimento
  - aggiornare il saldo
  - erogare la somma richiesta

## Prelievo presso uno sportello bancario

- Per svolgere molte delle operazioni indicate è necessario accedere alla base di dati
  - esecuzione di istruzioni SQL
- Le operazioni devono essere svolte nell'ordine corretto

7

## Esempio: operazioni bancarie

- Le operazioni bancarie richiedono di accedere alla base di dati e di modificarne il contenuto
  - esecuzione di istruzioni SQL
    - i clienti e il personale della banca non eseguono direttamente le istruzioni SQL
  - un'applicazione nasconde l'esecuzione delle istruzioni SQL
- La corretta gestione delle operazioni bancarie richiede di eseguire una sequenza precisa di passi
  - un'applicazione permette di specificare l'ordine corretto di esecuzione delle operazioni

8

## Applicazioni e SQL

- Per risolvere problemi reali non è quasi mai sufficiente eseguire singole istruzioni SQL
- Servono applicazioni per
  - gestire la logica applicativa
    - flusso di operazioni da eseguire
  - acquisire e gestire i dati forniti in ingresso
    - scelte dell'utente, parametri
  - restituire i risultati all'utente in formati diversi
    - rappresentazione non relazionale dei dati
      - documento XML
    - visualizzazione complessa delle informazioni
      - grafici, report

9

## Integrazione tra SQL e applicazioni

- Le applicazioni sono scritte in linguaggi di programmazione tradizionali di alto livello
  - C, C++, Java, C#, ...
  - il linguaggio è denominato *linguaggio ospite*
- Le istruzioni SQL sono usate nelle applicazioni per accedere alla base di dati
  - interrogazioni
  - aggiornamenti

10

## Integrazione tra SQL e applicazioni

- È necessario integrare il linguaggio SQL e i linguaggi di programmazione
  - SQL
    - linguaggio dichiarativo
  - linguaggi di programmazione
    - tipicamente procedurali

11

## Conflitto di impedenza

- Conflitto di impedenza
  - le interrogazioni SQL operano su una o più tabelle e producono come risultato una tabella
    - approccio set oriented
  - i linguaggi di programmazione accedono alle righe di una tabella leggendole *una a una*
    - approccio tuple oriented
- Soluzioni possibili per risolvere il conflitto
  - uso di cursori
  - uso di linguaggi che dispongono in modo naturale di strutture di tipo "insieme di righe"

12

## SQL e linguaggi di programmazione

- Tecniche principali di integrazione
  - Embedded SQL
  - Call Level Interface (CLI)
    - SQL/CLI, ODBC, JDBC, OLE DB, ADO.NET, ..
  - Stored procedure
- Classificabili in
  - client side
    - embedded SQL, call level interface
  - server side
    - stored procedure

13

## Approccio client side

- L'applicazione
  - è esterna al DBMS
  - contiene tutta la logica applicativa
  - richiede al DBMS di eseguire istruzioni SQL e di restituirne il risultato
  - elabora i dati restituiti

14

## Approccio server side

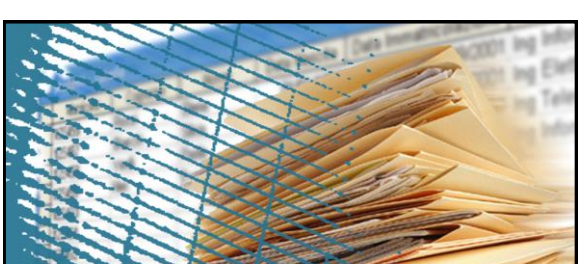
- L'applicazione (o una parte di essa)
  - si trova nel DBMS
  - tutta o parte della logica applicativa si sposta nel DBMS

15

## Approccio client side vs server side

- Approccio client side
  - maggiore indipendenza dal DBMS utilizzato
  - minore efficienza
- Approccio server side
  - dipendente dal DBMS utilizzato
  - maggiore efficienza

16



## SQL per le applicazioni

Concetto di cursore

## Conflitto di impedenza

- Principale problema di integrazione tra SQL e linguaggi di programmazione
  - le interrogazioni SQL operano su una o più tabelle e producono come risultato una tabella
    - approccio set oriented
  - i linguaggi di programmazione accedono alle righe di una tabella leggendole *una a una*
    - approccio tuple oriented

18

## Cursori

- Se un'istruzione SQL restituisce una sola riga
  - è sufficiente specificare in quali variabili del linguaggio ospite memorizzare il risultato dell'istruzione
- Se un'istruzione SQL restituisce una tabella (insieme di tuple)
  - è necessario un metodo per leggere (e passare al programma) una tupla alla volta dal risultato dell'interrogazione
    - uso di un *cursore*

19

## DB forniture prodotti

P

| CodP | NomeP | Colore | Taglia | Magazzino |
|---|---|---|---|---|
| P1 | Maglia | Rosso | 40 | Torino |
| P2 | Jeans | Verde | 48 | Milano |
| P3 | Camicia | Blu | 48 | Roma |
| P4 | Camicia | Blu | 44 | Torino |
| P5 | Gonna | Blu | 40 | Milano |
| P6 | Bermuda | Rosso | 42 | Torino |

F

| CodF | NomeF | NSoci | Sede |
|---|---|---|---|
| F1 | Andrea | 2 | Torino |
| F2 | Luca | 1 | Milano |
| F3 | Antonio | 3 | Milano |
| F4 | Gabriele | 2 | Torino |
| F5 | Matteo | 3 | Venezia |

FP

| CodF | CodP | Qta |
|---|---|---|
| F1 | P1 | 300 |
| F1 | P2 | 200 |
| F1 | P3 | 400 |
| F1 | P4 | 200 |
| F1 | P5 | 100 |
| F1 | P6 | 100 |
| F2 | P1 | 300 |
| F2 | P2 | 400 |
| F3 | P2 | 200 |
| F4 | P3 | 200 |
| F4 | P4 | 300 |
| F4 | P5 | 400 |

20

## Esempio n.1

- Visualizzare nome e numero di soci del fornitore con codice F1

```
SELECT NomeF, NSoci
FROM   F
WHERE CodF='F1';
```

- L'interrogazione restituisce *al massimo* una tupla

| NomeF | NSoci |
|---|---|
| Andrea | 2 |

- È sufficiente specificare in quali variabili del linguaggio ospite memorizzare la tupla selezionata

21

## Esempio n.2

- Visualizzare nome e numero di soci dei fornitori di Torino

```
SELECT NomeF, NSoci
FROM   F
WHERE Sede='Torino';
```

- L'interrogazione restituisce un insieme di tuple

| NomeF | NSoci |
|---|---|
| Andrea | 2 |
| Gabriele | 2 |

Cursore

- È necessario definire un *cursore* per leggere separatamente le tuple del risultato

22

## Esempio n.2

- Definizione del cursone mediante la sintassi del linguaggio PL/SQL di Oracle

```
CURSOR FornitoriTorino IS
SELECT NomeF, NSoci
FROM   F
WHERE Sede='Torino';
```

23

## Cursore

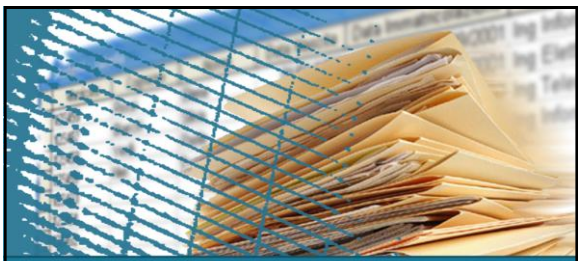
- Il cursore permette di leggere singolarmente le tuple che fanno parte del risultato di un'interrogazione
  - deve essere associato a un'interrogazione specifica
- Ogni interrogazione SQL che può restituire un insieme di tuple *deve essere associata* a un cursore

24

## Cursore

- Non necessitano di cursori
  - le interrogazione SQL che restituiscono al massimo una tupla
    - selezioni sulla chiave primaria
    - operazioni di aggregazione senza clausola GROUP BY
  - i comandi di aggiornamento e di DDL
    - non generano tuple come risultato

25



## SQL per le applicazioni

Aggiornabilità

## Aggiornabilità

- È possibile aggiornare o cancellare la tupla corrente puntata dal cursore
  - più efficiente rispetto all'esecuzione di un'istruzione SQL separata di aggiornamento
- L'aggiornamento di una tupla tramite cursore è possibile solo se è aggiornabile la vista che corrisponderebbe all'interrogazione associata
  - deve esistere una corrispondenza uno a uno tra la tupla puntata dal cursore e la tupla da aggiornare nella tabella della base di dati

27

## Esempio: cursore non aggiornabile

- Si supponga l'esistenza del cursore *DatiFornitori* associato all'interrogazione

```
SELECT DISTINCT CodF, NomeF, NSoci
FROM   F, FP
WHERE F.CodF=FP.CodF
       AND Colore='Rosso';
```

- Il cursore DatiFornitori *non* è aggiornabile
- Scrivendo in modo diverso l'interrogazione, il cursore può diventare aggiornabile

28

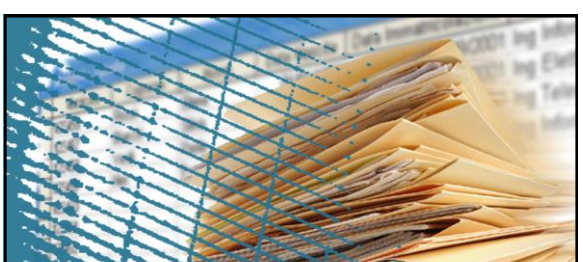
## Esempio: cursore aggiornabile

- Si supponga di associare al cursore *DatiFornitori* la seguente interrogazione

```
SELECT CodF, NomeF, NSoci
FROM   F
WHERE CodF IN (SELECT CodF
                FROM   FP
                WHERE Colore='Rosso');
```

- Le due interrogazioni sono equivalenti
  - il risultato della nuova interrogazione è identico
- Il cursore DatiFornitori è aggiornabile

29



## SQL per le applicazioni

Embedded SQL

## Embedded SQL

- Le istruzioni SQL sono "incorporate" nell'applicazione scritta in un linguaggio di programmazione tradizionale (C, C++, Java, ..)
  - la sintassi SQL è diversa da quella del linguaggio ospite
- Le istruzioni SQL non sono direttamente compilabili da un compilatore tradizionale
  - devono essere riconosciute
    - sono preceduti dalla parola chiave EXEC SQL
  - devono essere sostituite da istruzioni nel linguaggio di programmazione ospite

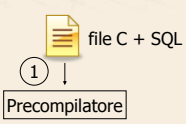
37

## Precompilazione

- Il precompilatore
  - identifica le istruzioni SQL incorporate nel codice
    - parti precedute da EXEC SQL
  - sostituisce le istruzioni SQL con chiamate a funzioni di una API specifica del DBMS prescelto
    - funzioni scritte nel linguaggio di programmazione ospite
  - (opzionale) invia le istruzioni SQL statiche al DBMS che le compila e le ottimizza
- Il precompilatore è legato al DBMS prescelto

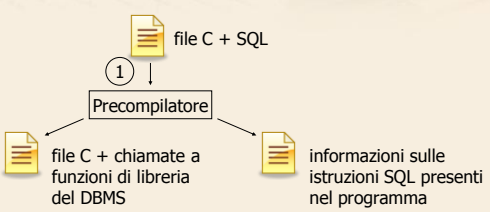
38

## Embedded SQL: compilazione



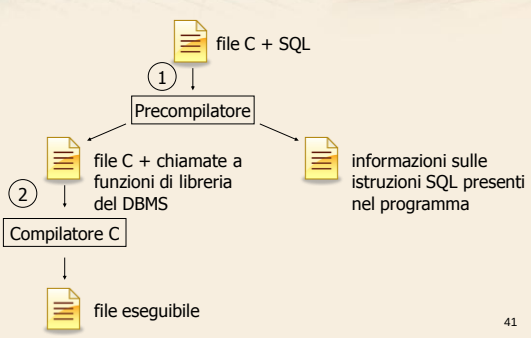

39

## Embedded SQL: compilazione



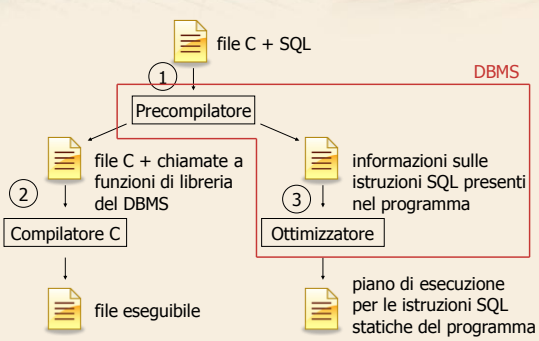

40

## Embedded SQL: compilazione




41

## Embedded SQL: compilazione



## Precompilatore

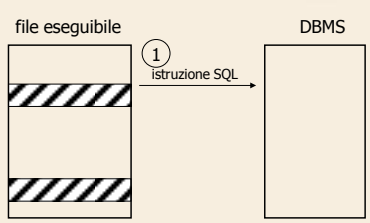
- Il precompilatore dipende da tre elementi dell'architettura del sistema
  - linguaggio ospite
  - DBMS
  - sistema operativo
- È necessario disporre del precompilatore adatto per l'architettura prescelta

## Embedded SQL: esecuzione

- Durante l'esecuzione del programma
  1. Il programma invia l'istruzione SQL al DBMS
     - esegue una chiamata a una funzione di libreria del DBMS

44

## Embedded SQL: esecuzione



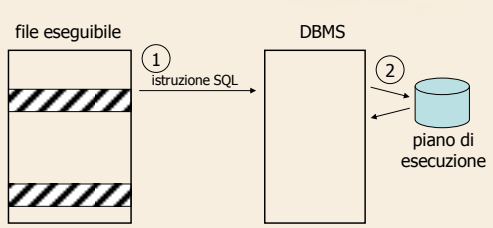

45

## Embedded SQL: esecuzione

- Durante l'esecuzione del programma
  1. Il programma invia l'istruzione SQL al DBMS
     - esegue una chiamata a una funzione di libreria del DBMS
  2. Il DBMS genera il piano di esecuzione dell'istruzione
     - se è già stato predefinito deve solo recuperarlo

46

## Embedded SQL: esecuzione



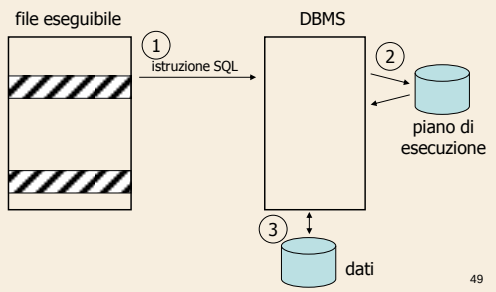

47

## Embedded SQL: esecuzione

- Durante l'esecuzione del programma
  1. Il programma invia l'istruzione SQL al DBMS
     - esegue una chiamata a una funzione di libreria del DBMS
  2. Il DBMS genera il piano di esecuzione dell'istruzione
     - se è già stato predefinito deve solo recuperarlo
  3. Il DBMS esegue l' istruzione SQL

48

## Embedded SQL: esecuzione



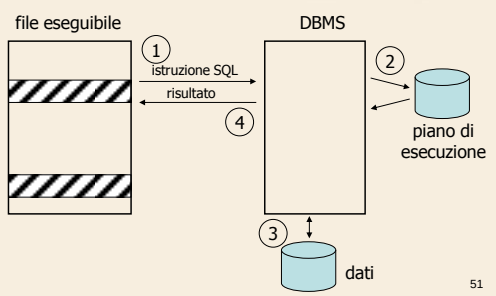

49

## Embedded SQL: esecuzione

- Durante l'esecuzione del programma
  1. Il programma invia l'istruzione SQL al DBMS
     - esegue una chiamata a una funzione di libreria del DBMS
  2. Il DBMS genera il piano di esecuzione dell'istruzione
     - se è già stato predefinito deve solo recuperarlo
  3. Il DBMS esegue l' istruzione SQL
  4. Il DBMS restituisce il risultato dell'istruzione SQL
     - utilizza un'area di transito per la memorizzazione temporanea dei dati

50

## Embedded SQL: esecuzione




51

## Embedded SQL: esecuzione

- Durante l'esecuzione del programma
  1. Il programma invia l'istruzione SQL al DBMS
     - esegue una chiamata a una funzione di libreria del DBMS
  2. Il DBMS genera il piano di esecuzione dell'istruzione
     - se è già stato predefinito deve solo recuperarlo
  3. Il DBMS esegue l'istruzione SQL
  4. Il DBMS restituisce il risultato dell'istruzione SQL
     - utilizza un'area di transito per la memorizzazione temporanea dei dati
  5. Il programma elabora il risultato

52

## Esempio: selezione fornitori

- Presentare a video il codice e il numero di soci dei fornitori la cui sede è contenuta nella variabile ospite *VarSede*
  - il valore di *VarSede* è fornito dall'utente come parametro dell'applicazione

83

## Esempio: selezione fornitori

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

/************************* Gestione errori ************************************/
void sql_error(char *msg)
{
   EXEC SQL WHENEVER SQLERROR CONTINUE;
   fprintf(stderr,"\n%s\n", msg);
   fprintf(stderr,"codice interno errore: %ld\n", sqlca.sqlcode);
   fprintf(stderr,"%s\n",sqlca.sqlerrm.sqlerrmc);
   EXEC SQL ROLLBACK;
   exit(EXIT_FAILURE);
}
```

Gestione errori

## Esempio: selezione fornitori

```
/********************************* MAIN ***********************************/
int main(int argc,char **argv)
{
  EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
     char username[20]="bdati";
     char password[20]="passbdati";
     char VarSede[16];
     char CodF[6];
     int  NSoci;
  EXEC SQL END DECLARE SECTION;

   /* Gestione diretta degli errori */
  EXEC SQL WHENEVER SQLERROR CONTINUE;

  /* Apertura connessione */
  EXEC SQL CONNECT TO forniture@127.0.0.1 USER :username IDENTIFIED BY :password;

  if (sqlca.sqlcode!=0)
     sql_error("Errore in fase di connessione");
```

Definizione variabili

## Esempio: selezione fornitori

```
/********************************* MAIN ***********************************/
int main(int argc,char **argv)
{
  EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
     char username[20]="bdati";
     char password[20]="passbdati";
     char VarSede[16];
     char CodF[6];
     int  NSoci;
  EXEC SQL END DECLARE SECTION;

   /* Gestione diretta degli errori */
  EXEC SQL WHENEVER SQLERROR CONTINUE;

  /* Apertura connessione */
  EXEC SQL CONNECT TO forniture@127.0.0.1 USER :username IDENTIFIED BY :password;

  if (sqlca.sqlcode!=0)
     sql_error("Errore in fase di connessione");
```

Connessione con il DBMS

## Esempio: selezione fornitori

```
/* Dichiarazione cursore */
EXEC SQL DECLARE fornitoriSelezionati CURSOR FOR
SELECT CodF,NSoci FROM F WHERE Sede = :VarSede;

/* Impostazione valore VarSede */
strcpy(VarSede,argv[1]);

/* Apertura del cursore */
EXEC SQL OPEN fornitoriSelezionati;

if (sqlca.sqlcode!=0)
   sql_error("Errore in fase di apertura cursore");

/* Stampa dei dati selezionati */
printf("Elenco fornitori\n");
```

Definizione cursore

## Esempio: selezione fornitori

```
/* Dichiarazione cursore */
EXEC SQL DECLARE fornitoriSelezionati CURSOR FOR
SELECT CodF,NSoci FROM F WHERE Sede = :VarSede;

/* Impostazione valore VarSede */
strcpy(VarSede,argv[1]);

/* Apertura del cursore */
EXEC SQL OPEN fornitoriSelezionati;

if (sqlca.sqlcode!=0)
   sql_error("Errore in fase di apertura cursore");

/* Stampa dei dati selezionati */
printf("Elenco fornitori\n");
```

Apertura cursore

## Esempio: selezione fornitori

```
do {
        EXEC SQL FETCH fornitoriSelezionati INTO :CodF, :NSoci;
        /* Verifica stato ultima operazione di fetch */
        switch(sqlca.sqlcode)   {
                case 0: /* Letta correttamente una nuova tupla */
                { /* Stampa a video della tupla  */
                    printf("%s,%d",CodF, NSoci);
                }
                break;

                case 100: /* Sono finiti i dati */
                break;

                default: /* Si e' verificato un errore */
                sql_error("Errore in fase di lettura dei dati");
                break;
        }
}
while (sqlca.sqlcode==0);
```

Ciclo di lettura delle tuple

## Esempio: selezione fornitori

```
do {
        EXEC SQL FETCH fornitoriSelezionati INTO :CodF, :NSoci;
        /* Verifica stato ultima operazione di fetch */
        switch(sqlca.sqlcode)   {
                case 0: /* Letta correttamente una nuova tupla */
                { /* Stampa a video della tupla  */
                    printf("%s,%d",CodF, NSoci);
                }
                break;

                case 100: /* Sono finiti i dati */
                break;

                default: /* Si e' verificato un errore */
                sql_error("Errore in fase di lettura dei dati");
                break;
        }
}
while (sqlca.sqlcode==0);
```

Lettura di una tupla

## Esempio: selezione fornitori

```
do {
        EXEC SQL FETCH fornitoriSelezionati INTO :CodF, :NSoci;
        /* Verifica stato ultima operazione di fetch */
        switch(sqlca.sqlcode)   {
                case 0: /* Letta correttamente una nuova tupla */
                { /* Stampa a video della tupla  */
                    printf("%s,%d",CodF, NSoci);
                }
                break;

                case 100: /* Sono finiti i dati */
                break;

                default: /* Si e' verificato un errore */
                sql_error("Errore in fase di lettura dei dati");
                break;
        }
}
while (sqlca.sqlcode==0);
```

Analisi dell'esito della lettura

## Esempio: selezione fornitori

```
/* Chiusura cursore */
EXEC SQL CLOSE fornitoriSelezionati;
}
```

Chiusura cursore

## SQL per le applicazioni

Call Level Interface (CLI)

## Call Level Interface

- Le richieste sono inviate al DBMS per mezzo di funzioni del linguaggio ospite
  - soluzione basata su interfacce predefinite
    - API, Application Programming Interface
  - le istruzioni SQL sono passate come parametri alle funzioni del linguaggio ospite
  - non esiste il concetto di precompilatore
- Il programma ospite contiene direttamente le chiamate alle funzioni messe a disposizione dall'API

98

## Call Level Interface

- Esistono diverse soluzioni di tipo Call Level Interface (CLI)
  - standard SQL/CLI
  - ODBC (Open DataBase Connectivity)
    - soluzione proprietaria Microsoft di SQL/CLI
  - JDBC (Java Database Connectivity)
    - soluzione per il mondo Java
  - OLE DB
  - ADO
  - ADO.NET

99

## Modalità d'uso

- Indipendentemente dalla soluzione CLI adottata, esiste una strutturazione comune dell'interazione con il DBMS
  - apertura della connessione con il DBMS
  - esecuzione di istruzioni SQL
  - chiusura della connessione

100

## Interazione con il DBMS

1. Chiamata a una primitiva delle API per creare una connessione con il DBMS
2. Invio sulla connessione di un'istruzione SQL
3. Ricezione di un risultato in risposta all'istruzione inviata
   - nel caso di SELECT, di un insieme di tuple
4. Elaborazione del risultato ottenuto
   - esistono apposite primitive per leggere il risultato
5. Chiusura della connessione al termine della sessione di lavoro



## JDBC (Java Database Connectivity)

- Soluzione CLI per il mondo JAVA
- L'architettura prevede
  - un insieme di classi e interfacce standard
    - utilizzate dal programmatore Java
    - indipendenti dal DBMS
  - un insieme di classi "proprietarie" (driver)
    - implementano le interfacce e le classi standard per fornire la comunicazione con un DBMS specifico
    - dipendono dal DBMS utilizzato
    - sono invocate a runtime
      - in fase di compilazione dell'applicazione non sono necessarie



## JDBC: interazione con il DBMS

- Caricamento del driver specifico per il DBMS utilizzato
- Creazione di una connessione
- Esecuzione delle istruzioni SQL
  - creazione di uno statement
  - richiesta di esecuzione dell'istruzione
  - elaborazione del risultato nel caso di interrogazioni
- Chiusura dello statement
- Chiusura della connessione



## Caricamento del DBMS driver

- Il driver è specifico per il DBMS utilizzato
- Il caricamento avviene tramite l'istanziazione dinamica della classe associata al driver

  Object Class.forName(String nomeDriver)
  - nomeDriver contiene il nome della classe da istanziare
    - esempio: "oracle.jdbc.driver.OracleDriver"



## Caricamento del DBMS driver

- È la prima operazione da effettuare
- Non è necessario conoscere in fase di compilazione del codice quale DBMS sarà usato
  - la lettura del nome del driver può avvenire a runtime da un file di configurazione



## Creazione di una connessione

- Invocazione del metodo getConnection della classe DriverManager

  Connection DriverManager.getConnection(String url, String user, String password)
  - url
    - contiene l'informazione necessaria per identificare il DBMS a cui ci si vuole collegare
    - formato legato al driver utilizzato
  - user e password
    - credenziali di autenticazione

## Esecuzione di istruzioni SQL

- L'esecuzione di un'istruzione SQL richiede l'uso di un'interfaccia specifica
  - denominata Statement
- Ogni oggetto Statement
  - è associato a una connessione
  - è creato tramite il metodo createStatement della classe Connection

```
Statement createStatement()
```



## Istruzioni di aggiornamento e DDL

- L'esecuzione dell'istruzione richiede l'invocazione su un oggetto Statement del metodo

```
int executeUpdate(String istruzioneSQL)
```

  - istruzioneSQL
    - è l'istruzione SQL da eseguire
  - il metodo restituisce
    - il numero di tuple elaborate (inserite, modificate, cancellate)
    - il valore 0 per i comandi DDL



## Interrogazioni

- Esecuzione immediata dell'interrogazione
  - il server compila ed esegue immediatamente l'istruzione SQL ricevuta
- Esecuzione "preparata" dell'interrogazione
  - utile quando si deve eseguire la stessa istruzione SQL più volte nella stessa sessione di lavoro
    - varia solo il valore di alcuni parametri
  - l'istruzione SQL
    - è compilata (preparata) una volta sola e il suo piano di esecuzione è memorizzato dal DBMS
    - è eseguita molte volte durante la sessione



## Esecuzione immediata

- È richiesta dall'invocazione su un oggetto Statement del seguente metodo

```
ResultSet executeQuery(String istruzioneSQL)
```

  - istruzioneSQL
    - è l'interrogazione SQL da eseguire
  - il metodo restituisce sempre una collezione di tuple
    - oggetto di tipo ResultSet
  - gestione uguale per interrogazioni che
    - restituiscono al massimo una tupla
    - possono restituire più tuple



## Lettura del risultato

- L'oggetto ResultSet è analogo a un cursore
  - dispone di metodi per
    - spostarsi sulle righe del risultato
      - next()
      - first()
      - ...
    - estrarre i valori di interesse dalla tupla corrente
      - getInt(String nomeAttributo)
      - getString(String nomeAttributo)
      - ....



## Statement preparato

- L'istruzione SQL "preparata" è
  - compilata una sola volta
    - all'inizio dell'esecuzione dell'applicazione
  - eseguita più volte
    - prima di ogni esecuzione è necessario specificare il valore corrente dei parametri
- Modalità utile quando è necessario ripetere più volte l'esecuzione della stessa istruzione SQL
  - permette di ridurre il tempo di esecuzione
    - la compilazione è effettuata una volta sola

## Preparazione dello Statement

- Si utilizza un oggetto di tipo PreparedStatement
  - creato con il metodo

PreparedStatement preparedStatement(String istruzioneSQL)

  - istruzioneSQL
    - contiene il comando SQL da eseguire
    - dove si vuole specificare la presenza di un parametro è presente il simbolo "?"
- Esempio

```
PreparedStatement pstmt;
pstmt=conn.preparedStatement("SELECT CodF, NSoci
  FROM F WHERE Sede=?");
```



## Impostazione dei parametri

- Sostituzione dei simboli ? per l'esecuzione corrente
- Si evoca su un oggetto PreparedStatement uno dei seguenti metodi
  - void setInt(int numeroParametro, int valore)
  - void setString(int numeroParametro, String valore)
  - ...
    - numeroParametro indica la posizione del parametro da assegnare
      - possono essere presenti più parametri nella stessa istruzione SQL
      - il primo parametro è associato al numero 1
    - valore indica il valore da assegnare al parametro



## Esecuzione dell'istruzione preparata

- Si invoca su un oggetto PreparedStatement il metodo appropriato
  - interrogazione SQL

    ResultSet executeQuery()
  - aggiornamento

    ResultSet executeUpdate()
- I due metodi non hanno nessun parametro di ingresso
  - sono già stati definiti in precedenza
    - l'istruzione SQL da eseguire
    - i suoi parametri di esecuzione



## Esempio: statement preparati

```
.....
PreparedStatement pstmt=conn.prepareStatement("UPDATE P
    SET Colore=? WHERE CodP=?");

/* Assegnazione del colore RossoElettrico al prodotto P1 */
pstmt.setString(1,"RossoElettrico");
pstmt.setString(2,"P1");
pstmt.executeUpdate();

/* Assegnazione del colore BluNotte al prodotto P5 */
pstmt.setString(1,"BluNotte");
pstmt.setString(2,"P5");
pstmt.executeUpdate();
```

## Chiusura di statement e connessione

- Quando uno statement o una connessione non servono più
  - devono essere immediatamente chiusi
- Sono rilasciate le risorse
  - dell'applicazione
  - del DBMS

  che non sono più utilizzate



## Chiusura di uno statement

- La chiusura di uno statement
  - è eseguita invocando il metodo close sull'oggetto Statement
    - void close()
- Sono rilasciate le risorse associate all'istruzione SQL corrispondente

## Chiusura di una connessione

- La chiusura di una connessione
  - deve essere eseguita quando non è più necessario interagire con il DBMS
  - chiude il collegamento con il DBMS e rilascia le relative risorse
    - chiude anche gli statement associati alla connessione
  - è eseguita invocando il metodo close sull'oggetto Connection
    - void close()

119

## Gestione delle eccezioni

- Gli errori sono gestiti mediante eccezioni di tipo SQLException
- L'eccezione SQLException contiene
  - una stringa che descrive l'errore
  - una stringa che identifica l'eccezione
    - in modo conforme a Open Group SQL Specification
  - un codice d'errore specifico per il DBMS utilizzato

120

## Esempio: selezione fornitori

- Presentare a video il codice e il numero di soci dei fornitori la cui sede è contenuta nella variabile ospite *VarSede*
  - il valore di *VarSede* è fornito come parametro dell'applicazione dall'utente

121

## Esempio: selezione fornitori

```
import java.io.*;
import java.sql.*;

class FornitoriSede {

 static public void main(String argv[]) {
    Connection conn;
    Statement stmt;
    ResultSet rs;
    String query;
    String VarSede;

    /* Registrazione driver */
    try {
       Class.forName("oracle.jdbc.driver.OracleDriver");
    }
    catch(Exception e) {
       System.err.println("Driver non disponibile: "+e);
    }
```

Caricamento driver

## Esempio: selezione fornitori

```
try {
   /* Connessione alla base di dati */
   conn=DriverManager.getConnection("jdbc:oracle:thin:@127.0.0.1:1521:xe",
            "bdati","passbdati");

   /* Creazione statement per comandi immediati */
   stmt = conn.createStatement();

   /* Composizione interrogazione */
   VarSede =argv[0];
   query="SELECT CodF, NSoci FROM F WHERE Sede = '"+VarSede+"'";

   /* Esecuzione interrogazione */
   rs=stmt.executeQuery(query);
```

Connessione al DBMS

## Esempio: selezione fornitori

```
try {
   /* Connessione alla base di dati */
   conn=DriverManager.getConnection("jdbc:oracle:thin:@127.0.0.1:1521:xe",
            "bdati","passbdati");

   /* Creazione statement per comandi immediati */
   stmt = conn.createStatement();

   /* Composizione interrogazione */
   VarSede =argv[0];
   query="SELECT CodF, NSoci FROM F WHERE Sede = '"+VarSede+"'";

   /* Esecuzione interrogazione */
   rs=stmt.executeQuery(query);
```

Creazione statement

## Esempio: selezione fornitori

```
try {
    /* Connessione alla base di dati */
   conn=DriverManager.getConnection("jdbc:oracle:thin:@127.0.0.1:1521:xe",
            "bdati","passbdati");

   /* Creazione statement per comandi immediati */
   stmt = conn.createStatement();

   /* Composizione interrogazione */
   VarSede =argv[0];
   query="SELECT CodF, NSoci FROM F WHERE Sede = '"+VarSede+"'";

   /* Esecuzione interrogazione */
   rs=stmt.executeQuery(query);
```

Composizione interrogazione SQL

## Esempio: selezione fornitori

```
try {
    /* Connessione alla base di dati */
   conn=DriverManager.getConnection("jdbc:oracle:thin:@127.0.0.1:1521:xe",
            "bdati","passbdati");

   /* Creazione statement per comandi immediati */
   stmt = conn.createStatement();

   /* Composizione interrogazione */
   VarSede =argv[0];
   query="SELECT CodF, NSoci FROM F WHERE Sede = '"+VarSede+"'";

   /* Esecuzione interrogazione */
   rs=stmt.executeQuery(query);
```

Esecuzione immediata dell'interrogazione

## Esempio: selezione fornitori

```
      System.out.println("Elenco fornitori di "+VarSede);
      /* Analisi tuple restituite */
      while (rs.next()) {
        /* Stampa a video della tupla corrente */
        System.out.println(rs.getString("CodF")+","+rs.getInt("NSoci"));
      }
      /* Chiusura resultset,  statement e connessione */
      rs.close();
      stmt.close();
      conn.close();
    }
    catch(Exception e) {
        System.err.println("Errore: "+e);
    }
  }
}
```

Ciclo di lettura delle tuple

## Esempio: selezione fornitori

```
      System.out.println("Elenco fornitori di "+VarSede);
      /* Analisi tuple restituite */
      while (rs.next()) {
        /* Stampa a video della tupla corrente */
        System.out.println(rs.getString("CodF")+","+rs.getInt("NSoci"));
      }
      /* Chiusura resultset,  statement e connessione */
      rs.close();
      stmt.close();
      conn.close();
    }
    catch(Exception e) {
        System.err.println("Errore: "+e);
    }
  }
}
```

Chiusura resultset, statement e connessione

## ResultSet aggiornabile

- È possibile creare un ResultSet di tipo aggiornabile
  - l'esecuzione di aggiornamenti della base di dati è più efficiente
  - è simile a un cursore aggiornabile
    - è necessario che esista una corrispondenza uno a uno tra tuple del risultato e tuple delle tabelle presenti nel DBMS



## Definizione di transazione

- Le connessioni avvengono implicitamente in modalità *auto-commit mode*
  - dopo l'esecuzione con successo di ogni istruzione SQL, è eseguito automaticamente commit
- Quando è necessario eseguire commit solo dopo aver eseguito con successo una *sequenza* di istruzioni SQL
  - si esegue *un solo* commit alla fine dell'esecuzione di tutte le istruzioni
  - il commit deve essere gestito in modo *non automatico*

## Gestione delle transazioni

- Gestione della modalità di commit invocando il metodo setAutoCommit() sulla connessione

  void setAutoCommit(boolean autoCommit);

  - parametro autoCommit
    - true se si vuole abilitare l'autocommit (default)
    - false se si vuole disabilitare l'autocommit

131

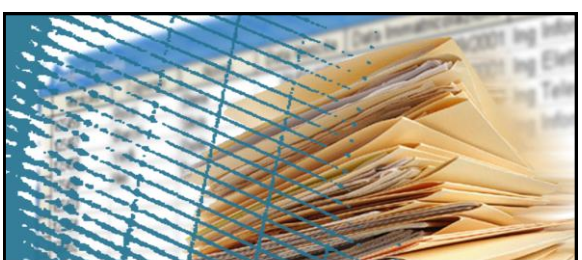
## Gestione delle transazioni

- Se si disabilita l'autocommit
  - le operazioni di commit e rollback devono essere richieste *esplicitamente*
    - commit

      void commit();
    - rollback

      void rollback();
  - i metodi sono invocati sulla connessione interessata

132



## SQL per le applicazioni

Stored Procedure

## Stored procedure

- La stored procedure è una funzione o una procedura definita all'interno del DBMS
  - è memorizzata nel dizionario dati
    - fa parte dello schema della base di dati
- È utilizzabile come se fosse un'istruzione SQL predefinita
  - può avere parametri di esecuzione
- Contiene codice applicativo e istruzioni SQL
  - il codice applicativo e le istruzioni SQL sono fortemente integrati tra loro

134

## Stored procedure: linguaggio

- Il linguaggio utilizzato per definire una stored procedure
  - è un'estensione procedurale del linguaggio SQL
  - è dipendente dal DBMS
    - prodotti diversi offrono linguaggi diversi
    - l'espressività del linguaggio dipende dal prodotto prescelto

135

## Stored procedure: esecuzione

- Le stored procedure sono integrate nel DBMS
  - approccio server side
- Le prestazioni sono migliori rispetto a embedded SQL e CLI
  - ogni stored procedure è compilata e ottimizzata *una sola volta*
    - subito dopo la definizione
    - oppure la prima volta che è invocata

136

## Linguaggi per le stored procedure

- Esistono diversi linguaggi per definire stored procedure
  - PL/SQL
    - Oracle
  - SQL/PL
    - DB2
  - Transact-SQL
    - Microsoft SQL Server
  - PL/pgSQL
    - PostgreSQL

137

## Connessione al DBMS

- Non occorre effettuare la connessione al DBMS all'interno di una stored procedure
  - il DBMS che esegue le istruzioni SQL è lo stesso in cui è memorizzata la stored procedure

138

## Gestione delle istruzioni SQL

- Nelle istruzioni SQL presenti nella stored procedure è possibile far riferimento a variabili o parametri
  - il formalismo dipende dal linguaggio utilizzato
- Per leggere il risultato di un'interrogazione che restituisce un insieme di tuple
  - è necessario definire un cursore
    - simile all'embedded SQL

139

## Stored procedure in Oracle

- Creazione di una stored procedure in Oracle

  CREATE [OR REPLACE] PROCEDURE *nomeStoredProcedure*
  [(*elencoParametri*)]
  IS (*istruzioneSQL*|*codicePL/SQL*);

- La stored procedure può essere associata a
  - una singola istruzione SQL
  - un blocco di codice scritto in PL/SQL

140

## Parametri

- Ogni parametro nell'elenco *elencoParametri* è specificato nella forma

  *nomeParametro* [IN|OUT|IN OUT] [NOCOPY] *tipoDato*

  - *nomeParametro*
    - nome associato al parametro
  - *tipoDato*
    - tipo del parametro
    - sono utilizzati i tipi di SQL
  - le parole chiave IN, OUT, IN OUT e NOCOPY specificano le operazioni che si possono eseguire sul parametro
    - default IN

141

## Parametri

- Parola chiave IN
  - il parametro è utilizzabile solo in lettura
- Parola chiave OUT
  - il parametro è utilizzabile solo in scrittura
- Parola chiave IN OUT
  - il parametro può essere sia letto, sia scritto all'interno della stored procedure
- Per i parametri di tipo OUT e IN OUT il valore finale è assegnato solo quando la procedura termina in modo corretto
  - la parola chiave NOCOPY permette di scrivere direttamente il parametro durante l'esecuzione della stored procedure

142

## Struttura base di una procedura PL/SQL

- Ogni blocco PL/SQL presente nel corpo di una stored procedure deve avere la seguente struttura

```
[dichiarazioneVariabilieCursori]
BEGIN
codiceDaEseguire
[EXCEPTION codiceGestioneEccezioni]
END;
```

143

## Linguaggio PL/SQL

- Il linguaggio PL/SQL è un linguaggio procedurale
  - dispone delle istruzioni classiche dei linguaggi procedurali
    - strutture di controllo IF-THEN-ELSE
    - cicli
  - dispone di strumenti per
    - l'esecuzione di istruzioni SQL
    - la scansione dei risultati
      - cursori
- Le istruzioni SQL
  - sono normali istruzioni del linguaggio PL/SQL
    - non sono precedute da parole chiave
    - non sono parametri di funzioni o procedure

144

## Esempio: istruzione di aggiornamento

- Aggiornamento della sede del fornitore identificato dal valore presente nel parametro *codiceFornitore* con il valore presente in *nuovaSede*

```
CREATE PROCEDURE aggiornaSede(codiceFornitore
VARCHAR(5), nuovaSede VARCHAR(15))
IS
BEGIN
      UPDATE F SET Sede=nuovaSede
      WHERE codF=CodiceFornitore;
END;
```

145

## Cursori in PL/SQL

- Dichiarazione

  CURSOR *nomeCursore* IS *interrogazioneSQL* [FOR UPDATE];
- Apertura

  OPEN *nomeCursore*;
- Lettura tupla successiva

  FETCH *nomeCursore* INTO *elencoVariabili*;
- Chiusura cursore

  CLOSE *nomeCursore*;

146

## Esempio: selezione fornitori

- Presentare a video il codice e il numero di soci dei fornitori la cui sede è contenuta nel parametro *VarSede*

147

## Esempio: selezione fornitori

```
CREATE PROCEDURE fornitoriSede(VarSede IN F.Sede%Type) IS
/*
      Definizione variabili e cursori
*/
codiceF    F.codF%Type;
numSoci    F.NSoci%Type;

CURSOR fornitoriSelezionati IS
SELECT CodF,NSoci FROM F WHERE Sede = VarSede;

BEGIN
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Elenco fornitori di '||VarSede);
  /*
     Apertura cursore
  */
  OPEN fornitoriSelezionati;
```

Definizione parametri

## Esempio: selezione fornitori

```
CREATE PROCEDURE fornitoriSede(VarSede IN F.Sede%Type) IS
/*
      Definizione variabili e cursori
*/
codiceF    F.codF%Type;
numSoci    F.NSoci%Type;

CURSOR fornitoriSelezionati IS
SELECT CodF,NSoci FROM F WHERE Sede = VarSede;

BEGIN
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Elenco fornitori di '||VarSede);
  /*
     Apertura cursore
  */
  OPEN fornitoriSelezionati;
```

Assegna a VarSede il tipo di F.Sede

## Esempio: selezione fornitori

```
CREATE PROCEDURE fornitoriSede(VarSede IN F.Sede%Type) IS
/*
      Definizione variabili e cursori
*/
codiceF    F.codF%Type;
numSoci    F.NSoci%Type;

CURSOR fornitoriSelezionati IS
SELECT CodF,NSoci FROM F WHERE Sede = VarSede;

BEGIN
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Elenco fornitori di '||VarSede);
  /*
     Apertura cursore
  */
  OPEN fornitoriSelezionati;
```

Definizione variabili e cursori

## Esempio: selezione fornitori

```
CREATE PROCEDURE fornitoriSede(VarSede IN F.Sede%Type) IS
/*
      Definizione variabili e cursori
*/
codiceF    F.codF%Type;
numSoci    F.NSoci%Type;

CURSOR fornitoriSelezionati IS
SELECT CodF,NSoci FROM F WHERE Sede = VarSede;

BEGIN
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Elenco fornitori di '||VarSede);
  /*
     Apertura cursore
  */
  OPEN fornitoriSelezionati;
```

Apertura cursore

## Esempio: selezione fornitori

```
  /*
     Analisi dati selezionati dall'interrogazione
  */

  LOOP
     FETCH fornitoriSelezionati INTO codiceF, numSoci;
     /*
        Uscita dal ciclo quando non ci sono più tuple da analizzare
     */
     EXIT WHEN fornitoriSelezionati%NOTFOUND;

     DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(codiceF||','||numSoci);
  END LOOP;

  /*
     Chiusura cursore
  */
  CLOSE fornitoriSelezionati;
END;
```

Ciclo di lettura dei dati

## Esempio: selezione fornitori

```
  /*
     Analisi dati selezionati dall'interrogazione
  */

  LOOP
     FETCH fornitoriSelezionati INTO codiceF, numSoci;
     /*
        Uscita dal ciclo quando non ci sono più tuple da analizzare
     */
     EXIT WHEN fornitoriSelezionati%NOTFOUND;

     DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(codiceF||','||numSoci);
  END LOOP;

  /*
     Chiusura cursore
  */
  CLOSE fornitoriSelezionati;
END;
```

Chiusura cursore

## SQL per le applicazioni

### Confronto tra le alternative

## Embedded SQL, CLI e Stored procedure

- Le tecniche proposte per l'integrazione del linguaggio SQL nelle applicazioni hanno caratteristiche diverse
- Non esiste un approccio sempre migliore degli altri
  - dipende dal tipo di applicazione da realizzare
  - dipende dalle caratteristiche delle basi di dati
    - distribuite, eterogenee
- È possibile utilizzare soluzioni miste
  - invocazione di stored procedure tramite CLI o embedded SQL

155

## Embedded SQL vs Call Level Interface

- Embedded SQL
  - (+) precompila le interrogazioni SQL statiche
    - più efficiente
  - (-) dipendente dal DBMS e dal sistema operativo usato
    - a causa della presenza del precompilatore
  - (-) generalmente non permette di accedere contemporaneamente a più basi di dati diverse
    - in ogni caso, è un'operazione complessa

156

## Embedded SQL vs Call Level Interface

- Call Level Interface
  - (+) indipendente dal DBMS utilizzato
    - solo in fase di compilazione
      - la libreria di comunicazione (driver) implementa un'interfaccia standard
      - il funzionamento interno dipende dal DBMS
    - il driver è caricato e invocato dinamicamente a runtime
  - (+) non necessita di un precompilatore

157

## Embedded SQL vs Call Level Interface

- Call Level Interface
  - (+) permette di accedere dalla stessa applicazione a più basi di dati
    - anche eterogenee
  - (-) usa SQL dinamico
    - minore efficienza
  - (-) solitamente supporta un sottoinsieme di SQL

158

## Stored procedure vs approcci client side

- Stored procedure
  - (+) maggiore efficienza
    - sfrutta la forte integrazione con il DBMS
    - riduce la quantità di dati inviati in rete
    - le procedure sono precompilate

159

## Stored procedure vs approcci client side

- Stored procedure
  - (-) dipendente dal DBMS utilizzato
    - usa un linguaggio ad hoc del DBMS
    - solitamente non portabile da un DBMS a un altro
  - (-) i linguaggio utilizzati offrono meno funzionalità dei linguaggi tradizionali
    - assenza di funzioni per la visualizzazione complessa dei risultati
      - grafici e report
    - meno funzionalità per la gestione dell'input

160

## Stored procedure vs approcci client side

- Approcci client side
  - (+) basati su linguaggi di programmazione tradizionali
    - più noti ai programmatori
    - compilatori più efficienti
    - maggiori funzionalità per la gestione di input e output
  - (+) in fase di scrittura del codice, maggiore indipendenza dal DBMS utilizzato
    - solo per gli approcci basati su CLI
  - (+) possibilità di accedere a basi di dati eterogenee

161

## Stored procedure vs approcci client side

- Approcci client side
  - (-) minore efficienza
    - minore integrazione con il DBMS
    - compilazione delle istruzioni SQL a tempo di esecuzione
      - soprattutto per approcci basati su CLI

162