# SQL

## Laboratorio di
## *Progettazione di Basi di Dati* (CdSin Informatica e TPS)

**a.a. 2011/2012**

http://www.di.uniba.it/~lisi/courses/basi-dati/bd2011-12.htm

dott.ssa Francesca A. Lisi
lisi@di.uniba.it

Orario di ricevimento: giovedì ore 10-12

# Sommario (VI parte)

- Procedure memorizzate (o *stored procedures*)
- SQL immerso (o *embedded SQL*)
- Call Level Interface

Riferimenti

- cap. 8 di Pratt
- cap. 6, in particolare 6.1, 6.3 e 6.4, di Atzeni et al.
- cap. 9, in particolare 9.4-9.7 di Elmasri & Navathe

# SQL e applicazioni

- In applicazioni complesse, l'utente non vuole eseguire comandi SQL, ma programmi, con poche scelte
- SQL non basta, sono necessarie altre funzionalità, per gestire:
  - input (scelte dell'utente e parametri)
  - output (con dati che non sono relazioni o se si vuole una presentazione complessa)
  - per gestire il controllo

# Approcci

- Incremento delle funzionalità di SQL
  - Stored procedure
  - Trigger
  - Linguaggi 4GL
- SQL + linguaggi di programmazione

# Procedure memorizzate

- Sequenza di istruzioni SQL con parametri
- Memorizzate nella base di dati

```
PROCEDURE AssegnaCitta(:Dip VARCHAR(20),
                       :Citta VARCHAR(20))
UPDATE Dipartimento
SET Citta = :Citta
WHERE Nome = :Dip;
```

# Procedure memorizzate: invocazione

- Possono essere invocate
  - Internamente

```
EXECUTE PROCEDURE
  AssegnaCitta('Produzione','Milano')
  ;
```

  - Esternamente

```
…
$ AssegnaCitta(:NomeDip,:NomeCitta);
…
```

# Procedure memorizzate: Estensioni SQL per il controllo

- Esistono diverse estensioni

```
PROCEDURE CambiaCittaADip (:NomeDip VARCHAR(20),
                           :NuovaCitta VARCHAR(20))
      IF     (      SELECT *
                    FROM Dipartimento
                    WHERE Nome = :NomeDip  ) = NULL
             INSERT INTO ErroriDip VALUES(:NomeDip)
      ELSE
             UPDATE Dipartimento
             SET Città = :NuovaCitta
             WHERE Nome = :NomeDip;
      END IF;
  END;
```

# Linguaggi 4GL

- Ogni sistema adotta, di fatto, una propria estensione
- Diventano veri e propri linguaggi di programmazione proprietari “ad hoc”:
  - PL/SQL,
  - Informix4GL,
  - PostgreSQL PL/pgsql,
  - DB2 SQL/PL

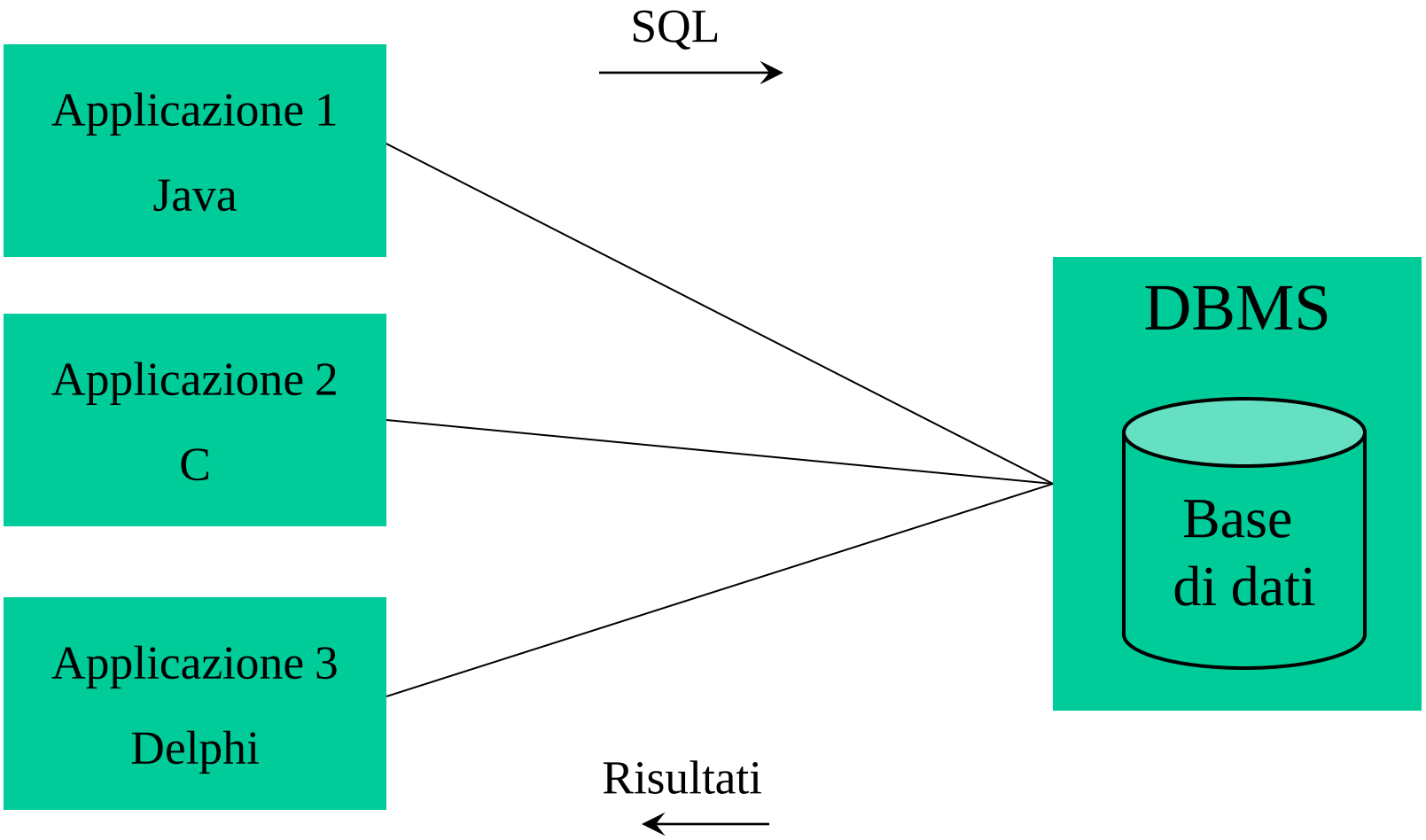
# Procedure in Oracle PL/SQL

```
Procedure Debit(ClientAccount char(5),Withdrawal
integer) is
  OldAmount integer;
  NewAmount integer;
  Threshold integer;
begin
  select Amount, Overdraft into OldAmount, Threshold
    from BankAccount
    where AccountNo = ClientAccount
    for update of Amount;
  NewAmount := OldAmount - WithDrawal;
  if NewAmount > Threshold
    then update BankAccount
           set Amount = NewAmount
           where AccountNo = ClientAccount;
    else
      insert into OverDraftExceeded
        values(ClientAccount,Withdrawal,sysdate);
  end if;
end Debit;
```

# SQL e linguaggi di programmazione

- Le applicazioni sono scritte in
  - linguaggi di programmazione tradizionali:
    - Cobol, C, Java, Fortran
  - linguaggi “ad hoc”, proprietari e non:
    - vedi lucidi precedenti
- Vediamo solo l’approccio “tradizionale”, perché più generale

# Applicazioni ed SQL: architettura



# SQL e linguaggi di programmazione: Una difficoltà importante

- Conflitto di impedenza ("disaccoppiamento di impedenza") fra base di dati e linguaggio
  - linguaggi: operazioni su singole variabili o oggetti
  - SQL: operazioni su relazioni (insiemi di ennuple)

# SQL e linguaggi di programmazione: Altre differenze

- Tipi di base:
  - linguaggi: numeri, stringhe, booleani
  - SQL: CHAR, VARCHAR, DATE, ...
- Tipi “strutturati” disponibili:
  - linguaggio: dipende dal paradigma
  - SQL: relazioni e ennuple
- Accesso ai dati e correlazione:
  - linguaggio: dipende dal paradigma e dai tipi disponibili; ad esempio scansione di liste o “navigazione” tra oggetti
  - SQL: join (ottimizzabile)

# SQL e linguaggi di programmazione: tecniche principali

- SQL immerso ("Embedded SQL")
  - sviluppata sin dagli anni '70
  - "SQL statico"
- SQL dinamico
- Call Level Interface (CLI)
  - più recente
  - SQL/CLI, ODBC, JDBC

# SQL immerso

- le istruzioni SQL sono “immerse” nel programma redatto nel linguaggio “ospite”
- un precompilatore (legato al DBMS) viene usato per analizzare il programma e tradurlo in un programma nel linguaggio ospite (sostituendo le istruzioni SQL con chiamate alle funzioni di una API del DBMS)

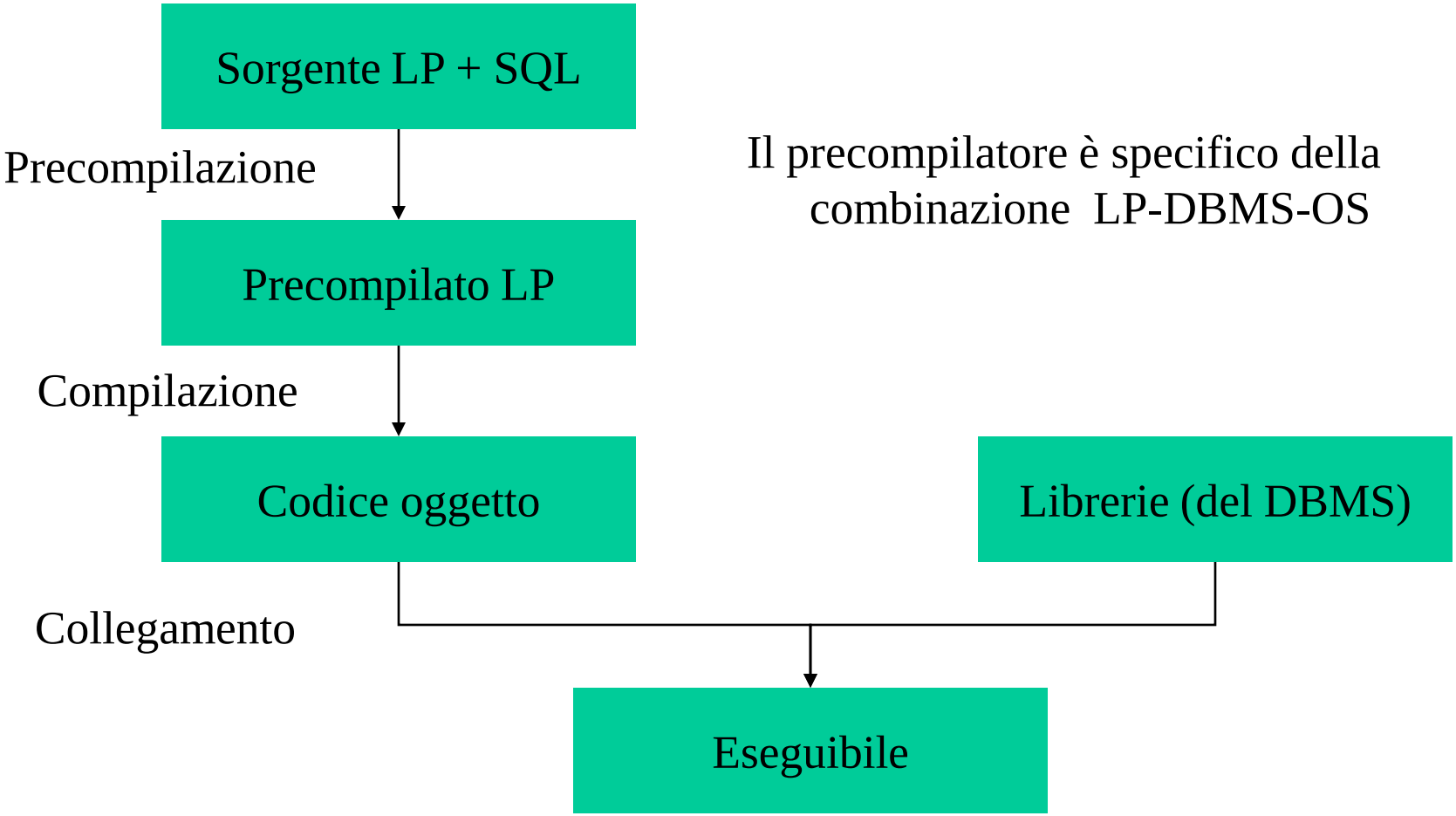
# SQL immerso: un esempio in C

```
#include<stdlib.h>
main(){
  EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    CHAR *NomeDip = "Manutenzione";
    CHAR *CittaDip = "Pisa";
    INT NumeroDip = 20;
  EXEC SQL END DECLARE SECTION;
  EXEC SQL CONNECT TO utente@librobd;
  IF (SQLCA.SQLCODE != 0) {
    PRINTF("Connessione al DB non riuscita\n"); }
  ELSE {
    EXEC SQL INSERT INTO Dipartimento
           VALUES(:NomeDip,:CittaDip,:NumeroDip);
    EXEC SQL DISCONNECT ALL;
  }
}
```

# SQL immerso: un esempio in C (2)

- **`EXEC SQL`** denota le porzioni di interesse del precompilatore:
  - definizioni dei dati
  - istruzioni SQL
- le variabili del programma possono essere usate come "parametri" nelle istruzioni SQL (precedute da ":") dove sintatticamente sono ammesse costanti
- **`SQLCA`** è una struttura dati per la comunicazione fra programma e DBMS
- **`SQLCODE`** è un campo di **`SQLCA`** che mantiene il codice di errore dell'ultimo comando SQL eseguito:
  - zero: successo
  - altro valore: errore o anomalia

# SQL immerso: fasi




Il precompilatore è specifico della combinazione LP-DBMS-OS

# SQL immerso:
## un altro esempio in C (prima)

```
INT main() {
  EXEC SQL CONNECT TO universita
    USER pguser IDENTIFIED BY pguser;
  EXEC SQL CREATE TABLE studente
   (matricola INTEGER PRIMARY KEY,
    nome VARCHAR(20),
    annodicorso INTEGER);
  EXEC SQL DISCONNECT;
  RETURN 0;
}
```

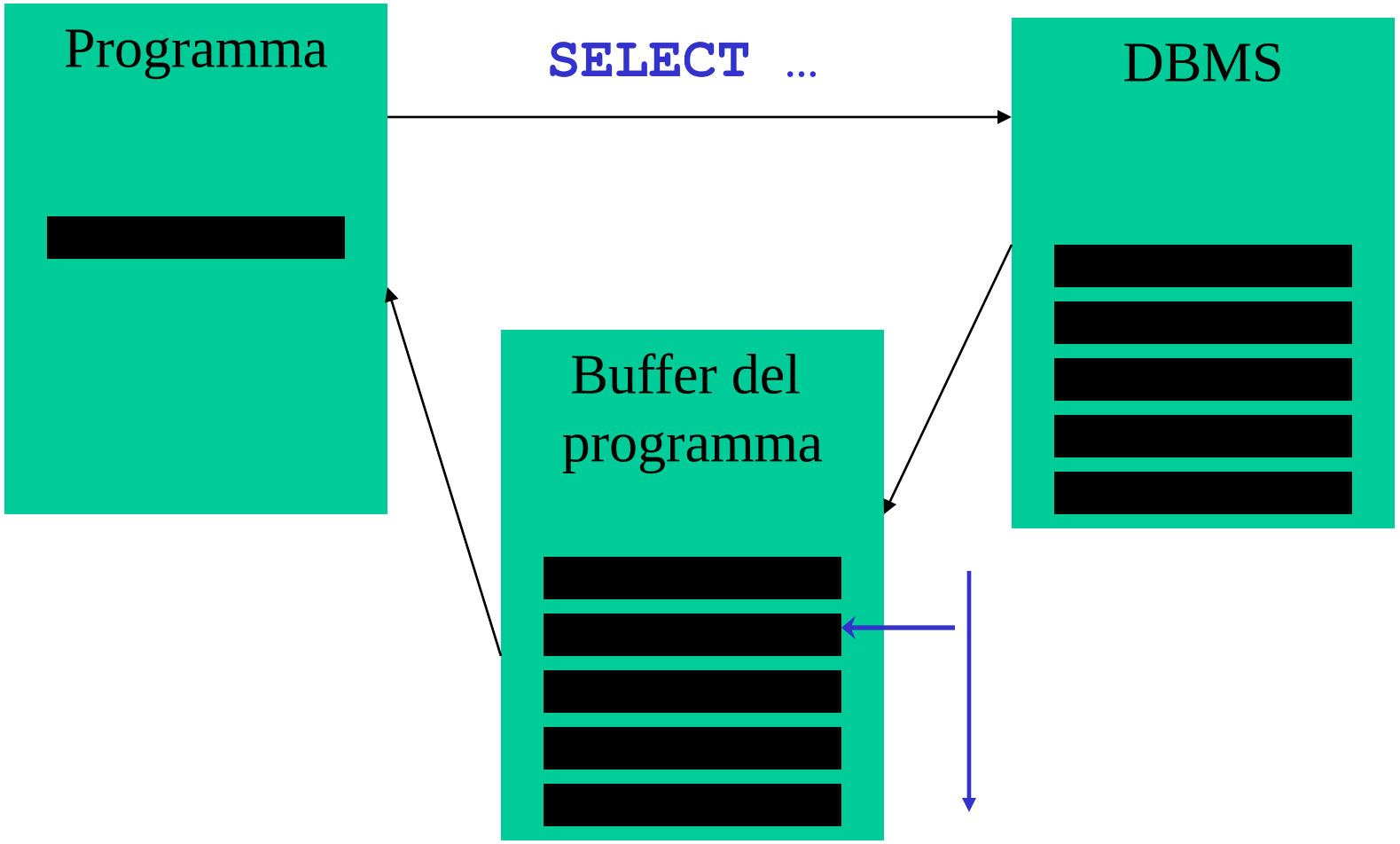
# SQL immerso:
## un altro esempio in C (dopo)

```
/* These include files are added by the preprocessor */
#include <ecpgtype.h>
#include <ecpglib.h>
#include <ecpgerrno.h>
#include <sqlca.h>
int main() {
  ECPGconnect(__LINE__, "universita" , "pguser" ,
    "pguser" , NULL, 0);
  ECPGdo(__LINE__, NULL, "create table studente (
   matricola integer primary key , nome varchar ( 20 ) ,
   annodicorso integer )", ECPGt_EOIT, ECPGt_EORT);
  ECPGdisconnect(__LINE__, "CURRENT");
  return 0;
}
```

# Interrogazioni in SQL immerso: conflitto di impedenza

- Il risultato di una **SELECT** è costituito da zero o piú ennuple:
  - zero o una: ok -- l'eventuale risultato puó essere gestito in un record
  - piú ennuple: come facciamo?
    - l'insieme (in effetti, la lista) non è gestibile facilmente in molti linguaggi
- Cursore: tecnica per trasmettere al programma una ennupla alla volta
  - accede a tutte le ennuple di una interrogazione in modo globale (tutte insieme o a blocchi – è il DBMS che sceglie la strategia efficiente)
  - trasmette le ennuple al programma una alla volta

# Cursori



# Operazioni sui cursori

- Definizione del cursore

  **DECLARE** NomeCursore [ **SCROLL** ] **CURSOR FOR SELECT** …
- Esecuzione dell'interrogazione

  **OPEN** NomeCursore
- Utilizzo dei risultati (una ennupla alla volta)

  **FETCH** NomeCursore **INTO** ListaVariabili
- Disabilitazione del cursore

  **CLOSE CURSOR** NomeCursore
- Accesso alla ennupla corrente (di un cursore su singola relazione a fini di aggiornamento)

  **CURRENT OF** NomeCursore

  nella clausola **WHERE**

```
WRITE('nome della citta''?');
READLN(citta);
EXEC SQL DECLARE P CURSOR FOR
   SELECT nome, reddito
   FROM persone
   WHERE citta = :citta ;
EXEC SQL OPEN P ;
EXEC SQL FETCH P INTO :nome, :reddito ;
WHILE SQLCODE = 0
DO BEGIN
      write('nome della persona:', nome, 'aumento?');
      READLN(aumento);
      EXEC SQL UPDATE persone
            SET reddito = reddito + :aumento
            WHERE CURRENT OF P
      EXEC SQL FETCH P INTO :nome, :reddito
   END;
EXEC SQL CLOSE CURSOR P
```

```
VOID VisualizzaStipendiDipart (CHAR NomeDip[])
{
   CHAR Nome[20], Cognome[20];
   LONG INT Stipendio;
   $ DECLARE ImpDip CURSOR FOR
        SELECT Nome, Cognome, Stipendio
        FROM Impiegato
        WHERE Dipart = :NomeDip;
   printf("Dipartimento %s\n",NomeDip);
   $ OPEN ImpDip;
   $ FETCH ImpDip INTO :Nome, :Cognome, :Stipendio;
   WHILE (SQLCODE == 0)
   {
        printf("Nome e cognome dell'impiegato: %s
                    %s",Nome,Cognome);
        printf("Attuale stipendio: %d\n",Stipendio);
        $ FETCH ImpDip INTO :Nome, :Cognome,
              :Stipendio;
   }
   $ CLOSE CURSOR ImpDip;
}
```

# Cursori, commenti

- Per aggiornamenti e interrogazioni "scalari" (cioè che restituiscano una sola ennupla) il cursore non serve:

```
SELECT Nome, Cognome
INTO :nomeDip, :cognomeDip
FROM Dipendente
WHERE Matricola = :matrDip;
```

- I cursori possono far scendere la programmazione ad un livello troppo basso, pregiudicando la capacità dei DBMS di ottimizzare le interrogazioni:
  - se "nidifichiamo" due o più cursori, rischiamo di reimplementare il join!

# SQLJ, uno standard per SQL immerso in Java

```
import …
#sql ITERATOR CursoreProvaSelect(String, String);
CLASS ProvaSelect
{
  public static void main(String argv[])
  {
    …
      DB db = new Db(argv[0]);
      db.getDefaultContext();
    …
      STRING padre = "";      STRING figlio = "" ;  STRING padrePrec = "";
      CursoreProvaSelect cursore;
      #sql cursore = {SELECT Padre, Figlio FROM Paternita ORDER BY Padre};
      #sql {FETCH :cursore INTO :padre, :figlio};
      while (!cursore.endFetch()){
   if (!(padre.equals(padrePrec))) { System.out.println("Padre: " + padre +
   "\n  Figli:  " + figlio);}
   else System.out.println( "          " + figlio ) ;
   padrePrec = padre ;
      #sql {FETCH :cursore INTO :padre, :figlio};
   cursore.close();
      …
 }
```

vedi note

# Esercizio

Studenti(Matricola, Cognome, Nome)

Esami(Studente,Materia,Voto,Data)

Corsi(Codice,Titolo)

con gli ovvî vincoli di integrità referenziale

- Stampare, per ogni studente, il certificato con gli esami e il voto medio

*Matricola Cognome Nome*

*Materia Data Voto*

*…*

*Materia Data Voto*

*VotoMedio*

*Matricola Cognome Nome*

*Materia Data Voto*

*…*

*Materia Data Voto*

*VotoMedio*

…

# Esercizio

Studenti(Matricola, Cognome, Nome)

Esami(Studente,Materia,Voto,Data)

Corsi(Codice,Titolo)

Iscrizioni(Studente,AA,Anno,Tipo)

con gli ovvî vincoli di integrità referenziale

- Stampare, per ogni studente, il certificato con gli esami e le iscrizioni ai vari anni accademici

*Matricola Cognome Nome*

*AnnoAccademico AnnoDiCorso TipoIscrizione*

*...*

*AnnoAccademico AnnoDiCorso TipoIscrizione*

*Materia Data Voto*

*...*

*Materia Data Voto*

*Matricola Cognome Nome*

*AnnoAccademico AnnoDiCorso TipoIscrizione*

*...*

*AnnoAccademico AnnoDiCorso TipoIscrizione*

*Materia Data Voto*

*...*

# SQL dinamico

- Non sempre le istruzioni SQL sono note quando si scrive il programma
- Allo scopo, è stata definita una tecnica completamente diversa, chiamata *Dynamic SQL* che permette di eseguire istruzioni SQL costruite dal programma (o addirittura ricevute dal programma attraverso parametri o da input)
- Non è banale gestire i parametri e la struttura dei risultati (non noti a priori)

# SQL dinamico

- Le operazioni SQL possono essere:
  - eseguite immediatamente

    **EXECUTE IMMEDIATE** *SQLStatement*
  - prima "preparate":

    **PREPARE** *CommandName* **FROM** *SQLStatement*

    e poi eseguite (anche più volte):

    **EXECUTE** *CommandName* [ **INTO** *TargetList* ]
    [ **USING** *ParameterList* ]

# Call Level Interface

- Indica genericamente interfacce che permettono di inviare richieste a DBMS per mezzo di parametri trasmessi a funzioni
- standard SQL/CLI (’95 e poi parte di SQL-3)
- ODBC: implementazione proprietaria di SQL/CLI
- JDBC: una CLI per il mondo Java

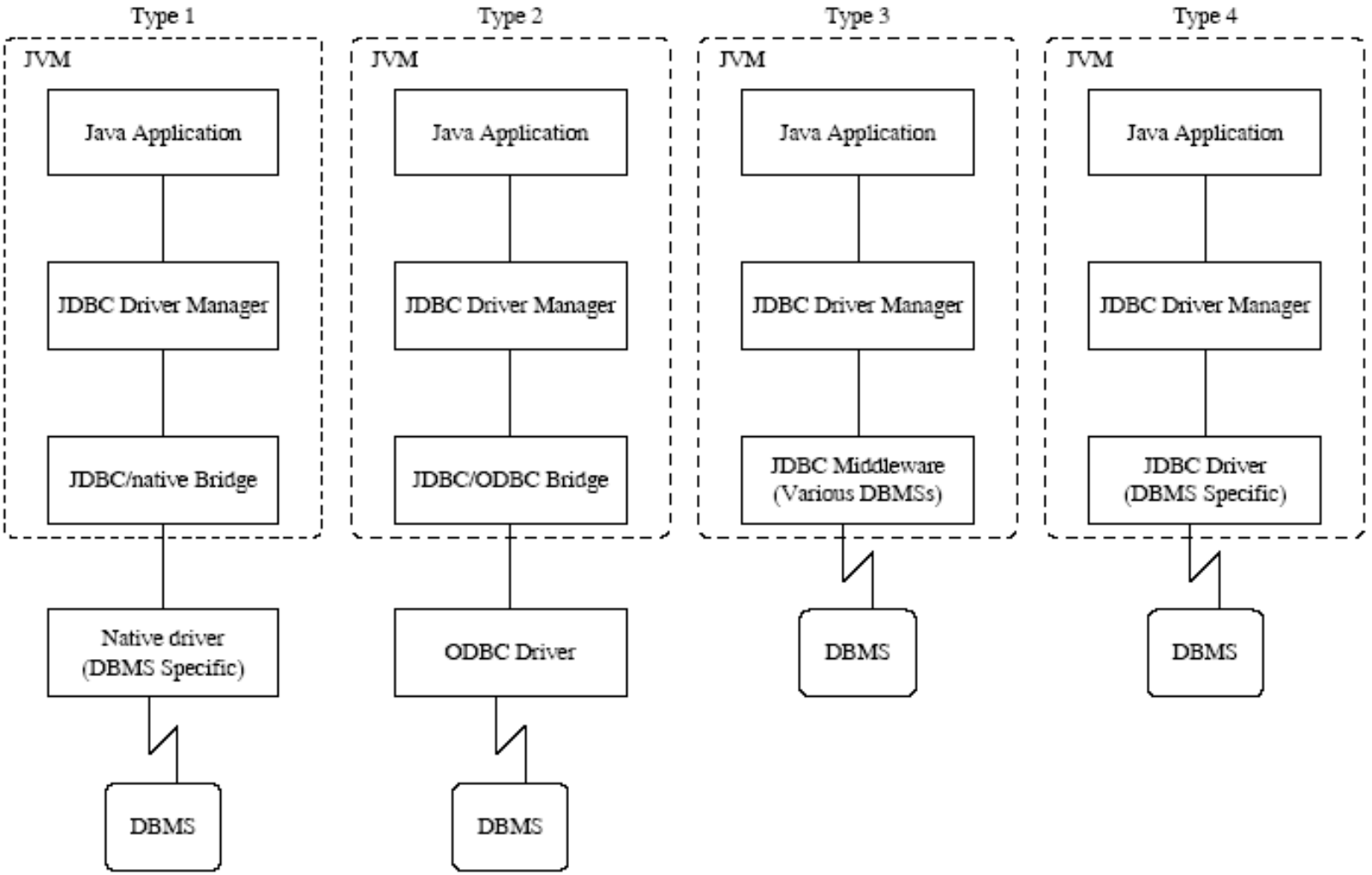
# SQL immerso vs CLI

- SQL immerso permette
  - precompilazione (e quindi efficienza)
  - uso di SQL completo
- CLI
  - indipendente dal DBMS
  - permette di accedere a più basi di dati, anche eterogenee

# JDBC

- Una API (Application Programming Interface) di Java (intuitivamente: una libreria) per l'accesso a basi di dati, in modo indipendente dalla specifica tecnologia
- JDBC è una interfaccia, realizzata da classi chiamate driver:
  - l'interfaccia è standard, mentre i driver contengono le specificità dei singoli DBMS (o di altre fonti informative)

# I driver JDBC



# Il funzionamento di JDBC, in breve

- Caricamento del driver
- Apertura della connessione alla base di dati
- Richiesta di esecuzione di istruzioni SQL
- Elaborazione dei risultati delle istruzioni SQL

# Un programma con JDBC

```
import java.sql.*;
public class PrimoJDBC {
   public static void main(String[] arg){
     Connection con = null ;
     try {
        Class.forName("sun.jdbc.odbc.JdbcOdbcDriver");
        String url = "jdbc:odbc:Corsi";
        con = DriverManager.getConnection(url);
        }
     catch(Exception e){
        System.out.println("Connessione fallita");
        }
     try {
        Statement query = con.createStatement();
        ResultSet result =
                query.executeQuery("select * from Corsi");
        while (result.next()){
                String nomeCorso = result.getString("NomeCorso");
                System.out.println(nomeCorso);
                }
        }
     catch (Exception e){
        System.out.println("Errore nell'interrogazione");
     }
   }
}
```

# Un altro programma con JDBC (1)

```
import java.lang.*;
import java.sql.*;
class ProvaSelectJDBC
{
  public static void main(String argv[])
  {
      Connection con = null;
      try { Class.forName("com.ibm.db2.jcc.DB2Driver");
      }
      catch (ClassNotFoundException exClass) {
            System.err.println("Fallita connessione al database. Errore 1");
      }
      try {
            String url = "jdbc:db2:db04";
            con = DriverManager.getConnection(url);
      }
      catch (SQLException exSQL) {
            System.err.println("Fallita connessione al database. "+
            exSQL.getErrorCode() + " " +
           exSQL.getSQLState() +  exSQL.getMessage() );
      }
```

# Un altro programma con JDBC (2)

```
    try{ String padre = "";  String figlio = "" ; String padrePrec = "";
   Statement query = con.createStatement();
   String queryString =
        "SELECT Padre, Figlio FROM Paternita ORDER BY Padre";
   ResultSet result = query.executeQuery(queryString);
   while (result.next()){
        padre = result.getString("Padre");
        figlio = result.getString("Figlio");
        if (!(padre.equals(padrePrec))){
                System.out.println("Padre: " + padre +
                        "\n  Figli:  " + figlio);}
        else System.out.println( "          " + figlio ) ;
        padrePrec = padre ;
        }
     }
     catch (SQLException exSQL) {
   System.err.println("Errore nell'interrogazione. "+
          exSQL.getErrorCode() + " " + exSQL.getMessage() );
     }
   }
}
```

# Preliminari

- L'interfaccia JDBC è contenuta nel package `java.sql`

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

- Il driver deve essere caricato (trascuriamo i dettagli)

```
Class.forName("sun.jdbc.odbc.JdbcOdbcDriver");
```

- Connessione: oggetto di tipo **`Connection`** che costituisce un collegamento attivo fra programma Java e base di dati; viene creato da

```
String url = "jdbc:odbc:Corsi";
con = DriverManager.getConnection(url);
```

# Preliminari dei preliminari: origine dati ODBC

- Per utilizzare un driver JDBC-ODBC, la base di dati (o altro) deve essere definita come "origine dati ODBC"
- In Windows (con YYY, avendo già definito la base di dati xxx.yyy da collegare):
  - Pannello di controllo
  - Strumenti di amministrazione
  - Opzione "Origini dati ODBC"
  - Bottone "Aggiungi" ("Add")
  - Nella finestra di dialogo "Crea Nuova origine dati" selezionare “YYY Driver" e nella successiva
    - selezionare il file xxx.yyy
    - attribuirgli un nome (che sarà usato da ODBC e quindi da JDBC)

# Esecuzione dell'interrogazione ed elaborazione del risultato

Esecuzione dell'interrogazione

```
Statement query = con.createStatement();
ResultSet result =
  query.executeQuery("select * from Corsi");
```

Elaborazione del risultato

```
while (result.next()){
      String nomeCorso =
            result.getString("NomeCorso");
      System.out.println(nomeCorso);
}
```

# La classe `Statement`

- Un'interfaccia i cui oggetti consentono di inviare, tramite una connessione, istruzioni SQL e di ricevere i risultati forniti
- Un oggetto di tipo **`Statement`** viene creato con il metodo **`createStatement`** di **`Connection`**
- I metodi dell'interfaccia **`Statement`**:
  - **`executeUpdate`** per specificare aggiornamenti o istruzioni DDL
  - **`executeQuery`** per specificare interrogazioni e ottenere un risultato
  - **`execute`** per specificare istruzioni non note a priori
  - **`executeBatch`** per specificare sequenze di istruzioni
- Vediamo **`executeQuery`**

# La classe `ResultSet`

- I risultati delle interrogazioni sono forniti in oggetti di tipo **`ResultSet`** (interfaccia definita in **`java.sql`**)
- In sostanza, un *result set* è una sequenza di ennuple su cui si può "navigare" (in avanti, indietro e anche con accesso diretto) e dalla cui ennupla "corrente" si possono estrarre i valori degli attributi
- Metodi principali:
  - **`next()`**
  - **`get`***XXX*`(`*posizione*`)`
    - es: **`getString(3); getInt(2)`**
  - **`get`***XXX*`(`*nomeAttributo*`)`
    - es: **`getString("Cognome"); getInt("Codice")`**

# Specializzazioni di `Statement`

- **`PreparedStatement`** permette di utilizzare codice SQL già compilato, eventualmente parametrizzato rispetto alle costanti
  - in generale più efficiente di **`Statement`**
  - permette di distinguere più facilmente istruzioni e costanti (e apici nelle costanti)
- i metodi **`set`***`XXX`***`( , )`** permettono di definire i parametri
- **`CallableStatement`** permette di utilizzare "stored procedure", come quelle di Oracle PL/SQL o anche le query memorizzate (e parametriche) di Access

```
import java.sql.*;
import javax.swing.JOptionPane;

public class SecondoJDBCprep {
   public static void main(String[] arg){
      try {
         Class.forName("sun.jdbc.odbc.JdbcOdbcDriver");
         String url = "jdbc:odbc:Corsi";
         Connection con = DriverManager.getConnection(url);
         PreparedStatement pquery = con.prepareStatement(
               "select * from Corsi where NomeCorso LIKE ?");
        String param = JOptionPane.showInputDialog(
                    "Nome corso (anche parziale)?");
        param = "%" + param + "%";
        pquery.setString(1,param);
         ResultSet result = pquery.executeQuery();
         while (result.next()){
           String nomeCorso = result.getString("NomeCorso");
           System.out.println(nomeCorso);
           }
       }
       catch (Exception e){System.out.println("Errore");}
   }
}
```

```
import java.sql.*;
import javax.swing.JOptionPane;

public class TerzoJDBCcall {
   public static void main(String[] arg){
      try {
         Class.forName("sun.jdbc.odbc.JdbcOdbcDriver");
         String url = "jdbc:odbc:Corsi";
         Connection con = DriverManager.getConnection(url);
         CallableStatement pquery =
              con.prepareCall("{call queryCorso(?)}");
               String param = JOptionPane.showInputDialog(
                     "Nome corso (anche parziale)?");
               param = "*" + param + "*";
               pquery.setString(1,param);
         ResultSet result = pquery.executeQuery();
         while (result.next()){
              String nomeCorso =
                    result.getString("NomeCorso");
              System.out.println(nomeCorso);
              }
      }
      catch (Exception e){System.out.println("Errore");}
   }
}
```

# Altre funzionalità

- Molte, fra cui
  - username e password
  - aggiornamento dei ResultSet
  - richiesta di metadati
  - gestione di transazioni

# Transazioni in JDBC

- Scelta della modalità delle transazioni: un metodo definito nell'interfaccia `Connection`:

  **`setAutoCommit(boolean autoCommit)`**

- **`con.setAutoCommit(true)`**
  - (default) "autocommit": ogni operazione è una transazione
- **`con.setAutoCommit(false)`**
  - gestione delle transazioni da programma

    **`con.commit()`**

    **`con.rollback()`**
  - non c'è **`begin transaction`**

# Esercitazione con MySQL

- Esercizi 1-2 sul database Prodotti Premiere da cap. 8, pag. 188-189 di Pratt (da realizzare con SQLJ);
- Esercizi 6.1, 6.2-6.3 (SQLJ), 6.5-6.13 a pagg. 202-204 di Atzeni et al.

- N.B. MySQL 5.1 supporta le procedure e le funzioni memorizzate
- **CREATE FUNCTION** *nomef*([*par*]) **RETURNS** *tipo*[*opzioni*] *codiceSQL*
- **CREATE PROCEDURE** *nomep*([*par*]) [*opzioni*]
- **DROP FUNCTION / PROCEDURE [IF EXISTS]** *nome*