

Controllo d'accesso e transazioni

Prof. Alfredo Pulvirenti

Prof. Salvatore Alaimo

(Atzeni-Ceri Capitolo 5)

Controllo dell'accesso

- In SQL è possibile specificare chi (utente) e come (lettura, scrittura, ...) può utilizzare la base di dati (o parte di essa)
- Oggetto dei **privilegi** (diritti di accesso) sono di solito le tabelle, ma anche altri tipi di **risorse**, quali singoli attributi, viste o domini.
- Un utente predefinito **_system** (amministratore della base di dati) ha tutti i privilegi.
- Il creatore di una risorsa ha tutti i privilegi su di essa.

Privilegi

- Un privilegio è caratterizzato da:
 - la risorsa cui si riferisce
 - l'utente che concede il privilegio
 - l'utente che riceve il privilegio
 - l'azione che viene permessa
 - la trasmissibilità del privilegio

Tipi di privilegi offerti da SQL

- **insert**: permette di inserire nuovi oggetti (ennuple)
- **update**: permette di modificare il contenuto
- **delete**: permette di eliminare oggetti
- **select**: permette di leggere la risorsa
- **references**: permette la definizione di vincoli di integrità referenziale verso la risorsa (può limitare la possibilità di modificare la risorsa)
- **usage**: permette l'utilizzo in una definizione (per esempio, di un dominio)

grant e revoke

- Concessione di privilegi:

```
grant < Privileges | all privileges > on Resource  
to Users [ with grant option ]
```

- **grant option** specifica se il privilegio può essere trasmesso ad altri utenti

```
grant select on Department to Stefano
```

- Revoca di privilegi

```
revoke Privileges on Resource from Users  
[ restrict | cascade ]
```

Autorizzazioni, commenti

- La gestione delle autorizzazioni deve “nascondere” gli elementi cui un utente non può accedere, senza sospetti
- Esempio:
 - **Impiegati** non esiste (esiste **Impiegati**)
 - **ImpiegatiSegreti** esiste, ma l'utente non è autorizzato
- L'utente deve ricevere lo stesso messaggio

Autorizzazioni, commenti, 2

- Come autorizzare un utente a vedere solo alcune ennuple di una relazione?
 - Attraverso una vista:
 - Definiamo la vista con una condizione di selezione
 - Attribuiamo le autorizzazioni sulla vista, anziché sulla relazione di base

Autorizzazioni, ancora

- (Estensioni di SQL:1999)
- Concetto di ruolo, cui si associano privilegi (anche articolati), poi concessi agli utenti attribuendo il ruolo

Transazione

- Insieme di operazioni da considerare indivisibile ("atomico"), corretto anche in presenza di concorrenza e con effetti definitivi
- Proprietà ("acide"):
 - [Atomicità](#)
 - [Consistenza](#)
 - [Isolamento](#)
 - [Durabilità](#) (persistenza)

Le transazioni sono ... atomiche

- La sequenza di operazioni sulla base di dati viene eseguita per intero o per niente:
 - trasferimento di fondi da un conto A ad un conto B: o si fanno il prelevamento da A e il versamento su B o nessuno dei due

Le transazioni sono ... consistenti

- Al termine dell'esecuzione di una transazione, i vincoli di integrità debbono essere soddisfatti
- "Durante" l'esecuzione ci possono essere violazioni, ma se restano alla fine allora la transazione deve essere annullata per intero ("abortita")

Le transazioni sono ... isolate

- L'effetto di transazioni concorrenti deve essere coerente (ad esempio "equivalente" all'esecuzione separata)
 - se due assegni emessi sullo stesso conto corrente vengono incassati contemporaneamente si deve evitare di trascurarne uno

I risultati delle transazioni sono durevoli

- La conclusione positiva di una transazione corrisponde ad un impegno (in inglese **commit**) a mantenere traccia del risultato in modo definitivo, anche in presenza di guasti e di esecuzione concorrente

Transazioni in SQL

- Una transazione inizia al primo comando SQL dopo la "connessione" alla base di dati oppure alla conclusione di una precedente transazione (lo standard indica anche un comando `start transaction`, non obbligatorio, e quindi non previsto in molti sistemi)
- Conclusione di una transazione
 - `commit [work]`: le operazioni specificate a partire dall'inizio della transazione vengono eseguite sulla base di dati
 - `rollback [work]`: si rinuncia all'esecuzione delle operazioni specificate dopo l'inizio della transazione
- Molti sistemi prevedono una modalità `autocommit`, in cui ogni operazione forma una transazione

Una transazione in SQL

```
start transaction                (opzionale)
update ContoCorrente
  set Saldo = Saldo - 10
  where NumeroConto = 12345 ;
update ContoCorrente
  set Saldo = Saldo + 10
  where NumeroConto = 55555 ;
commit work;
```

Basi di dati attive

Prof. Alfredo Pulvirenti

Prof. Salvatore Alaimo

Basi di dati attive

- Una base di dati che contiene regole attive (chiamate *trigger*)
- Presentazione:
 - Definizione dei trigger in SQL:1999
 - Definizione dei trigger in DB2 e Oracle
 - Problemi di progetto per applicazioni basate sull'uso dei trigger
 - Caratteristiche evolute dei trigger
 - Esempi di applicazioni

Il concetto di trigger

- Paradigma: Evento-Condizione-Azione
 - Quando un evento si verifica
 - Se la condizione è vera
 - Allora l'azione è eseguita
- Questo modello consente computazioni reattive
- Non è il solo tipo di regole:
 - Vincoli di integrità
 - Regole datalog
 - Regole di business
- Problema: è difficile realizzare applicazioni complesse

Evento-Condizione-Azione

- **Evento**
 - Normalmente una modifica dello stato del database: insert, delete, update
 - Quando accade l'evento, il trigger è *attivato*
- **Condizione**
 - Un predicato che identifica se l'azione del trigger deve essere eseguita
 - Quando la condizione viene valutata, il trigger è *considerato*
- **Azione**
 - Una sequenza di update SQL o una procedura
 - Quando l'azione è eseguita anche il trigger è *eseguito*
- I DBMS forniscono tutti i componenti necessari. Basta integrarli.

- Lo standard SQL:1999 (SQL-3) sui trigger è stato fortemente influenzato da DB2 (IBM); gli altri sistemi non seguono lo standard (esistono dagli anni 80')
- Ogni trigger è caratterizzato da:
 - nome
 - target (tabella controllata)
 - modalità (**before** o **after**)
 - evento (**insert**, **delete** o **update**)
 - granularità (statement-level o row-level)
 - alias dei valori o tabelle di transizione
 - azione
 - timestamp di creazione

```
create trigger TriggerName
{ before | after }
{ insert | delete | update [of Column] } on
Table
[referencing
    {[old_table [as] OldTableAlias]
     [new_table [as] NewTableAlias] } |
    {[old [row] [as] OldTupleName]
     [new [row] [as] NewTupleName] }]
[for each { row | statement }]
[when Condition]
SQLStatements
```

Tipi di eventi

- **BEFORE**

- Il trigger è considerato e possibilmente eseguito prima dell'evento (i.e., la modifica del database)
- I trigger before non possono modificare lo stato del database; possono al più condizionare i valori “new” in modalità row-level (set t.new=expr)
- Normalmente questa modalità è usata quando si vuole verificare una modifica prima che essa avvenga e “modificare la modifica”

- **AFTER**

- Il trigger è considerato e eseguito dopo l'evento
- E' la modalità più comune, adatta alla maggior parte delle applicazioni

Esempio “before” e “after”

1. “Conditioner” (agisce prima dell’ update e della verifica di integrità)

```
create trigger LimitaAumenti  
before update of Salario on Impiegato  
for each row  
when (New.Salario > Old.Salario * 1.2)  
set New.Salario = Old.Salario * 1.2
```

2. “Re-installer” (agisce dopo l’ update)

```
create trigger LimitaAumenti  
after update of Salario on Impiegato  
for each row  
when (New.Salario > Old.Salario * 1.2)  
set New.Salario = Old.Salario * 1.2
```

Granularità degli eventi

- Modalità statement-level (di default, opzione **for each statement**)
 - Il trigger viene considerato e possibilmente eseguito solo una volta per ogni statement (comando) che lo ha attivato, indipendentemente dal numero di tuple modificate
 - In linea con SQL (set-oriented)
- Modalità row-level (opzione **for each row**)
 - Il trigger viene considerato e possibilmente eseguito una volta per ogni tupla modificata
 - Scrivere trigger row-level è più semplice

Clausola referencing

- Dipende dalla granularità
 - Se la modalità è row-level, ci sono due *variabili di transizione* (**old** and **new**) che rappresentano il valore precedente o successivo alla modifica di una tupla
 - Se la modalità è statement-level, ci sono due *tabelle di transizione* (**old table** and **new table**) che contengono i valori precedenti e successivi delle tuple modificate dallo statement
- **old** e **old_table** non sono presenti con l'evento **insert**
- **new** e **new_table** non sono presenti con l'evento **delete**

Esempio di trigger row-level

```
create trigger AccountMonitor  
after update on Account  
for each row  
when new.Total > old.Total  
insert values  
    (new.AccNumber,new.Total-old.Total)  
into Payments
```

Esempio di trigger statement-level

```
create trigger FileDeletedInvoices
after delete on Invoice
referencing old_table as OldInvoiceSet
insert into DeletedInvoices
(select *
 from OldInvoiceSet)
```

Trigger in DB2

- Seguono la sintassi e semantica di SQL:1999
- Esempio: gestione salari

```
CREATE TRIGGER CheckDecrement
AFTER UPDATE OF Salary ON Employee
FOR EACH ROW
WHEN (NEW.Salary < OLD.Salary * 0.97)
BEGIN
    update Employee
    set Salary=OLD.Salary*0.97
    where RegNum = NEW.RegNum;
END;
```

Esecuzione di Trigger in conflitto

- Quando vi sono più trigger associati allo stesso evento (in conflitto) vengono eseguiti come segue:
 - Per primi i BEFORE triggers (statement-level e row-level)
 - Poi viene eseguita la modifica e verificati i vincoli di integrità
 - Infine sono eseguiti gli AFTER triggers (row-level e statement level)
- Quando vari trigger appartengono alla stessa categoria, l'ordine di esecuzione è definito in base al loro timestamp di creazione (i trigger più vecchi hanno priorità più alta)

Modello di esecuzione ricorsivo

- In SQL:1999 i trigger sono associati ad un “Trigger Execution Context” (TEC)
- L’azione di un trigger può produrre eventi che attivano altri trigger, che verranno valutati con un nuovo TEC interno:
 - Lo stato del TEC includente viene salvato e quello del TEC incluso viene eseguito. Ciò può accadere ricorsivamente
 - Alla fine dell’ esecuzione di un TEC incluso, lo stato di esecuzione del TEC includente viene ripristinato e la sua esecuzione ripresa
- L’ esecuzione termina correttamente in uno “stato quiescente”
- L’ esecuzione termina in errore quando si raggiunge una data profondità di ricorsione dando luogo ad una eccezione di non-terminazione
- Se si verifica un errore o eccezione durante l’esecuzione di una catena di trigger attivati inizialmente da uno statement S, viene fatto un rollback parziale di S

Trigger in Oracle

- Si usa una sintassi differente: sono consentiti eventi multipli, non sono previste variabili per le tabelle, i before trigger possono prevedere update, la condizione è presente solo con trigger row-level, l'azione è un programma PL/SQL

```
create trigger TriggerName
  { before | after } event [, event [,event ]]
  [[referencing
    [old [row] [as] oldTupleName]
    [new [row] [as] NewTupleName] ]
  for each { row | statement } [when Condition]]
  PL/SQLStatements

Event ::= { insert | delete | update [of Column] } on Table
```

Conflitti tra i trigger in Oracle

- Quando molti trigger sono associati allo stesso evento, ORACLE segue il seguente schema:
 - Per primi, i BEFORE statement-level trigger
 - Poi, i BEFORE row-level trigger
 - Poi viene eseguita la modifica e verificati i vincoli di integrità
 - Poi, gli AFTER row-level trigger
 - Infine, gli AFTER statement-level trigger
- Quando vari trigger appartengono alla stessa categoria, l'ordine di esecuzione è definito in base al loro timestamp di creazione (i trigger più vecchi hanno priorità più alta)
- “Mutating table exception”: scatta se la catena di trigger attivati da un before trigger T cerca di modificare lo stato della tabella target di T

Esempio di Trigger in Oracle

Evento: `update` of QtyDisponibile in Magazzino

Condizione: Quantità sotto soglia e mancanza ordini esterni

Azione: `insert` of OrdiniEsterni

```
create trigger Riordino
after update of QtyDisponibile on Magazzino
when (new.QtyDisponibile < new.QtySoglia)
for each row
declare
  X number;
  select count(*) into X
  from OrdiniEsterni
  where Parte = new.Parte;
if X = 0
then
  insert into OrdiniEsterni
  values(new.Parte,new.QtyRiordino,sysdate)
end if;
end;
```

Proprietà formali dei trigger

- E' importante garantire che l'interferenza tra trigger in una qualunque loro attivazione non produca comportamenti anomali
- Vi sono tre proprietà classiche:
 - **Terminazione**: per un qualunque stato iniziale e una qualunque transazione, si produce uno stato finale (stato quiescente)
 - **Confluenza**: L'esecuzione dei trigger termina e produce un unico stato finale, indipendente dall'ordine di esecuzione dei trigger
 - **Univoca osservabilità**: I trigger sono confluenti e producono verso l'esterno (messaggi, azioni di display) lo stesso effetto
- La terminazione è la proprietà principale

Analisi della terminazione

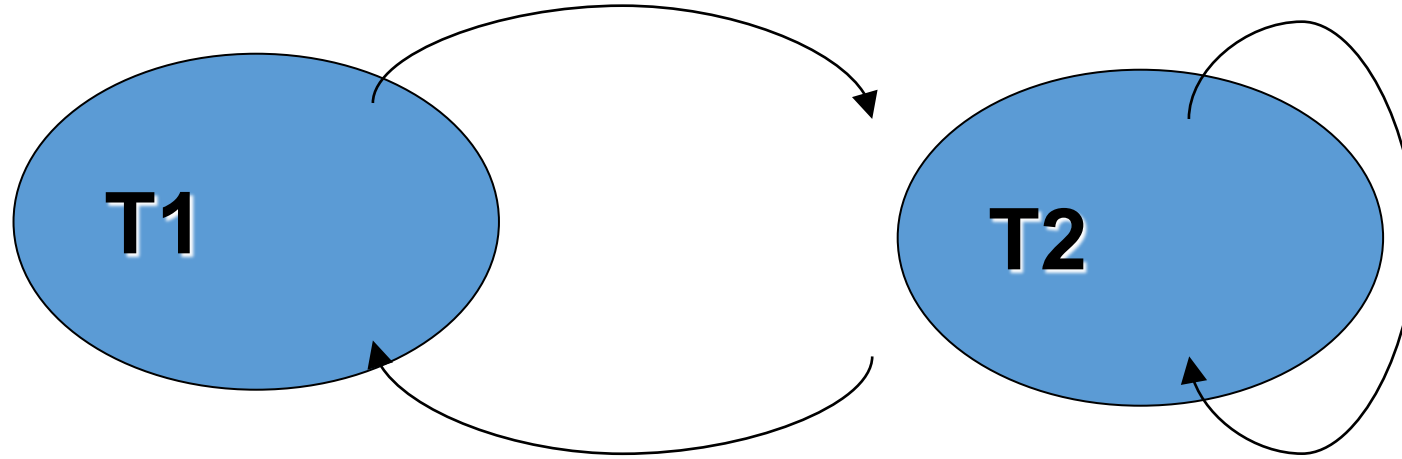
- Si usa una rappresentazione delle regole detta **grafo di triggering**:
 - Un nodo per ogni trigger
 - Un arco dal nodo t_i al nodo t_j se la esecuzione dell'azione di t_i può attivare il trigger t_j (ciò può essere dedotto con una semplice analisi sintattica)
- Se il grafo è aciclico, l'esecuzione termina
 - Non possono esservi sequenze infinite di triggering
- Se il grafo ha cicli, esso *può* avere problemi di terminazione: lo si capisce guardando i cicli uno per uno.

Esempio con due trigger

```
T1:  create trigger AdjustContributions
      after update of Salary on Employee
      referencing new table as NewEmp
      update Employee
      set Contribution = Salary * 0.8
      where RegNum in ( select RegNum
                        from NewEmp)

T2:  create trigger CheckBudgetThreshold
      after update on Employee
      referencing new_table as NewEmp1
      when 50000 < ALL (select (Salary+Contribution)
                        from NewEmp1)
      update Employee
      set Salary = 0.9*Salary
```

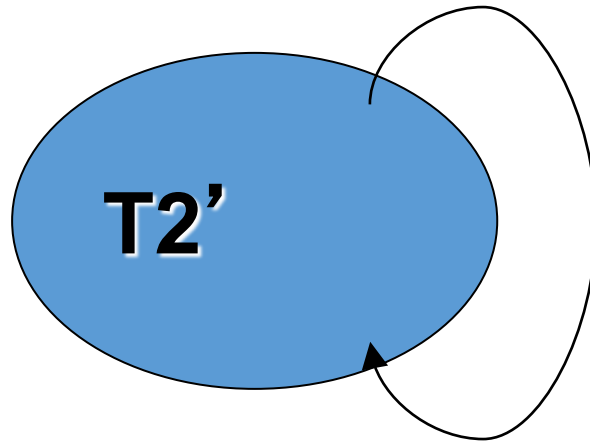
Grafo di triggering corrispondente



- Ci sono due cicli ma il sistema termina.
- Per renderlo non terminante basta cambiare il comparatore nella condizione di T2 oppure moltiplicare per un fattore più grande di 1 nella azione di T2.

Esempio di non terminazione

```
T2' : create trigger CheckBudgetThreshold  
      after update on Employee  
      for each row  
      when New.Salary < 50000  
      update Employee  
      set Salary = 0.9*Salary
```



Aspetti evoluti delle basi di dati attive

- Modalità di esecuzione (immediata, differita, distaccata)
- Amministrazione delle regole (priorità, gruppi, attivazione e deattivazione dinamica)
- Clausola “Instead-of”
- Altri eventi (di sistema, di utente, system-defined)
- Eventi complessi e calcolo degli eventi
- Una nuova categoria di sistema: “stream database”.

Modalità di esecuzione

- E' il collegamento tra attivazione (evento) e considerazione/esecuzione (condizione e azione)
- Condizione e azione sono sempre valutate assieme
- Caso “immediato”: considerazione e esecuzione assieme all'evento
- Alternative:
 - Differito: il trigger è valutato alla fine della transazione
 - Esempio d'uso: trigger che gestiscono vincoli di integrità che possono essere violati durante una transazione
 - Distaccato: il trigger è valutato in un'altra transazione
 - Esempio d'uso: gestione di una variazione di valore di titoli della borsa

Priorità, attivazioni e gruppi

- Definizione di priorità:
 - Specifica l'ordine di esecuzione dei trigger quando molti di loro vengono attivati dallo stesso evento
 - SQL:1999 indica la priorità di differenti classi di trigger; all'interno di una classe l'ordine dipende dall'ordine di creazione
- Attivazione/deattivazione dei trigger
 - Non è standard, ma è spesso disponibile
- Organizzazione dei trigger in gruppi
 - Alcuni sistemi consentono di raggruppare trigger e quindi di attivarli/deattivarli come gruppo

Esercizio 1

- Dato lo schema relazionale:
 - IMPIEGATO (Nome, Salario, DipNum)
 - DIPARTIMENTO (DipNum, NomeManager)
- Definire le seguenti regole attive in Oracle e DB2:
 1. una regola, che quando il dipartimento cancellato, mette ad un valore di default (99) il valore di DipNum degli impiegati appartenenti a quel dipartimento;
 2. una regola che cancella tutti gli impiegati appartenenti a un dipartimento quando quest'ultimo cancellato;
 3. una regola che, ogni qual volta il salario di un impiegato supera il salario del suo manager, pone tale salario uguale al salario del manager;
 4. una regola che, ogni qual volta vengono modificati i salari, verifica che non vi siano dipartimenti in cui il salario medio cresce più del tre per cento, e in tal caso annulla la modifica.

```
create trigger T1
after delete on DIPARTIMENTO
    for each row
    when (exists (select *
                    from IMPIEGATO
                    where DipNum=Old.DipNum) )
udpade IMPIEGATO set DipNum = 99 where
DipNum=Old.DipNum
```

```
create trigger T2
after delete on DIPARTIMENTO
for each row
    when (exist (select *
                  from IMPIEGATO
                  where DipNum=Old.DipNum) )
delete from IMPIEGATO where DipNum=Old.DipNum
```

```
create trigger T3
after update of Salario on IMPIEGATO
for each row
    declare x number;
    begin
        select Salary into x
        from IMPIEGATO join DIPARTIMENTO on
        Nome = NomeManager
        Where DIPARTIMENTO.DipNum = New.DipNum
        if new.Salario > x then
            update IMPIEGATO set Salario = x
            where Nome = New.Nome
        end
```

```
create trigger T4
after update of Salario on IMPIEGATO
for each row
    declare x number;
    declare y number;
    declare l number;
begin
    select avg(salario) into x, count(*) into l
    from IMPIEGATO
    where DipNum=new.DipNum;
    y=((x*l)-new.Salario+old.Salario)/l;
    if (x>(y*1.03)) then
        update IMPIEGATO set Salario=old.Salario
        where DipNum=new.DipNum;
    end
```

```
create trigger T4
after update of Salario on IMPIEGATO
for each row
    declare x number;
    declare y number;
begin
    select SUM(salario) into x
    from IMPIEGATO
    where DipNum=new.DipNum;
    y=x-new.Salario+old.Salario;
    if (x/y>1.03) then
        update IMPIEGATO set Salario=old.Salario
        where DipNum=new.DipNum;
    end
```

```
create trigger T4
after update of Salario on IMPIEGATO
for each row
when((select SUM(salario)
      from IMPIEGATO
      where DipNum=new.DipNum ) /
      (select SUM(salario)-new.Salario+old.Salario
      from IMPIEGATO
      where DipNum=new.DipNum ) > 1.03)
update IMPIEGATO set Salario=old.Salario
where DipNum=new.DipNum;
end
```


Esercizio 2

- Riferendosi alla base di dati dell'esercizio precedente:
 - definire in DB2 e in Oracle un trigger R1 che, quando cancellato un impiegato che svolge il ruolo di manager di un dipartimento, cancella quel dipartimento e tutti i suoi dipendenti.
 - Definire inoltre un trigger R2 che, ogni qual volta sono modificati i salari, verifica la loro media, e se essa supera i 50.000 cancella tutti gli impiegati il cui salario è stato modificato e attualmente supera gli 80.000.

Esercizio 3

- Dato lo schema relazionale:
 - DOTTORANDO (Nome, Disciplina, Relatore)
 - PROFESSORE (Nome, Disciplina)
 - CORSO (Titolo, Professore)
 - ESAMI (NomeStud, TitoloCorso)
- Descrivere i trigger che gestiscono i seguenti vincoli di integrità (business rules):
 1. ogni dottorando deve lavorare nella stessa area del suo relatore;
 2. ogni dottorando deve aver sostenuto almeno 3 corsi nell'area del suo relatore;
 3. ogni dottorando deve aver sostenuto l'esame del corso di cui responsabile il suo relatore.