# 数据库系统原理

陈岭

浙江大学计算机学院

# 7 SQL语言（5）

- 嵌入式SQL
- ODBC

# 嵌入式SQL

- SQL标准定义了将SQL嵌入到程序设计语言中(如 Pascal, PL/I, Fortran, C and Cobol)
- SQL查询所嵌入的语言称为宿主语言，而在宿主语言中使用的 SQL结构被称为Embedded SQL
- EXEC SQL语句用于向预处理器标识嵌入式SQL请求

  EXEC SQL <嵌入式SQL语句> END_EXEC

  - 注意：嵌入式SQL的确切语法依赖于宿主语言，如在Java中使用

    # SQL { … }

# 嵌入式SQL-查询

- 例，单行查询（oracle）

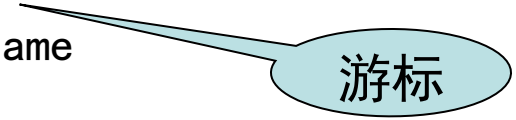
```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
char ID[20], name[20];
float  sal;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
……
scanf( “%s”, &ID); //读入教师账号，然后据此在下面的语句获得name，sal的值
EXEC SQL select name, salary into :name, :sal from instructor
where ID = :ID;
END_EXEC
printf( “%s,%s,%f”, ID, name, sal);
……
```

:ID、:name、:sal是宿主变量，可在宿主语言程序中赋值，从而将值带入SQL。宿主变量在宿主语言中使用时不加:号

# 嵌入式SQL-查询

- 例，多行查询（oracle）：假设有一个宿主变量*credit_amount*，找出学分高于*credit_amount*的所有学生的名字
  - 第1步：用SQL写查询并为它声明一个游标

```
EXEC SQL
    declare c cursor for
    select ID, name
    from student
    where tot_cred > :credit_amount;
END_EXC
```




  - 第2步：用open语句来执行查询

```
EXEC SQL open c END-EXEC
```

# 嵌入式SQL-查询

- 第3步：用一系列的fetch语句把元组的值赋给宿主语言的变量

```
EXEC SQL fetch c into :si, :sn;
```

  - 循环调用fetch可逐条取得查询结果中的元组
  - SQL通信区(SQLCA)中的变量SQLSTATE被设置为‘02000’表示不再有数据了
- 第4步：close语句使数据库系统删除用于保存查询结果的临时关系

```
EXEC SQL close c;
```

- 注意：上述细节随语言而变。例，Java 中定义了Java iterators来遍历结果中的元组

# 嵌入式SQL-修改

- 例，单行修改

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
char ID[20];
float  sal;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
……
scanf( “%s %f”, &ID, &sal); //读入教师账号，及要增加的工资值
EXEC SQL update instructor set salary=salary + :sal
where ID = :ID;
……
```

# 嵌入式SQL-修改

- 例，多行修改：通过使用游标来更新数据库关系。例，要为音乐系的每个教师的salary都增加100

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
char ID[20], name[20];
float  sal;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
EXEC SQL DECLARE csr CURSOR
            select *
            from instructor
            where dept_name =  'Music'
            for update of salary;
            ……
```

# 嵌入式SQL-修改

（修改游标当前位置上的元组）

```
EXEC SQL OPEN csr;
while(1){
        EXEC SQL FETCH csr INTO :ID, :name, :sal;
        if(sqlca.sqlcode<> SUCCESS) BREAK;
         …… //由宿主语句对ID, name, sal中的数据进行相关处理(如打印)
            EXEC SQL update instructor
            set salary = salary + 100
            where CURRENT OF csr;
}
……
EXEC SQL CLOSE csr;
……
```

或：EXEC SQL delete from intructor where CURRENT OF csr;

# ODBC

- 开放数据库互连（Open DataBase Connectivity，ODBC）
  - 用于应用程序与数据库服务通信的标准
  - 标准定义了一个API
    1. 建立一个和服务器的连接
    2. 发送查询、更新请求等
    3. 获取返回结果
- 应用程序（如，图形界面、电子表格等）可以使用相同的ODBC API来访问一个支持ODBC标准的数据库

# ODBC

- 嵌入式SQL和ODBC
  - 嵌入式SQL：程序在编译前必须由一个特殊的预处理器进行处理
  - ODBC标准为应用程序连接数据库服务器定义了一个API
    - 与具体DBMS无关
    - 不需要预编译

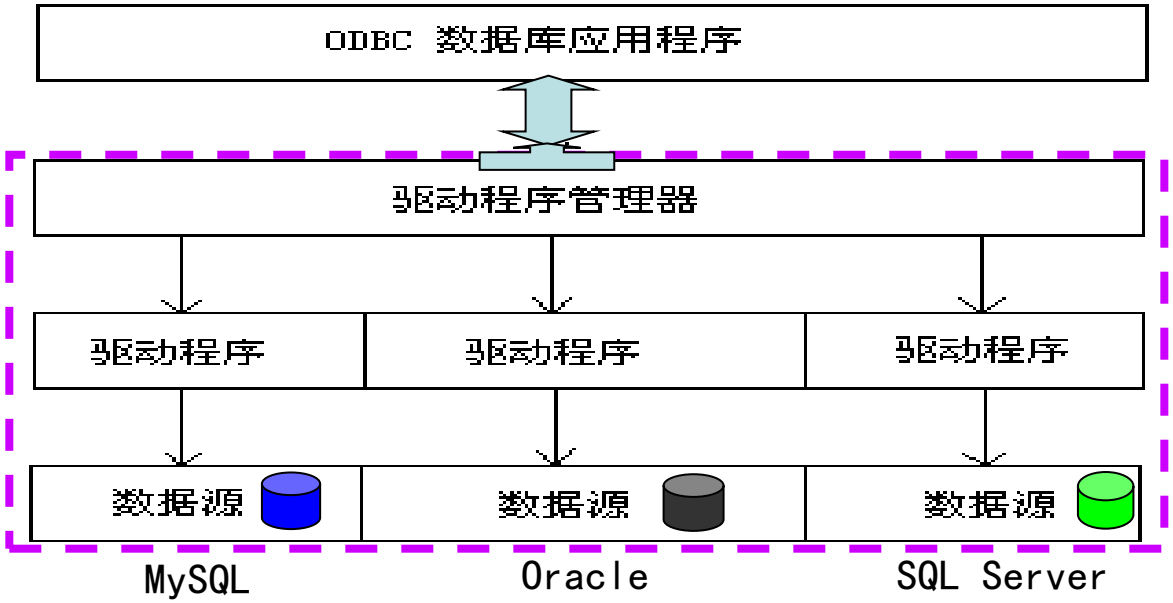
# ODBC

- ODBC提供了一个公共的、与具体数据库无关的应用程序设计接口API（Application Programming Interface）。所谓公共的接口API就是为开发者提供单一的编程接口，这样同一个应用程序就可以访问不同的数据库服务器
- 使用ODBC访问数据库的方法：
  - ODBC API访问数据库
  - Visual C++的MFC提供了丰富的ODBC类，它们封装了大量的函数用以完成数据库的大部分应用

## 访问数据库的其他方法

- OLE DB(Object Link and Embedding DataBase)，是一套通过COM(Component Object Model，组件对象模型)接口访问数据库的ActiveX底层接口技术，速度快，支持关系型和非关系型数据库，编程量大
- ADO(ActiveX Data Objects)，基于COM，建立在OLE DB之上，更易于使用
- DAO (Data Access Objects)，基于Microsoft Jet引擎，访问Access数据库(即*.MDB文件)时具有很好的性能，DAO类与ODBC类相比具有很多相似之处

# ODBC

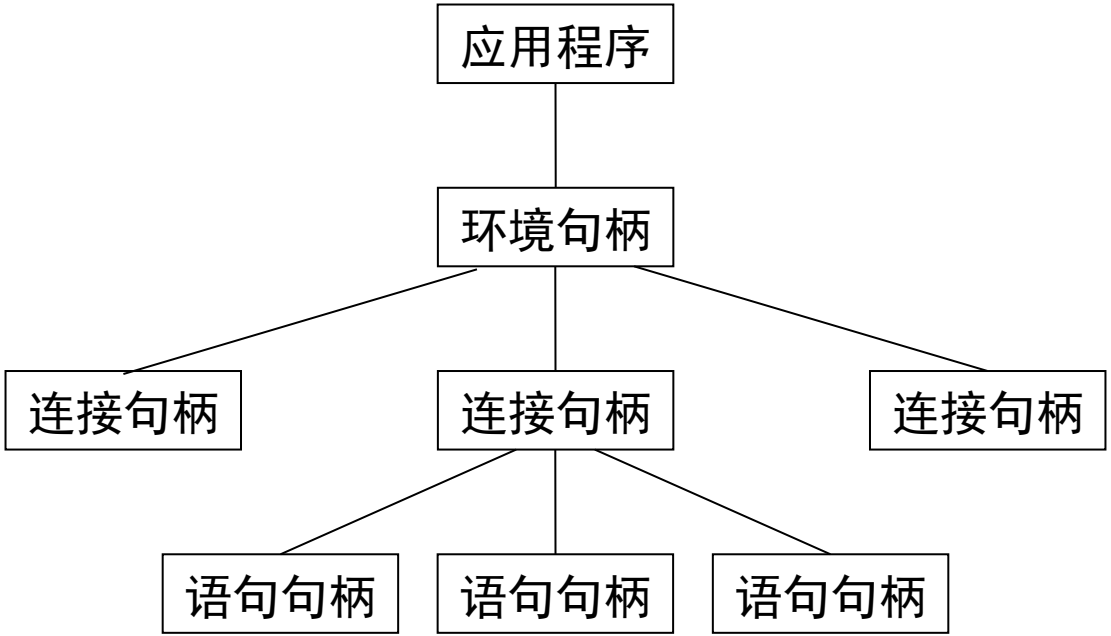



- 定义ODBC数据源：控制面板—>管理工具—>
  数据源(ODBC)—> DSN(data source name)

# ODBC

- ODBC程序会先分配一个SQL的环境变量，然后是一个数据库连接句柄
- ODBC程序随后会利用SQLConnect打开和数据库的连接，这个调用有几个参数，包括：
  - 数据库的连接句柄
  - 要连接的服务器
  - 用户的身份
  - 密码
- 还必须指定参数的类型
  - SQL_NTS表示前面参数是一个以null结尾的字符串

- ODBC接口定义了三种句柄类型



# ODBC

- 1. 分配环境句柄

```
HENV henv;
SQLAllocEnv (&henv );
```

- 2. 分配连接句柄

```
HDBC hdbc;
SQLAllocConnect(henv, &hdbc);
```

- 3. 用已分配的连接句柄连接数据源

SQLConnect (hdbc, szDSN, cbDSN, szUID, cbUID, zAuthStr, cbAuthStr);
说明：hdbc是一个已分配的连接句柄

  - szDSN和cbDSN分别表示系统所要连接的数据源名称字符串及其长度
  - szUID和cbUID分别表示连接数据源的用户名字符串及其长度
  - szAuthStr和cbAuthStr分别表示连接数据源的权限字符串及其长度

- 4. 分配语句句柄

```
HSTMT hstmt;
SQLAllocStmt (hdbc, &hstmt);
```

- 5.1 直接执行SQL语句

```
SQLExecDirect (hstmt, szSqlStr, cbSqlStr );
```

说明：hstmt是一个有效的语句句柄

- szSqlStr和cbSqlStr分别表示将要执行的SQL语句的字符串及其长度
- 例，retcode=SQLExecDirect(hstmt, “delete from book where ISBN=1”, SQL_NTS);
  - 说明：删除book表中ISBN=1的记录。SQL_NTS是ODBC的一个常数，当字符串是以NULL结束时，可用它来表示字符串的长度

## 5.2 有准备地执行SQL语句

- 如果SQL语句需要执行几次，则采用有准备的执行更好，避免了SQL语句的多次分析。有准备的执行需要两个函数

  SQLPrepare (hstmt, szSqlStr, cbSqlStr);

  — 说明：SQL语句准备函数，参数同SQLExecDirect

  SQLExecute (hstmt);

  — 说明：SQL语句执行函数

## 6. 查询结果的获取

SQLFetch (hstmt);

说明：把游标移到下一行，当查询语句执行后第一次调用时移到结果集的第一行

SQLGetData (hstmt, icol, fCType, rgbValue, cbValueMax, pcbValue);

说明：读取游标指向行的列值

- icol和fCType分别表示结果集的列号和类型
- rgbValue和cbValueMax是接收数据存储区的指针和最大长度
- pcbValue是返回参数，表示本次调用后实际接收到的数据的字节数

- 7. 释放语句句柄

  SQLfreeStmt(hstmt, foption);

  说明：foption指定选项，一个选项是用SQL_DROP表示释放所有与该句柄相关的资源

- 8. 断开数据源连接

  SQLDisconnect(hdbc);

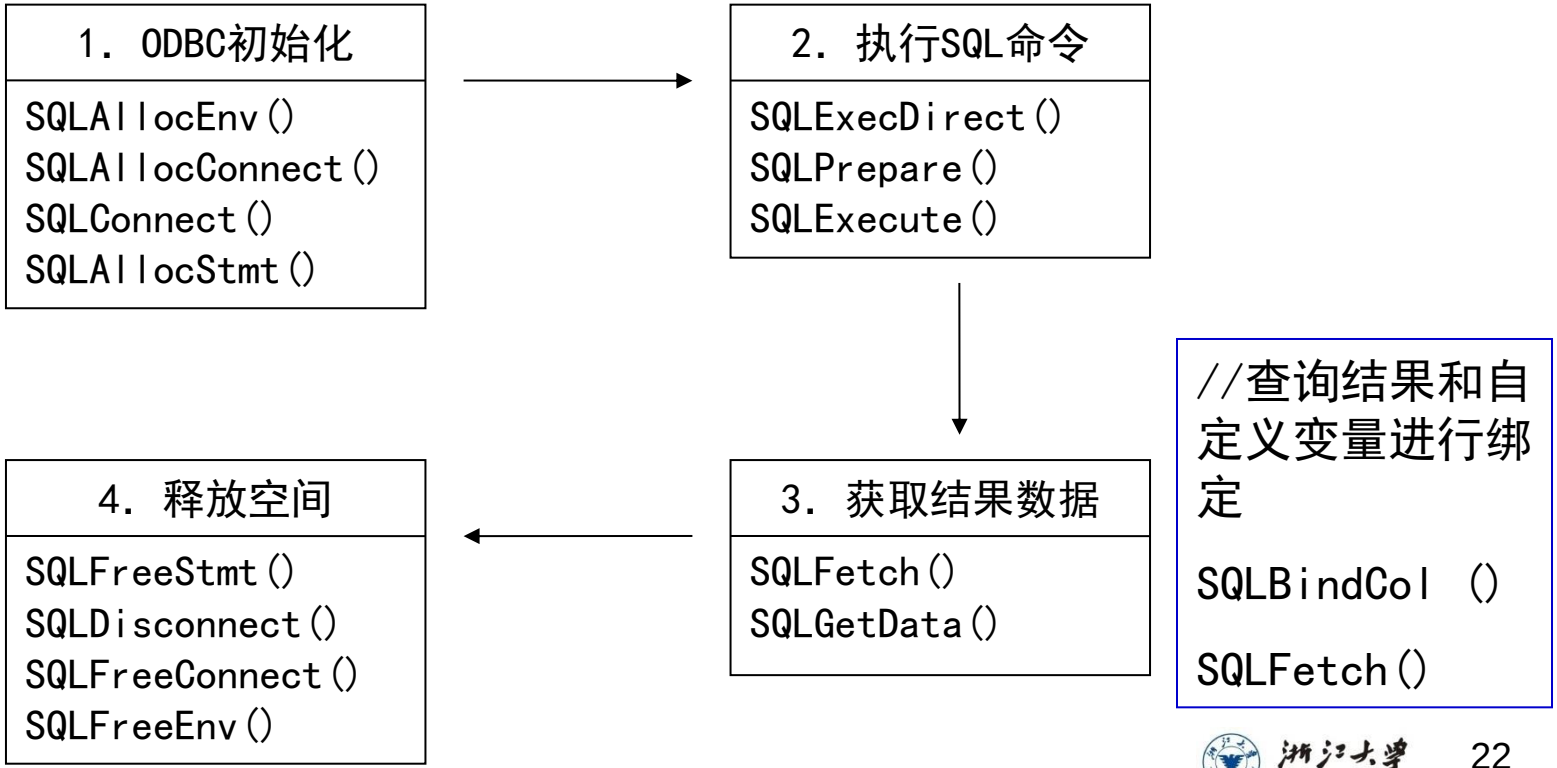
- 9. 释放连接句柄

  SQLFreeConnect(hdbc);

- 10. 释放环境句柄

  SQLFreeEnv(henv);

## ODBC编程的基本流程



## ODBC代码示例

```
int ODBCexample()      //程序结构
{
    RETCODE error;
    HENV    env;         /* environment */
    HDBC    conn;        /* database connection */
    SQLAllocEnv(&env);
    SQLAllocConnect(env, &conn);    /*建立连接句柄 */
    SQLConnect(conn, "MySQLServer", SQL_NTS, "user",
    SQL_NTS, "password", SQL_NTS);
    /* 建立用户user与数据源的连接，SQL_NTS表示前一参量以null结尾 */
    { … Main body of program … } //见下页
    SQLDisconnect(conn);
    SQLFreeConnect(conn);
    SQLFreeEnv(env);
}
```

- ODBC代码示例（ Main body of program ）

```
{
    char deptname[80];
    float  salary;
    int  lenOut1, lenOut2;
    HSTMT   stmt;
    SQLAllocStmt (conn, &stmt);
    /*为该连接建立数据区，将来存放查询结果*/
    char * sqlquery =  “select dept_name, sum (salary)
                        from instructor
                        group by dept_name”; /*装配SQL语句*/
     error = SQLExecDirect (stmt, sqlquery, SQL_NTS);
     /*执行sql语句,查询结果存放到数据区stmt ，同时sql语句执行状态的
    返回值送变量error*/
```

- ODBC代码示例（ Main body of program ）

```
        ……
        if (error == SQL_SUCCESS) {
        SQLBindCol(stmt, 1, SQL_C_CHAR, deptname, 80, &lenOut1);
        SQLBindCol(stmt, 2, SQL_C_FLOAT, &salary, 0, &lenOut2);
        /*对stmt中的返回结果数据加以分离，并与相应变量绑定。第1项数据转
        换为C的字符类型,送变量deptname(最大长度为80)，lenOut1 为实际字
        符串长度(若＝-1代表null)，第2项数据转换为C的浮点类型送变量
        salary中 */
        while (SQLFetch (stmt) >= SQL_SUCCESS) {
        /*逐行从数据区stmt中取数据，放到绑定变量中*/
             printf (“ %s  %f\n”, deptname, salary);
        /*对取出的数据进行处理*/
             ……
        }}
        SQLFreeStmt (stmt, SQL_DROP);  /* 释放数据区*/
}
```

- 应用程序通过SQLExecDirect语句把命令发送到数据库
- 使用SQLFetch语句取回查询结果中的元组
- SQLBindCol将C语言的变量和查询结果的属性绑定
  - 当结果中的元组被取出时，它的属性值会自动存储到对应的C语言变量里
  - SQLBindCol函数中的参数。例，

```
SQLBindCol(stmt, 1, SQL_C_CHAR, deptname, 80, &lenOut1);
```

    - ODBC变量：stmt
    - 选择属性中哪一个位置的值
    - SQL把属性转化成什么类型的C变量
    - 变量地址

- SQLBindCol函数中的参数。例，

  ```
  SQLBindCol(stmt, 1, SQL_C_CHAR, deptname, 80, &lenOut1);
  ```

  对于诸如字符数组这样的变长类型，最后两个参数还要给出：

  - 变量的最大长度
  - 存放元组取回时的实际长度
  - 注意：如果长度域返回一个负值，那么代表这个值为空（null）

- 好的编程风格要求检查每一个函数的结果，确保它们没有错误，为了简洁，我们在这里忽略了大部分检查

# ODBC

- ODBC标准定义了符合性级别（ Conformance Levels），用于指定标准定义的功能的子集(不同版本ODBC提供不同等级的标准)
  - 核心级（core level）
  - level 1需要支持取得目录的有关信息
  - level 2需要更多的特性，如发送和提取参数值数组以及检索有关目录的更详细信息的能力
- SQL标准定义了调用级接口（ Call Level Interface，CLI），它与ODBC接口类似。如，Oracle call interface （OCI）

# 总结

- SQL查询可以从宿主语言通过嵌入式SQL激发
- ODBC标准给C、JAVA等语言的应用程序定义接入SQL数据库的应用程序接口，程序员越来越多地通过这些API来访问数据库

# 谢谢！