

# Acceso a bases de datos con JDBC

## Aplicaciones Web/Sistemas Web



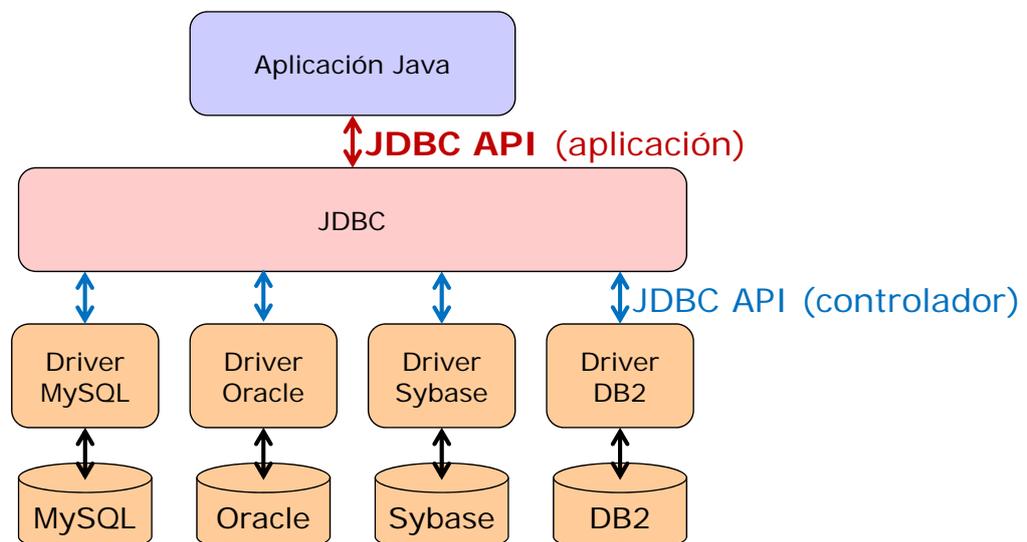
Juan Pavón Mestras  
Dep. Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial  
Facultad de Informática  
Universidad Complutense Madrid

Material bajo licencia Creative Commons, Juan Pavón 2013



## JDBC

- Java Database Connectivity
  - API Java para conectar las aplicaciones a bases de datos
  - Arquitectura modular
    - La misma interfaz para distintos tipos de bases de datos
    - Implementa un gestor de drivers de bases de datos



## Paquete java.sql

---

- Uso de controladores de las BD
  - Clase DriverManager
    - Permite establecer y gestionar conexiones a las BD
  - Clase SQLPermission
    - Proporciona los permisos para poder usar el DriverManager a código en ejecución dentro de un Security Manager (por ejemplo applets)
  - Interfaz Driver
    - Metodos para registrar y conectar controladores basados en tecnología JDBC
  - Clase DriverPropertyInfo
    - Propiedades de un controlador
  
- Excepciones
  - SQLException
  - SQLWarning

## Paquete java.sql

---

- Interfaz con la aplicación
  - Envío de instrucciones SQL a la BD
    - Connection
      - Métodos para crear instrucciones y para gestionar conexiones y sus propiedades
    - Statement
      - Permite enviar instrucciones a la BD
    - PreparedStatement
      - Permite usar instrucciones preparadas o SQL básicas
    - CallableStatement
      - Llamada a procedimientos almacenados en la BD
    - Savepoint
      - Puntos de recuperación en una transacción
  - Recuperación de los resultados de la consulta a la BD
    - ResultSet
      - Conjunto de resultados que se devuelven de una query
    - ResultSetMetaData
      - Información sobre las columnas del objeto ResultSet

## Paquete java.sql

---

- Interfaz con la aplicación
  - Correspondencia de tipos SQL con clases e interfaces de Java
    - Array → SQL ARRAY
    - Blob → SQL BLOB
    - Clob → SQL CLOB
    - Date → SQL DATE
    - NClob → SQL NCLOB
    - Ref → SQL REF
    - RowId → SQL ROWID
    - Struct → SQL STRUCT
    - SQLXML → SQL XML
    - Time → SQL TIME
    - Timestamp → SQL TIMESTAMP
    - Clase Types → constantes para tipos SQL
  - Correspondencia de tipos SQL definidos por el usuario a Java
    - SQLData
    - SQLInput
    - SQLOutput

## Correspondencia de tipos SQL → Java

---

Types.BIT	boolean
Types.TINYINT	byte
Types.SMALLINT	short
Types.INTEGER	int
Types.BIGINT	long
Types.FLOAT	double
Types.REAL	float
Types.DOUBLE	double
Types.NUMERIC	java.math.BigDecimal
Types.DECIMAL	java.math.BigDecimal
Types.CHAR	java.lang.String
Types.VARCHAR	java.lang.String
Types.LONGVARCHAR	java.lang.String
Types.DATE	java.sql.Date
Types.TIM	java.sql.Time
Types.BINARY	byte []
Types.VARBINARY	byte []

## Paquete java.sql

---

- Interfaz con la aplicación
  - Para obtener información de la BD (metadatos)
    - DatabaseMetaData
      - Información sobre la BD

```
try {
    DatabaseMetaData infoBD= conexion.getMetaData();
    System.out.println("Base de datos: " + infoBD.getDatabaseProductName());
    System.out.println("Version: " + infoBD.getDatabaseProductVersion());
} catch (Exception ex) {
    // Tratar el error
}
```

## Programación con JDBC

---

- **Secuencia normal:**
  - **Establecer la conexión** con la BD
    - Cargar controladores (*si se usa una versión de Java inferior a la 6*)
    - Establecer la conexión
  - Crear un **objeto Statement** para hacer petición a la BD
    - Asociar una sentencia SQL al objeto Statement
    - Proporcionar valores de los parámetros
    - Ejecutar el objeto Statement
  - Procesar los **resultados**
  - Liberar recursos (**cerrar la conexión**)
- Si es necesario, se pueden ejecutar varias instrucciones dentro de una **transacción** (propiedades ACID)
  - Abrir transacción
    - Crear y ejecutar instrucciones
    - Procesar resultados
  - Cerrar transacción

## Establecimiento de conexión con la BD

---

### ■ Registrar un controlador

- Los DriverManager se encargan de gestionar la conexión y todas las comunicaciones con la BD
- Necesitan conocer los controladores específicos para las BD que se vayan a utilizar

### ■ Registro de un controlador para MySQL

- Utilizar el controlador MySQL Connector/J
- Disponible en: <http://dev.mysql.com/downloads/connector/j>
  - Cómo instalarlo:  
<http://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/connector-j-installing.html>

### ■ El controlador se puede registrar con el Class loader de Java

- La clase a cargar viene dada en la documentación del controlador

```
try {
    Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver").newInstance();
} catch (Exception ex) {
    // Tratar el error
}
```

## Establecimiento de conexión con la BD

---

### ■ Los controladores se identifican con un **URL JDBC** de la forma **jdbc:subprotocolo:localizadorBD**

- El subprotocolo indica el tipo de base de datos específico
- El localizador permite referenciar de forma única una BD
  - Host y opcionalmente puerto
  - Nombre de la base de datos

### ■ La conexión a la BD se hace con el método **getConnection()**

- `public static Connection getConnection(String url)`
- `public static Connection getConnection(String url, String user, String password)`
- `public static Connection getConnection(String url, Properties info)`
  - Todos pueden lanzar la excepción `SQLException`

```
try {
    conexion = DriverManager.getConnection(
        "jdbc:mysql://localhost/tienda","pruebas", "pruebas");
} catch (SQLException ex) {
    // Tratar el error
}
```

## Crear y ejecutar operaciones en la BD

---

### ■ Statement

- Encapsula las instrucciones SQL a la BD
  
- Se crea a partir de la conexión  
`instruccion = conexion.createStatement();`
  
- Métodos
  - **executeQuery**(String sql)
    - Ejecución de consultas: SELECT
    - Devuelve un objeto ResultSet
  - **executeUpdate**(String sql)
    - Modificaciones en la BD: INSERT, UPDATE, DELETE
    - Devuelve el número de columnas afectadas
  - **execute**(String sql)
    - Ejecución de instrucciones que pueden devolver varios conjuntos de resultados
    - Requiere usar luego `getResultSet()` o `getUpdateCount()` para recuperar los resultados, y `getMoreResults()` para ver los siguientes resultados

## Crear y ejecutar operaciones en la BD

---

### ■ ResultSet

- Encapsula el conjunto de resultados
- Para obtener el valor de cada campo hay que usar el método `getX("campo")` correspondiente al tipo del valor SQL:
  - `getInt` ← INTEGER
  - `getLong` ← BIG INT
  - `getFloat` ← REAL
  - `getDouble` ← FLOAT
  - `getBigDecimal` ← DECIMAL
  - `getBoolean` ← BIT
  - `getString` ← VARCHAR
  - `getString` ← CHAR
  - `getDate` ← DATE
  - `getTime` ← TIME
  - `getTimestamp` ← TIME STAMP
  - `getObject` ← cualquier otro tipo
- Para pasar al siguiente registro se usa el método **next()**
  - Devuelve false cuando no hay más registros

## Crear y ejecutar operaciones en la BD

---

- Ejemplo (se usa la BD tienda del tema de PHP y MySQL)

```
try {
    Statement instruccion = conexion.createStatement();

    String query = "SELECT * FROM clientes WHERE nombre LIKE \"Empresa%\"";
    ResultSet resultados = instruccion.executeQuery(query);

    System.out.println("Listado de clientes: ");
    while (resultados.next()) {
        System.out.println("Cliente "+resultados.getString("nif")
            +", Nombre: "+resultados.getString("nombre")
            +", Teléfono: " +resultados.getString("telefono") );
    }
} catch (Exception ex) {
    e.printStackTrace();
}
```

## Crear y ejecutar operaciones en la BD

---

### ■ ResultSet

- Por defecto solo se puede recorrer hacia delante
- Se pueden prever otras formas de utilizarlo al crear el objeto Statement:  
`createStatement(int resultSetType, int resultSetConcurrency)`
  - `resultSetType`:
    - `TYPE_FORWARD_ONLY`: sólo hacia delante con `next()`
    - `TYPE_SCROLL_INSENSITIVE`: métodos de posicionamiento habilitados
    - `TYPE_SCROLL_SENSITIVE`: métodos de posicionamiento habilitados pero sensible a las operaciones que se puedan hacer a los datos del ResultSet
      - Movimiento hacia atrás: `afterLast()`, `previous()`
      - Posicionamiento absoluto: `first()`, `last()`, `absolute(numFila)`
      - Posicionamiento relativo: `relative(num)`
  - Recupera fila actual: `getRow()`
    - `resultSetConcurrency`
      - `ResultSet.CONCUR_READ_ONLY`: El objeto ResultSet no se puede modificar
      - `ResultSet.CONCUR_UPDATABLE`: El objeto ResultSet se puede modificar

## Crear y ejecutar operaciones en la BD

---

### ■ ResultSetMetaData

- Permite obtener información sobre un ResultSet: metadatos

```
try {
    Statement instruccion = conexion.createStatement();

    String query = "SELECT * FROM clientes";
    ResultSet resultados = instruccion.executeQuery(query);

    ResultSetMetaData infoResultados = resultados.getMetaData();
    int col = infoResultados.getColumnCount();
    System.out.println("Estructura de la tabla clientes: ");
    for (int i = 1; i <= col; i++) {
        System.out.println("Campo " + infoResultados.getColumnLabel(i) + "\t"
            + "Tipo: " + infoResultados.getColumnTypeName(i));
    }
} catch (Exception ex) {
    e.printStackTrace();
}
```

## Crear y ejecutar operaciones en la BD

---

- Se pueden consultar de forma genérica los resultados sin conocer su estructura previamente

```
try {
    Statement instruccion = conexion.createStatement();

    String query = "SELECT * FROM clientes";
    ResultSet resultados = instruccion.executeQuery(query);

    ResultSetMetaData infoResultados = resultados.getMetaData();
    int col = infoResultados.getColumnCount();
    while (resultados.next()) {
        for (int i = 1; i <= col; i++)
            System.out.print(resultados.getString(i) + "\t");
        System.out.println("");
    }
} catch (Exception ex) {
    e.printStackTrace();
}
```

## Instrucciones preparadas

---

### ■ **PreparedStatement**

- Cuando se van a ejecutar instrucciones repetidamente, se puede precompilar en la BD y ganar eficiencia
- Primero se define el modelo de instrucción preparada

PreparedStatement ps =

```
conexion.prepareStatement("INSERT INTO clientes VALUES (?, ?, ?, ?) ");
```

- Cada parámetro se representan con el símbolo de interrogación ?

- Luego se puede utilizar repetidamente simplemente indicando los parámetros con métodos setX(posición, valor)

- El método depende del tipo de parámetro
- La posición comienza en 1
- executeUpdate devolverá la cantidad de elementos insertados

```
ps.setString(1, nif);
```

```
ps.setString(2, nombre);
```

```
ps.setString(3, direccion);
```

```
ps.setString(4, email);
```

```
if (ps.executeUpdate()!=1)
```

```
    throw new Exception("Error en la Inserción");
```

## Excepciones

---

### ■ **SQLException**

- Es obligatorio capturar estas excepciones
- Se puede obtener información adicional sobre el error
  - getMessage()
    - Mensaje de error de la excepción
  - getSQLState()
    - Texto de SQLstate según la convención X/Open o SQL: 2003
  - getErrorCode()
    - Código de error (entero) específico del vendedor
- Hay muchas subclases: BatchUpdateException, RowSetWarning, SerialException, SQLClientInfoException, SQLNonTransientException, SQLRecoverableException, SQLTransientException, SQLWarning, SyncFactoryException, SyncProviderException

### ■ **SQLWarning**

- No es obligatorio capturar estas excepciones
- Errores leves de objetos Connection, Statement, o ResultSet
- **DataTruncation**
  - Subclase de SQLWarning
  - Avisos de truncado de datos en operaciones de lectura o escritura

## Liberar recursos

---

- Normalmente en la cláusula **finally** para asegurar que se ejecuta
  - Usando el método **close()**

```
finally {
    try {
        if (resultados != null) { // liberar los ResultSet
            resultados.close();
        }

        if (instruccion != null) { // liberar los Statement
            instruccion.close();
        }

        if (conexion != null) { // liberar la conexión a la BD
            conexion.close();
        }
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

## Transacciones

---

- En entornos multiusuario (por ejemplo, para aplicaciones web) hay que controlar el acceso concurrente a la BD para evitar inconsistencias
- Transacción: unidad de trabajo lógica
  - Un conjunto de instrucciones sobre la BD
  - Si algo va mal, hacer marcha atrás al estado anterior
  - Si todo va bien, hacer efectivos los cambios
- La interfaz Connection ofrece métodos para las transacciones
  - **commit()**
    - Hace efectivos todos los cambios desde el último commit/rollback
    - Libera los bloqueos de la BD que tuviera el objeto Connection
  - **rollback()**
    - deshace todos los cambios realizados en la transacción
    - Libera los bloqueos de la BD que tuviera el objeto Connection
- Por defecto se funciona en modo autocommit
  - Cada instrucción sobre la BD va en su propia transacción
  - Es seguro pero ineficiente

## Transacciones

---

- Por defecto se funciona en modo **autocommit**
  - Cada instrucción sobre la BD va en su propia transacción
  - Es seguro pero ineficiente
  - Se desactiva con  
`conexion.setAutoCommit(false)`
- Para gestionar explícitamente las transacciones (con `autocommit false`), la interfaz `Connection` ofrece los métodos
  - **commit()**
    - Hace efectivos todos los cambios desde el último `commit/rollback`
    - Libera los bloqueos de la BD que tuviera el objeto `Connection`
  - **rollback()**
    - deshace todos los cambios realizados en la transacción
    - Libera los bloqueos de la BD que tuviera el objeto `Connection`
- Se pueden crear puntos de recuperación (*savepoints*)
  - Savepoint **setSavepoint**(String name)
    - Permite hacer `commit` parciales para volver a este punto si fuera necesario con `rollback(savepoint)`

## Transacciones

---

- **setTransactionIsolation**(int level)
  - Intenta establecer un nivel de aislamiento para la transacción en una conexión
  - Dependerá de lo que se haga que se elige un nivel u otro para evitar problemas y permitir la mayor eficiencia
    - `TRANSACTION_NONE`
      - Otras transacciones no soportadas
    - `TRANSACTION_READ_UNCOMMITTED`
      - Transacción que puede ver los cambios de otra transacción antes de `commit`
      - Permite lecturas sucias, no repetibles y fantasmas
    - `TRANSACTION_READ_COMMITTED`
      - La lectura de datos antes de `commit` no está permitida
      - Permite lecturas no repetibles y fantasmas
    - `TRANSACTION_REPEATABLE_READ`
      - Indica que se pueda leer el mismo dato sin fallar
      - Permite lecturas fantasmas
    - `TRANSACTION_SERIALIZABLE`
      - Transacción de nivel más alto
      - No permite lecturas sucias, fantasmas ni no repetibles
      - La más segura pero menor rendimiento

## JDBC en aplicaciones Web

---

- Es similar salvo que
  - Normalmente se genera código HTML
  - Hay que gestionar la concurrencia (transacciones)
  
- Hibernate
  - Tal como dicen en su web (<http://www.hibernate.org/>)
    - Inicialmente trataban de facilitar el almacenamiento y recuperación de objetos Java en BD relacionales con un Object/Relational Mapping (ORM)
    - Actualmente son varios proyectos que permiten usar modelos de objetos más allá de ORM

## Bibliografía

---

- The Java Tutorial. A practical guide to programmers.  
<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/>
  - Trail: JDBC(TM) Database Access
  
- Java API documentation