

Il linguaggio SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

Versione elettronica: 04.8.SQL.transazioni.pdf

Cos'è una transazione?

- Una **transazione** è un'unità logica di elaborazione che corrisponde a una serie di operazioni fisiche elementari (lettura/scritture) sul DB
- Esempi:
 - Trasferimento di una somma da un conto corrente ad un altro

```
UPDATE CC          UPDATE CC
  SET Saldo = Saldo - 50  SET Saldo = Saldo + 50
 WHERE Conto = 123      WHERE Conto = 235
```
 - Aggiornamento degli stipendi degli impiegati di una sede

```
UPDATE Imp
  SET Stipendio = 1.1*Stipendio
 WHERE Sede = 'S01'
```
- In entrambi i casi **tutte le operazioni elementari devono essere eseguite**

Proprietà ACID di una transazione

- L'acronimo **ACID** indica le 4 proprietà che il DBMS deve garantire che valgano per ogni transazione:
 - **Atomicity** = una transazione è **un'unità di elaborazione**
 - Il DBMS garantisce che la transazione venga eseguita come un tutt'uno
 - **Consistency** = una transazione **lascia il DB in uno stato consistente**
 - Il DBMS garantisce che nessuno dei vincoli di integrità del DB venga violato
 - **Isolation** = una transazione **esegue indipendentemente dalle altre**
 - Se più transazioni eseguono in concorrenza, il DBMS garantisce che l'effetto netto è equivalente a quello di una qualche esecuzione sequenziale delle stesse
 - **Durability** = gli **effetti** di una transazione che ha terminato correttamente la sua esecuzione devono essere **persistenti nel tempo**
 - Il DBMS deve proteggere il DB a fronte di guasti

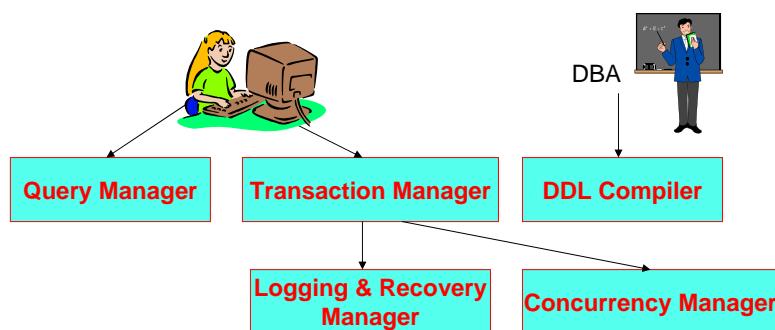
SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

3

Proprietà ACID e moduli di un DBMS

Transaction Manager :	coordina l'esecuzione delle transazioni, ricevendo i comandi SQL ad esse relativi
Logging & Recovery Manager:	si fa carico di Atomicity e Durability
Concurrency Manager:	garantisce l' Isolation
DDL Compiler:	genera parte dei controlli per la Consistency



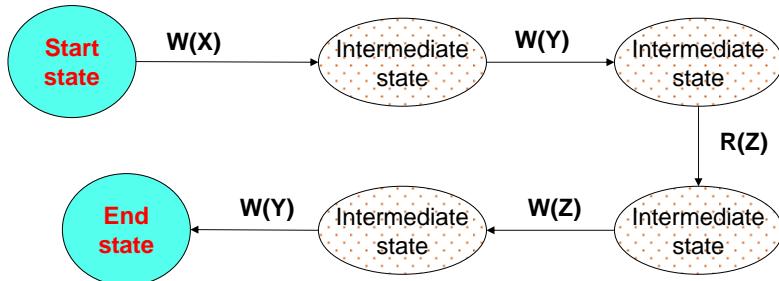
SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

4

Modello delle transazioni

- Una transazione può essere vista come una sequenza di operazioni elementari di lettura (R) e scrittura (W) di oggetti (tuple) del DB che, a partire da uno stato iniziale consistente del DB, porta il DB in un nuovo stato finale consistente



- In generale gli stati intermedi in cui si trova il DB non è richiesto che siano consistenti

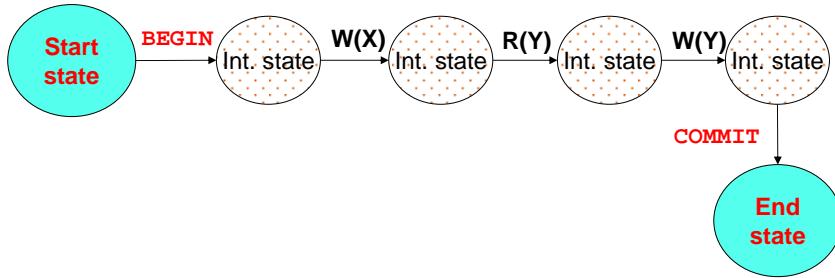
SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

5

Possibili esiti di una transazione (1)

- Nel modello considerato una transazione (il cui inizio viene indicato nel seguito dalla parola chiave **BEGIN**, anche se in SQL è implicito) può avere solo 2 esiti:
 - Terminare correttamente:
Questo avviene solo quando l'applicazione, dopo aver eseguito tutte le proprie operazioni, esegue una particolare istruzione SQL, detta **COMMIT** (o **COMMIT WORK**), che comunica "ufficialmente" al Transaction Manager il termine delle operazioni



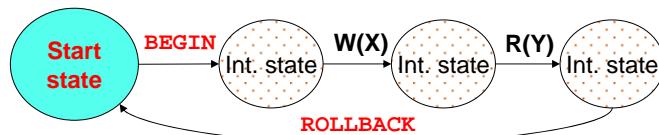
SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

6

Possibili esiti di una transazione (2)

- Terminare **non correttamente** (anticipatamente); sono possibili 2 casi:
 - È la transazione che, per qualche motivo, decide che non ha senso continuare e quindi "abortisce" eseguendo l'istruzione SQL **ROLLBACK** (o **ROLLBACK WORK**)
 - È il sistema che non è in grado (ad es. per un guasto o per la violazione di un vincolo) di garantire la corretta prosecuzione della transazione, che viene quindi abortita



- Se per qualche motivo la transazione non può terminare correttamente la sua esecuzione il DBMS deve "disfare" (**UNDO**) le eventuali modifiche da essa apportate al DB

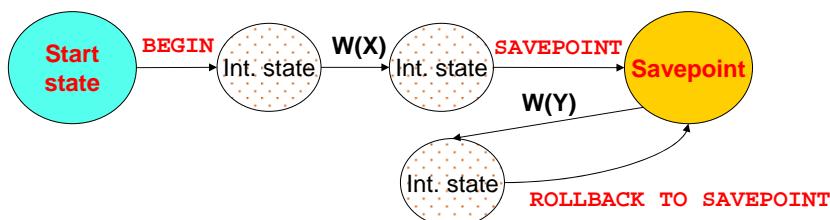
SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

7

Transazioni con Savepoint

- Il modello di transazioni usato dai DBMS è in realtà più articolato; in particolare è possibile definire dei cosiddetti "**savepoint**", che vengono utilizzati da una transazione per **disfare solo parzialmente il lavoro svolto**



- Per definire un savepoint in DB2 si usa la sintassi
SAVEPOINT <nome savepoint> ON ROLLBACK RETAIN CURSORS

e per eseguire un rollback parziale

ROLLBACK WORK TO SAVEPOINT <nome savepoint>

SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

8

Esempio di script DB2 con Savepoint

- Di default è abilitato l'AUTOCOMMIT, cioè **ogni istruzione SQL è una transazione a sé**

- E' pertanto necessario invocare il CLP con **DB2 +c**

```
CONNECT TO Sample
SELECT * FROM Department
INSERT INTO Department(DeptNo,DeptName,AdmrDept)
VALUES ('X00','nuovo dept 1','A00')
SAVEPOINT pippo ON ROLLBACK RETAIN CURSORS
SELECT * FROM Department -- per vedere che succede...
INSERT INTO Department(DeptNo,DeptName,AdmrDept)
VALUES ('Y00','nuovo dept 2','A00')
SELECT * FROM Department
ROLLBACK WORK TO SAVEPOINT pippo
SELECT * FROM Department
COMMIT WORK
```

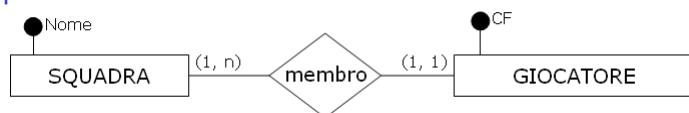
SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

9

Transazioni per far rispettare i vincoli

- Le transazioni possono essere usate per assicurarsi che vengano rispettati i vincoli degli schemi E/R in cui **un'entità partecipa con cardinalità minima uno ad un'associazione, ed entità e associazione sono tradotte separatamente**



```
INSERT INTO Squadra VALUES ('BolognaFC1909')
...
INSERT INTO Giocatore(NomeSquadra,CF) -- uno o piu'
VALUES ('BolognaFC1909', 'ABCDEF12H45')
...
COMMIT
```

SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

10

Esecuzione seriale di transazioni

- Un DBMS, dovendo supportare l'esecuzione di diverse transazioni che accedono a dati condivisi, potrebbe eseguire tali transazioni in sequenza (“**serial execution**”)
- Ad esempio, due transazioni T1 e T2 potrebbero essere eseguite in questo modo, in cui si evidenzia la successione temporale (“**schedule**”) delle operazioni elementari sul DB:

T1	T2
R(X)	
W(X)	
Commit	
	R(Y)
	W(Y)
	Commit

SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

11

Esecuzione concorrente di transazioni

- In realtà, un DBMS eseguire più transazioni in concorrenza, alternando l'esecuzione di operazioni di una transazione con quella di operazioni di altre transazioni (“**interleaved execution**”)
- Eseguire più transazioni concorrentemente è necessario per garantire **buone prestazioni**:
 - Si sfrutta il fatto che, mentre una transazione è in attesa del completamento di una operazione di I/O, un'altra può utilizzare la CPU, il che porta ad aumentare il “**throughput**” (**n. transazioni elaborate nell'unità di tempo**) del sistema
 - Se si ha una transazione “breve” e una “lunga”, l'**esecuzione concorrente porta a ridurre il tempo medio di risposta del sistema**

T1	T2
R(X)	
	R(Y)
	W(Y)
	Commit
W(X)	
	Commit

SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

12

Riduzione del tempo di risposta

- T1 è "lunga", T2 è "breve"; per semplicità ogni riga della tabella è un'unità di tempo

time	T1	T2
1	R(X1)	
2	W(X1)	
...		
999	R(X500)	
1000	W(X500)	
1001	Commit	
1002		R(Y)
1003		W(Y)
1004		Commit

T2 richiede a time = 2
di iniziare

time	T1	T2
1	R(X1)	
2		R(Y)
3		W(Y)
4		Commit
5	W(X1)	
...		
1002	R(X500)	
1003	W(X500)	
1004	Commit	

Tempo medio di risposta =
 $(1001 + (1004-1))/2 = 1002$

SQL: transazioni

Tempo medio di risposta =
 $(1004 + 3)/2 = 503.5$

Sistemi Informativi T

13

Isolation: gestire la concorrenza

- Il Transaction Manager garantisce che transazioni che eseguono in concorrenza non interferiscano tra loro. Se ciò non avviene, si possono avere 4 tipi base di problemi, esemplificati dai seguenti scenari:

Lost Update: due persone, in due agenzie diverse, comprano entrambe l'ultimo biglietto per il concerto degli U2 a Roma (!?)

Dirty Read: nel programma dei concerti degli U2 figura una tappa a Bologna il 15/07/10, ma quando provate a comprare un biglietto per quella data vi viene detto che in realtà non è ancora stata fissata (!?)

Unrepeatable Read: per il concerto degli U2 (finalmente la data è stata fissata!) vedete che il prezzo è di 40 €, ci pensate su 5 minuti, ma il prezzo nel frattempo è salito a 50 € (!?)

Phantom Row: volete comprare i biglietti di tutte e due le tappe degli U2 in Italia, ma quando comprate i biglietti scoprirete che le tappe sono diventate 3 (!?)

SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

14

Lost Update

- Il seguente schedule mostra un caso tipico di lost update, in cui per comodità si evidenziano anche le operazioni che modificano il valore del dato X e si mostra come varia il valore di X nel DB

	T1	X	T2
R(X)	1		
X=X-1	1		
	1	R(X)	
	1	X=X-1	
W(X)	0		
Commit	0		
	0	W(X)	
	0	Commit	

- Il problema nasce perché T2 legge il valore di X prima che T1 (che lo ha già letto) lo modifichi ("entrambe vedono l'ultimo biglietto")

SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

15

Dirty Read

- In questo caso il problema è che una transazione legge un dato "che non c'è":

	T1	X	T2
R(X)	0		
X=X+1	0		
W(X)	1		
	1	R(X)	
Rollback	0		
	0	...	
	0	Commit	

Questa lettura
è "sporca"!

- Quanto svolto da T2 si basa su un valore di X "intermedio", e quindi non stabile ("la data definitiva non è il 15/07/10")
- Le conseguenze sono impredicibili (dipende cosa fa T2) e si presenterebbero anche se T1 non abortisse

SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

16

Unrepeatable Read

- Ora il problema è che una transazione legge due volte un dato e trova valori diversi (“il prezzo nel frattempo è aumentato”):

T1	X	T2
R(X)	0	
	0	R(X)
	1	X=X+1
	1	W(X)
	1	Commit
R(X)	1	
Commit	1	

Le 2 letture sono tra loro inconsistenti!

- Anche in questo caso si possono avere gravi conseguenze
- Lo stesso problema si presenta per [transazioni di “analisi”](#)
 - Ad esempio T1 somma l’importo di 2 conti correnti mentre T2 esegue un trasferimento di fondi dall’uno all’altro (T1 potrebbe quindi riportare un totale errato)

SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

17

Phantom Row

- Questo caso si può presentare quando vengono inserite o cancellate tuple che un’altra transazione dovrebbe logicamente considerare
 - Nell’esempio la tupla t4 è un “phantom”, in quanto T1 “non la vede”

Prog

CodProg	Citta
P01	Milano
P01	Bologna
P02	Bologna
P03	Bologna

T1:

```
UPDATE Prog
SET Sede = 'Firenze'
WHERE Sede = 'Bologna'
```

T2:

```
INSERT INTO Prog
VALUES ('P03', 'Bologna')
```

T1

T1	T2
R(t2)	
R(t3)	
...	
W(t2)	
W(t3)	
...	
Commit	Commit

T1 “non vede” questa tupla!

SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

Livelli di isolamento in SQL

- Scegliere di operare a un livello di isolamento in cui si possono presentare dei problemi ha il vantaggio di aumentare il grado di concorrenza raggiungibile, e quindi di migliorare le prestazioni
- Lo standard SQL definisce 4 livelli di isolamento (si riportano anche i nomi usati da DB2):

Isolation Level	DB2 terminology	Phantom	Unrepeatable Read	Dirty Read	Lost Update
Serializable	Repeatable Read (RR)	NO	NO	NO	NO
Repeatable Read	Read Stability (RS)	YES	NO	NO	NO
Read Committed	Cursor Stability (CS)	YES	YES	NO	NO
Uncommitted Read	Uncommitted Read (UR)	YES	YES	YES	NO

- In DB2 il livello di default è **CS**; per cambiarlo (prima di connettersi al DB) si usa l'istruzione SQL:

CHANGE ISOLATION TO [RR | RS | CS | UR]

SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

19

Riassumiamo:

- Una **transazione** è un'unità logica di elaborazione che, nel caso generale, si compone di molte operazioni fisiche elementari che agiscono sul DB
- Le proprietà di cui deve godere una transazione si riassumono nell'acronimo **ACID** (**A**tomicity, **C**onsistency, **I**solation, **D**urability)
- **Isolation** richiede che venga correttamente gestita l'esecuzione concorrente delle transazioni
- **Consistency** è garantita dal DBMS verificando che le transazioni rispettino i vincoli definiti a livello di schema del DB

SQL: transazioni

Sistemi Informativi T

20