

Bases de Datos / Elementos de Bases de Datos 2014

Stored Procedures, Triggers y Transacciones en MySQL



Departamento de Ciencias e
Ingeniería de la Computación
Universidad Nacional del Sur



1

Stored Procedures

- Un stored procedure (S.P.) es un procedimiento (como una subrutina en cualquier lenguaje de programación) almacenado en una B.D. que puede ser invocado externamente.
- Esta formado por un encabezado y un cuerpo.
- El encabezado contiene el nombre del procedimiento y una lista de parámetros.
- El cuerpo puede contener sentencias SQL y sentencias propias de un lenguaje de programación imperativo: declaración y asignación de variables, condicionales, repetición, etc.

2

Stored Procedures: Ventajas

- Mejora la performance: Reduce la comunicación por red (se ejecuta en el servidor).
- Las operaciones comunes y frecuentes pueden almacenarse en la B.D. como un S.P. y ser invocadas desde cualquier aplicación.
 - Reduce la complejidad de las aplicaciones que usan la B.D.
 - Las aplicaciones pueden compartir código.
 - Separamos la interfase de la lógica del sistema.
- Mejora la portabilidad del sistema. Los S.P. son portables, se pueden ejecutar en cualquier plataforma donde se ejecuta MySQL.
- Permite asociar los datos con las operaciones para manejar los datos.

3

Creando un Stored Procedure en MySQL

- Se utiliza la sentencia *create procedure*.

```
create procedure <nombre> ([ in | out | inout ] <nombre_param> <tipo>, ...)  
begin  
  <sentencia>;  
  ⋮  
  <sentencia>;  
end;
```

encabezado

cuerpo

- *In*, *out* e *inout* definen parámetros de entrada, salida y entrada-salida respectivamente.
- *<tipo>*: cualquier tipo válido de MySQL: int,char,date,etc.
- *<sentencia>*: sentencia SQL, condicionales, repetición, ...
- El S.P. es validado sintácticamente y optimizado en el momento de la creación.

4

Stored Procedures: ejemplos

- Consideremos una B.D. de un banco que mantiene el saldo de cada cuenta.

```
CREATE DATABASE bank;
USE bank;
CREATE TABLE cuentas(
    numero INT UNSIGNED NOT NULL,
    saldo DECIMAL(7,2) NOT NULL,
    PRIMARY KEY(numero)
) ENGINE=InnoDB;

INSERT INTO cuentas VALUES (1, 1000);
INSERT INTO cuentas VALUES (2, 2000);
INSERT INTO cuentas VALUES (3, 3000);
```

5

Creando un Stored Procedure: ejemplo

```
use bank;
delimiter ! # define "!" como delimitador
create procedure p()
begin
    SELECT * FROM cuentas;
end; !
delimiter ; # reestablece el ";" como delimitador
```

- Antes de crear un S.P. debemos seleccionar la B.D. asociada. En este ejemplo: **use bank;**
- Dado que “;” se usa para separar las sentencias dentro del S.P. y también se usa para separar las sentencias sql, debemos cambiar el delimitador a “!” para que el cliente sepa donde termina la sentencia *create procedure*.
Atención: no dejar espacios después de “!” o “;”.

6

Invocando un Stored Procedure: ejemplo

- Una vez creado en S.P. puede invocarse a través de la sentencia *call*.

```
mysql> call p();
```

numero	saldo
1	1000.00
2	2000.00
3	3000.00

- Los usuarios deben tener un privilegio especial para poder ejecutar un S.P.
- ```
grant execute on procedure bank.p to <usuario>;
```
- Para eliminar un S.P. utilizamos la sentencia *drop procedure*.
- ```
mysql> drop procedure p;
```

7

Pasaje de Parámetros: ejemplo (1)

```
delimiter !
create procedure q(IN c CHAR(10), IN d DATE)
begin
    SELECT c as dia, d as fecha;
end; !
delimiter ;
```

```
mysql> call q('Viernes', '2014-10-10');
```

dia	fecha
viernes	2014-10-10

8

Pasaje de Parámetros: ejemplo (2)

```
delimiter !
create procedure r(IN i INT, OUT o INT)
begin
    if i < 0 then
        set o=i; # asignación: SET <Variable>=<expresion>;
    else
        set o=i+10;
    end if;
end; !
delimiter ;
```

```
mysql> call r(10, @A); #@A es una variable local a la conexión
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)
```

```
mysql> select @A as resultado; #acceder a la variable
```

resultado
20

9

Declaración y uso de variables: ejemplo

```
delimiter !
create procedure porcentaje(IN C INT)
# Calcula el 10% del saldo asociado a la cuenta C
begin
    # declaración de variables: declare <lista_variables> <tipo>;
    declare Saldo_Cuenta, P DECIMAL(7,2);
    # recupero el saldo de la cuenta C en la variable Saldo_Cuenta
    SELECT saldo INTO Saldo_Cuenta FROM cuentas WHERE numero = C;
    #OJO! SELECT ... INTO ... debe devolver una sola fila
    set P = Saldo_Cuenta * 0.1;
    SELECT C as cuenta, Saldo_Cuenta as saldo, P as diez_porcentaje;
end; !
delimiter ;
```

```
mysql> call porcentaje(1);
```

cuenta	saldo	diez_porcentaje
1	1000.00	100.00

10

Cursores

- Los *cursores* permiten recuperar las tuplas resultantes de una consulta *select* dentro de un S.P.
- Los cursores se declaran de la sig. forma:
`declare <nombre_cursor> cursor for <consulta_select>`
- Para acceder al resultado de la consulta debemos primero abrir el cursor:
`open <nombre_cursor>`
- Una vez abierto se puede recuperar cada tupla mediante la siguiente sentencia:
`fetch <nombre_cursor> into <variable1>[...,<variableN>]`
recupera la próxima tupla (si existe) utilizando el cursor especificado y avanza el puntero a la siguiente tupla.
- Una vez utilizado podemos cerrar el cursor mediante:
`close <nombre_cursor>`

Mas información: sección 17.2.9 del manual refman-5.0-es.a4.pdf o sección 20.2 de refman-5.6-en.a4.pdf

11

Cursores: ejemplo

```
create procedure inc_saldo(IN monto DECIMAL(7,2))
# incrementa el saldo en el valor de monto, para aquellas cuentas cuyo saldo <= $2000
begin
    # declaracion de variables
    declare fin boolean default false;
    declare nro_cuenta int;
    # declaro un cursor para la consulta que devuelve las cuentas con saldo <= $2000
    declare C cursor for select numero from cuentas where saldo <= 2000;
    # defino operacion a realizar cuando el fetch no encuentre mas filas: set fin=true;
    declare continue handler for not found set fin = true;
    open C; # abro el cursor (ejecuta la consulta asociada)
    fetch C into nro_cuenta; # recupero la primera fila en la variable nro_cuenta
    while not fin do
        update cuentas # actualizo el saldo de la cuenta
        set saldo = saldo + monto;
        where numero = nro_cuenta;
        fetch C into nro_cuenta; # recupero la próxima fila en la variable nro_cuenta
    end while;
    close C; # cierro el cursor
end; !
```

12

Cursores: ejemplo

```
mysql> select * from cuentas;
+-----+-----+
| numero | saldo |
+-----+-----+
|      1 | 1000.00 |
|      2 | 2000.00 |
|      3 | 3000.00 |
+-----+-----+
3 rows in set (0.00 sec)

mysql> call inc_saldo(500);
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> select * from cuentas;
+-----+-----+
| numero | saldo |
+-----+-----+
|      1 | 1500.00 |
|      2 | 2500.00 |
|      3 | 3000.00 |
+-----+-----+
3 rows in set (0.00 sec)
```

13

Triggers

- Un trigger es un objeto que se almacena en la B.D. asociado a una tabla y se activa cuando ocurre un evento en particular para esa tabla.
- Los trigger contienen sentencias que se ejecutan cuando el trigger se activa.
- Los eventos que pueden activar un trigger son:
 - Se inserta una nueva fila en la tabla (INSERT).
 - Se borra una o mas filas de la tabla (DELETE).
 - Se actualiza una o mas filas de la tabla (UPDATE).
- También es posible definir en que momento se activará un trigger, esto es, si se activará antes (BEFORE) o después (AFTER) que se produzca el evento.
- No puede haber dos triggers asociados a una misma tabla que correspondan al mismo momento y evento.

14

Para que usar triggers?

- Implementar reglas de consistencia de datos no provistas por el modelo relacional.
- Verificar y prevenir que se inserten datos inválidos.
- Replicación de datos.
- Auditoria: monitorear la actividad de los cambios sobre los datos.
- Acciones en cascadas.
- Autorización y seguridad.

15

Creación de triggers

CREATE TRIGGER <nombre del trigger>
{ BEFORE | AFTER } \implies *cuando se ejecuta: antes o después*
{ INSERT | UPDATE | DELETE } \implies *que evento lo activa*
ON <nombre de tabla> \implies *tabla donde se produce el evento*
FOR EACH ROW
<sentencia> \implies *Qué se ejecuta. Cualquier sentencia válida para un S.P., incluyendo: sentencias SQL, sentencias compuestas, llamadas a S.P., condicionales, etc. Existen **restricciones**, por ejemplo: dentro de un trigger no es posible modificar la tabla que activó el trigger (Ver sección Apéndice H.1 de refman-5.0-es.a4.pdf sección Appendix D.1 de refman-5.6-en.a4.pdf).*

16

Creación de triggers: ejemplo

- Crearemos un trigger que registre la fecha y hora de todos los cambios de saldo que se producen sobre las cuentas.
- Para almacenar estos datos creamos la siguiente tabla:

```
USE bank;
CREATE TABLE movimientos(
    numero INT UNSIGNED AUTO_INCREMENT NOT NULL,
    cuenta INT UNSIGNED NOT NULL,
    fecha DATE NOT NULL,
    hora TIME NOT NULL,
    saldo_anterior DECIMAL(7,2) NOT NULL,
    saldo_posterior DECIMAL(7,2) NOT NULL,

    CONSTRAINT pk_movimientos
    PRIMARY KEY(numero),
    CONSTRAINT fk_movimientos_cuentas
    FOREIGN KEY(cuenta) REFERENCES cuentas(numero)
) ENGINE=InnoDB;
```

17

Creación de triggers: ejemplo

delimiter !

```
CREATE TRIGGER cuentas_update
```

```
AFTER UPDATE ON cuentas
```

```
FOR EACH ROW
```

```
BEGIN
```

```
    INSERT INTO movimientos(cuenta, fecha,
        hora,saldo_anterior, saldo_posterior)
```

```
    VALUES(OLD.numero, curdate(), curtime(),
        OLD.saldo, NEW.saldo);
```

```
END; !
```

delimiter ;

- Las variables especiales de transición **OLD** y **NEW** hacen referencia a los valores de la fila afectada antes y después de la modificación respectivamente.

18

Creación de triggers: ejemplo

- **OLD** contiene los valores de la fila afectada antes de ser modificada.
- **NEW** contiene los valores de la fila afectada después de ser modificada.
- Si el evento es **INSERT** solo se puede utilizar **NEW** y si es **DELETE** solo se puede usar **OLD**. Con **UPDATE** se pueden usar ambas.

```
mysql> select * from movimientos;
Empty set (0.00 sec)
```

```
mysql> update cuentas set saldo=5000 where numero<=2;
Query OK, 2 row affected (0.01 sec)
Rows matched: 2 Changed: 2 Warnings: 0
```

```
mysql> select * from movimientos;
```

numero	cuenta	fecha	hora	saldo_anterior	saldo_posterior
1	1	<actual>	<actual>	1000.00	5000.00
2	2	<actual>	<actual>	2000.00	5000.00

```
2 rows in set (0.00 sec)
```

19

Transacciones

- Transacción: secuencia de instrucciones (sentencias SQL) relacionadas, que deben ser tratadas como una unidad indivisible.
- El uso de las B.D. Es mas seguro y eficiente:
 - Reglas ACAD (ACID): atomicidad, consistencia, aislamiento (isolation), durabilidad.
 - muchos programas y usuarios pueden acceder concurrentemente a las B.D.
 - Control de concurrencia.
 - Recuperación de fallos.

20

Transacciones: ejemplo 1

- Consideremos nuevamente la B.D. *bank* que almacena el saldo de cada cuenta.
- Operación habitual: transferir un monto M de una cuenta A a una cuenta B.

```
Transferir(M,A,B)
  Read(SaldoA);
  if SaldoA > M then
    SaldoA:=SaldoA-M;
    Write(SaldoA);
    Read(SaldoB);
    SaldoB:=SaldoB+M;
    write(SaldoB);.
```

21

Transacciones: ejemplo 1

- En una transferencia se modifican los saldos de dos cuentas. Ambos saldos deben modificarse o no debe modificarse ninguno (atomicidad).

```
Transferir(500,A,B)
  Read(SaldoA);
  if SaldoA > 500 then
    SaldoA:=SaldoA-500;
    Write(SaldoA);
  FALLA
```

Valores iniciales:

SaldoA = 1000
SaldoB = 2000
SaldoC = 3000

Valores finales:

SaldoA = 500
SaldoB = 2000
SaldoC = 3000

Perdimos \$500 !

22

Transacciones

- Si se realizan dos transferencias concurrentemente y estas acceden a la misma cuenta, puede violarse la serializabilidad y dejar la B.D en un estado inconsistente.
- Se necesita un protocolo de control de concurrencia

23

Transacciones: ejemplo 2

Transferir(500,A,B)

```
Read(SaldoA);

if SaldoA > 500 then
  SaldoA:=SaldoA-500;
  Write(SaldoA);
  Read(SaldoB);
  SaldoB:=SaldoB+500;
  Write(SaldoB);.
```

Transferir(500,A,C)

```
Read(SaldoA);
```

```
if SaldoA > 500 then
  SaldoA:=SaldoA-500;
  Write(SaldoA);
  Read(SaldoC);
  SaldoC:=SaldoC+500;
  Write(SaldoC);.
```

Valores iniciales:

SaldoA = 1000
SaldoB = 2000
SaldoC = 3000

Valores finales:

SaldoA = 500
SaldoB = 2500
SaldoC = 3500

Inconsistencia !

24

Transacciones en MySQL

- Las transacciones están disponibles solo para las tablas de tipo InnoDB.
- Respeta las reglas ACID (ACID).
- Protocolo de bloqueo 2F riguroso para control de concurrencia (mantiene los bloqueos exclusivos y compartidos hasta que la transacción comete).
- Bloqueo a nivel de fila de una tabla.
- Recuperación de fallos
- Prevención de Deadlocks por timeout.

Ver *variables innodb_lock_wait_timeout*, *slave_transaction_retries*, secciones 5.2.1 a 5.2.3 (variables de sistema) y 4.3.2 (archivos de configuración) de *refman5.0-es-a4.pdf* o secciones 5.1.5 a 5.1.6 (system variables) y 4.2.6 (using options files) de *refman5.6-en-a4.pdf*.

25

Transacciones en MySQL

- Todas las sentencias SQL (*select*, *update*, *insert*, etc.) se ejecutan de manera atómica.
- Para ejecutar que una secuencia de sentencias SQL de manera atómica, hay que agruparlos dentro de una transacción.
- Para esto se utilizan dos sentencias SQL especiales: *start transaction* y *commit*.
start transaction;
sentencia_SQL_1;
:
sentencia_SQL_N;
commit;

26

Transacciones en MySQL

- La sentencia *start transaction* comienza una transacción.
- La sentencia *commit* termina la transacción y almacena todos los cambios.
- Las sentencias SQL ejecutadas entre *start transaction* y *commit* se ejecutan atómicamente.
- La sentencia *rollback* puede utilizarse para retroceder la transacción y volver al estado previo al comienzo de la misma.

27

Transacciones en MySQL: bloqueos

- protocolo de bloqueo riguroso: mantiene todos los bloqueos hasta que la transacción comete.
- Dentro de una transacción, las sentencias *insert*, *delete*, *update* bloquean automáticamente las filas involucradas en modo exclusivo.
- Para la sentencia *select* debemos indicar el modo en el que vamos a acceder a los datos.
- *select ... lock in share mode* bloquea las filas involucradas en la consulta en modo compartido.
- *select ... for update* bloquea las filas involucradas en la consulta en modo exclusivo.

28

Transacciones en MySQL: ejemplos

- Consideremos nuevamente la B.D. de un banco que mantiene el saldo de cada cuenta.

```
CREATE DATABASE bank;
USE bank;
CREATE TABLE cuentas(
    numero INT UNSIGNED NOT NULL,
    saldo DECIMAL(7,2) NOT NULL,
    PRIMARY KEY(numero)
) ENGINE=InnoDB;

INSERT INTO cuentas VALUES (1, 1000);
INSERT INTO cuentas VALUES (2, 2000);
INSERT INTO cuentas VALUES (3, 3000);
```

29

Transacciones en MySQL: ejemplo 1

- Transferir \$500 de la cuenta 1 a la cuenta 2:

```
mysql> use bank;
mysql> select * from cuentas;
+-----+-----+
| numero | saldo |
+-----+-----+
|      1 | 1000.00 |
|      2 | 2000.00 |
|      3 | 3000.00 |
+-----+-----+

mysql> start transaction;
mysql> select saldo from cuentas where numero=1 for update;
+-----+
| saldo |
+-----+
| 1000.00 |
+-----+

mysql> update cuentas set saldo= saldo-500 where numero=1;
```

30

Transacciones en MySQL: ejemplo 1 (cont.)

```
mysql> update cuentas set saldo= saldo+500 where numero=2;
mysql> commit;
mysql> select * from cuentas;
+-----+-----+
| numero | saldo |
+-----+-----+
|      1 | 500.00 |
|      2 | 2500.00 |
|      3 | 3000.00 |
+-----+-----+
```

31

Transacciones en MySQL: ejemplo 2

- Al Transferir \$500 de la cuenta 1 a la cuenta 2 simulamos una falla cortando la conexión con *exit*.

```
mysql> use bank;
mysql> select * from cuentas;
+-----+-----+
| numero | saldo |
+-----+-----+
|      1 | 500.00 |
|      2 | 2500.00 |
|      3 | 3000.00 |
+-----+-----+

mysql> start transaction;
mysql> select saldo from cuentas where numero=1 for update;
+-----+
| saldo |
+-----+
| 500.00 |
+-----+
```

32

Transacciones en MySQL: ejemplo 2 (cont.)

```
mysql> update cuentas set saldo= saldo-500 where numero=1;
mysql> select * from cuentas;
+-----+-----+
| numero | saldo |
+-----+-----+
|      1 |   0.00 |
|      2 | 3000.00 |
|      3 | 3000.00 |
+-----+-----+
mysql> exit # simulamos una falla cortando la conexión

c:\Program Files\MySQL\MySQL Server 5.0\bin> mysql -u root
... # restablecemos la conexión
mysql> use bank;
mysql> select * from cuentas;
+-----+-----+
| numero | saldo |
+-----+-----+
|      1 |  500.00 |
|      2 | 2500.00 |
|      3 | 3000.00 |
+-----+-----+
# la transacción se deshizo automáticamente dejando la B.D.
# en el estado previo a su ejecución
```

33


Transacciones en MySQL: ejemplo 3

- Dos transacciones concurrentes:
 - Conexión 1: T1= transferir \$500 de la cuenta 2 a la 1
 - Conexión 2: T2= transferir \$500 de la cuenta 2 a la 3

Conexión 1: T1= \$500 de 2 a 1	Conexión 2: T2= \$500 de 2 a 3
mysql> select * from cuentas; +-----+-----+ numero saldo +-----+-----+ 1 500.00 2 2500.00 3 3000.00 +-----+-----+	
mysql> start transaction;	
	mysql> start transaction;

34

Transacciones en MySQL: ejemplo 3 (cont.)

Conexión 1: T1= \$500 de 2 a 1	Conexión 2: T2= \$500 de 2 a 3
mysql> select saldo from cuentas where numero=2 for update; +-----+ saldo +-----+ 2500.00 +-----+	
mysql> update cuentas set saldo= saldo-500 where numero=2; mysql> update cuentas set saldo= saldo+500 where numero=1; mysql> commit;	mysql> select saldo from cuentas where numero=2 for update;  T2 debe esperar por que T1 seleccionó la cuenta 2 para actualizar. T2 queda bloqueada hasta que T1 comete y libera el dato.
	+-----+ saldo +-----+ 2000.00 +-----+

35

Transacciones en MySQL: ejemplo 3 (cont.)

Conexión 1: T1= \$500 de 2 a 1	Conexión 2: T2= \$500 de 2 a 3
	mysql> update cuentas set saldo= saldo-500 where numero=2;
	mysql> update cuentas set saldo= saldo+500 where numero=3;
	mysql> commit;
	mysql> select * from cuentas; +-----+-----+ numero saldo +-----+-----+ 1 1000.00 2 1500.00 3 3500.00 +-----+-----+

36

Transacciones en MySQL: ejemplo 4

- Dos transacciones concurrentes:
 - Conexión 1: T1= transferir \$500 de la cuenta 1 a la 3
 - Conexión 2: T2= transferir \$500 de la cuenta 2 a la 3

Conexión 1: T1= \$500 de 1 a 3	Conexión 2: T2= \$500 de 2 a 3
mysql> select * from cuentas; +-----+ numero saldo +-----+ 1 1000.00 2 1500.00 3 3500.00 +-----+ 3 rows in set (0.00 sec)	
mysql> start transaction; Query OK, 0 rows affected ...	
	mysql> start transaction; Query OK, 0 rows affected ...


37

Transacciones en MySQL: ejemplo 4 (cont.)

Conexión 1: T1= \$500 de 1 a 3	Conexión 2: T2= \$500 de 2 a 3
mysql> select saldo from cuentas where numero=1 for update; +-----+ saldo +-----+ 1000.00 +-----+ 3 rows in set (0.00 sec)	
	mysql> select saldo from cuentas where numero=2 for update; +-----+ saldo +-----+ 1500.00 +-----+ 3 rows in set (0.00 sec)
mysql> update cuentas set saldo= saldo-500 where numero=1; Query OK, 1 rows affected ...	
	mysql> update cuentas set saldo= saldo-500 where numero=2; Query OK, 1 rows affected ...

38

Transacciones en MySQL: ejemplo 4 (cont.)

Conexión 1: T1= \$500 de 1 a 3	Conexión 2: T2= \$500 de 2 a 3
mysql> update cuentas set saldo= saldo+500 where numero=3; Query OK, 1 rows affected ... # bloquea implícitamente en # modo exclusivo la cuenta 3	
mysql> commit Query OK, 0 rows affected ...	mysql> update cuentas set saldo= saldo+500 where numero=3;  T2 debe esperar por que T1 actualizo la cuenta 2. T2 queda bloqueada hasta que T1 comete y libera el dato.
	Query OK, 1 rows affected ...
	mysql> commit Query OK, 0 rows affected ...
	select * from cuentas; +-----+ numero saldo +-----+ 1 500.00 2 1000.00 3 4500.00 +-----+

39

Transacciones y Aplicaciones

- Una aplicación puede conectarse con el servidor ejecutar la sentencia *start transaction*, luego ejecutar una secuencia de sentencias SQL que componen la transacción y por último ejecutar *commit*.
- Desventaja: cada aplicación que accede a la B.D. Puede implementar la misma transacción de diferentes formas y esto podría producir inconsistencias. Ejemplo: una aplicación podría realizar una transferencia sin controlar que el saldo de la cuenta sea suficiente.

40

Transacciones y Stored Procedures

- La semántica de una transacción depende de la B.D., no de las aplicaciones que acceden a la B.D.
- Una transacción debe comportarse de la misma forma para todas las aplicaciones que acceden a la B.D. *Ejemplo: Una transferencia de una cuenta a otra debe realizar las mismas modificaciones si es realizada desde un cajero automático o desde una página web.*
- Una transacción se puede definir y almacenar como un procedimiento (stored procedure) en el servidor para ser invocada por las aplicaciones.

41

Transacciones y S.P.: ejemplo

```
CREATE PROCEDURE transferir(IN monto DECIMAL(7,2), IN cuentaA INT, IN cuentaB INT)
# Transacción para transferir un monto de la cuentaA a la cuentaB
BEGIN
  DECLARE saldo_actual_cuentaA DECIMAL(7,2);
  DECLARE EXIT HANDLER FOR SQLEXCEPTION
    BEGIN # Si se produce una SQLEXCEPTION, se retrocede la transacción con ROLLBACK
      SELECT 'SQLEXCEPTION!, transacción abortada' AS resultado
      ROLLBACK;
    END;
  START TRANSACTION;
  IF EXISTS (SELECT * FROM Cuentas WHERE numero=cuentaA) AND
  EXISTS (SELECT * FROM Cuentas WHERE numero=cuentaB) THEN
    SELECT saldo INTO saldo_actual_cuentaA
    FROM cuentas WHERE numero = cuentaA FOR UPDATE;
    IF saldo_actual_cuentaA >= monto THEN
      UPDATE cuentas SET saldo = saldo - monto WHERE numero=cuentaA;
      UPDATE cuentas SET saldo = saldo + monto WHERE numero=cuentaB;
      SELECT 'La transferencia se realizó con éxito' AS resultado;
    ELSE
      SELECT 'Saldo insuficiente para realizar la transferencia' AS resultado;
    END IF;
  ELSE
    SELECT 'Error: cuenta inexistente;' AS resultado;
  END IF;
  COMMIT;
END; !
```

42

Transacciones y S.P.: ejemplo

```
mysql> use bank;
mysql> select * from cuentas;
+-----+-----+
| numero | saldo |
+-----+-----+
| 1      | 1000.00 |
| 2      | 2000.00 |
| 3      | 3000.00 |
+-----+-----+

mysql> call transferir(500,1,2);
+-----+
| resultado |
+-----+
| La transferencia se realizó con éxito |
+-----+

mysql> select * from cuentas;
+-----+-----+
| numero | saldo |
+-----+-----+
| 1      | 500.00 |
| 2      | 2500.00 |
| 3      | 3000.00 |
+-----+-----+
```

43

Transacciones: manejo de excepciones

- Si se produce un error interno en alguna sentencia de una transacción, esta no es retrocedida automáticamente. Hay que capturar la excepción con un *handler* y ejecutar la instrucción *rollback* en caso de ser necesario.
- Por ejemplo:

```
DECLARE EXIT HANDLER FOR SQLEXCEPTION
BEGIN
  SELECT 'SQLEXCEPTION!, transacción abortada' AS resultado
  ROLLBACK;
END;
```
- MySQL provee dos clases de códigos de error:
 - **SQLSTATE**: 5 caracteres, estándar de SQL para los errores. **SQLEXCEPTION** representa cualquier valor **SQLSTATE** que comience con "00" "01" o "02"
 - **Error code**: número de 4 dígitos específico de MySQL
- Mas info:
 - <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.6/en/declare-handler.html>
 - <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.6/en/error-messages-server.html>

44

Transacciones: manejo de excepciones

- Para recuperar el SQLSTATE o error code desde un S.P. hay que utilizar la sentencia GET DIAGNOSTICS (solo disponible a partir de la versión 5.6).

- Por ejemplo:

```
DECLARE codigo_SQL CHAR(5) DEFAULT '00000';
DECLARE codigo_MYSQL INT DEFAULT 0;
DECLARE mensaje_error TEXT;
DECLARE EXIT HANDLER FOR SQLEXCEPTION
BEGIN
    GET DIAGNOSTICS CONDITION 1  codigo_MYSQL= MYSQL_ERRNO,
                                codigo_SQL= RETURNED_SQLSTATE,
                                mensaje_error= MESSAGE_TEXT;

    SELECT 'SQLEXCEPTION!, transacción abortada' AS resultado,
           codigo_MySQL, codigo_SQL, mensaje_error;

    ROLLBACK;
END;
```

- Mas info: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.6/en/get-diagnostics.html>