# Lezione 6 – Transazioni atomiche

Sistemi Operativi I

Modulo 3 - Gestione del Processore

Unità didattica 5 - Sincronizzazione dei processi

**Vincenzo Piuri**

Università degli Studi di Milano - SSRI - CDL ONLINE

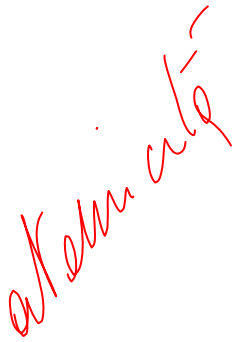
## Sommario

- Concetto di transazione atomica
- Transazioni atomiche individuali
  - Logging
  - Check pointing
- Transazioni atomiche concorrenti
  - Serializzazione
  - Protocolli basati su locking
  - Protocolli basati su timestamp

## Definizione di transazione

**Un insieme di istruzioni**
**che eseguono un'unica funzione logica**

- Esempio:
  *read*
  *read*
  *manipolazione dei dati*
  *read*
  *manipolazione dei dati*
  *write*
  *manipolazione dei dati*
  *read*
  *manipolazione dei dati*
  *write*
  *read*
  *manipolazione dei dati*
  *read*
  *manipolazione dei dati*
  *read*
  *manipolazione dei dati*
  *write*
  *commit* o *abort*



## Atomicità della transazione

L'effetto della transazione sulle informazioni memorizzate deve essere permanente
solo se **tutte** le operazioni
sono state completate correttamente
senza interferenze da parte di altri processi

La sequenza di operazioni di una transazione deve essere **atomica**
come un'unica operazione indivisibile

Terminazione:

| | | |
|---|---|---|
| corretta | → commit | effetti permanenti |
| errata | → abort | nessun effetto (roll back) |

## Tipologie di archivi

**Archivio volatile**

le informazioni non sopravvivono ailo spegnimento del sistema

- memoria cache
- memoria centrale

**Archivio non volatile**

le informazioni sopravvivono ailo spegnimento del sistema

- dischi magnetici e ottici
- nastri magnetici

**Archivio stabile**

le informazioni non vengono mai perse

- replicazione in molti archivi non volatili

## Transazioni atomiche individuali

Gestione basata su

- Logging
  - Write-ahead logging
- Check pointing

## Write-ahead logging

**Log** (registro) **delle transazioni**:
registra in un archivio stabile le transazioni
e il loro stato di esecuzione

- nome della transazione
- nome dell'oggetto dei dati
- vecchio valore dei dati
- nuovo valore dei dati

**Meccanismo di write-ahead logging**

- Inizio transazione → <$T_i$ starts>
- Fine transazione → <$T_i$ commits>

## Recupero basato sul log (1)

**undo($T_i$)**

- riporta i dati modificati dalla transazione $T_i$ ai vecchi valori

**redo($T_i$)**

- assegna ai dati modificati dalla transizione $T_i$ il nuovo valore

Funzioni idempotenti

## Ripristino basato sul log (2)

- Abort della transazione
  - **undo**($T_i$)
- Fallimento del sistema di elaborazione
  - Per ogni transazione del log,
    - se il log contiene <$T_i$ starts> ma non <$T_i$ commits>, esegue **undo**($T_i$)
    - se il log contiene sia <$T_i$ starts> sia <$T_i$ commits>, esegue **redo**($T_i$)

## Check Pointing

**Problema del logging:**
Tempo lungo di ripristino per lunghi log

**Soluzione:**
Check pointing (punti di verifica)

Periodicamente si eseguono:
- scrittura su archivio stabile dei record del log memorizzati su archivio volatile
- scrittura dei dati modificati su archivio stabile
- scrittura del record <checkpoint> su archivio stabile

## Ripristino basato su check pointing

- Fallimento del sistema di elaborazione
  - Per ogni transazione del log **a partire dal check point più recente**,
    - se il log contiene <$T_i$ starts> ma non <$T_i$ commits>, esegue **undo**($T_i$)
    - se il log contiene sia <$T_i$ starts> sia <$T_i$ commits>, esegue **redo**($T_i$)

## Transazioni atomiche concorrenti

Esecuzione concorrente di transazioni atomiche

→ Esecuzione delle transazioni
in modo seriale
in un ordine arbitrario

**serializzabilità**

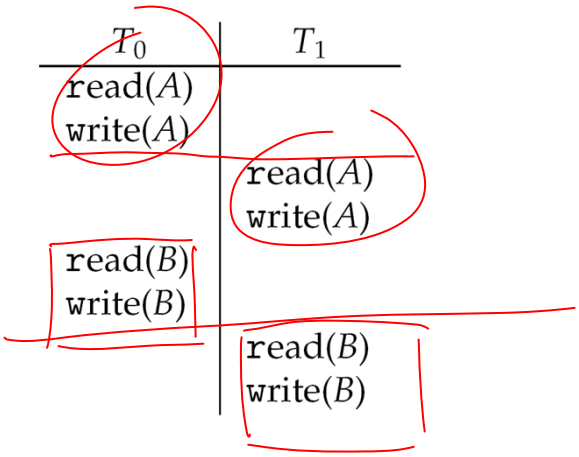
## Tecniche per la serializzabilità

- A livello di transazione
  - Transazioni eseguite in sezioni critiche
  - Condivisione di un semaforo *mutex* comune tra le transazioni
- A livello di operazioni nelle transazioni
  - Algoritmi di controllo della concorrenza delle operazioni
    - schedulazione concorrente seriale
    - schedulazione concorrente serializzabile
      - » protocollo di lock
      - » protocolli basati su timestamp

## Schedulazione concorrente seriale

| $T_0$ | $T_1$ |
|---|---|
| read($A$) | |
| write($A$) | |
| read($B$) | |
| write($B$) | |
| | read($A$) |
| | write($A$) |
| | read($B$) |
| | write($B$) |

## Schedulazione concorrente serializzabile




## Lock

**Lock (blocco) è una variabile**
**associata a un dato**
**che definisce l'accessibilità al dato stesso**

Lock = libero → accesso consentito
= in uso → transazione sospesa
in attesa di blocco libero

**Tipi di lock**

- Lock condiviso
- Lock esclusivo

## Protocollo di lock di base

- $T_i$ esegue lock su dato Q
- Se lock disponibile, $T_i$ accede al dato
- Se lock non disponibile,
  - Se il lock richiesto è esclusivo, $T_i$ attende finché il dato viene rilasciato
  - Se il lock richiesto è condiviso,
    - $T_i$ accede al dato se esso è correntemente bloccato con lock condiviso
    - $T_i$ attende se il dato è correntemente bloccato con lock esclusivo

Serializzabilità non garantita

## Protocollo di lock a due fasi

**Fase di crescita** (growing phase)

- una transazione può ottenere dei lock, ma non li può rilasciare

**Fase di contrazione** (shrinking phase)

- una transazione può rilasciare i lock, ma non ne può ottenere di nuovi

Assicura la serializzabilità

Non previene gli stalli

## Serializzazione nei protocolli di lock

L'ordine di serializzazione
di ogni coppia di transazioni in conflitto
è determinato in esecuzione
dal primo lock che richiedono
e che implica incompatibilità

## Timestamp

**Timestamp (marca di tempo) $TS(T_i)$**
**è un attributo**
**che rappresenta quando la transazione $T_i$**
**è entrata nel sistema**

**Timestamp è univocamente associato**
**alle transazioni dal sistema**

**Generazione del timestamp**

- Clock di sistema
- Contatore

## Protocollo basato su timestamp (1)

**Tipi di timestamp**

- W-timestamp(Q)
- R-timestamp(Q)

**Ogni operazione read o write in conflitto è eseguita nell'ordine della marca di tempo**

## Protocollo basato su timestamp (2)

**read(Q)**

- Se $TS(T_i) < W\text{-timestamp}(Q)$, la lettura è negata e $T_i$ esegue roll-back
- Se $TS(T_i) \geq W\text{-timestamp}(Q)$, la lettura è eseguita e $R\text{-timestamp}(Q)=\max\{R\text{-timestamp}(Q), TS(T_i)\}$

**write(Q)**

- Se $TS(T_i) < R\text{-timestamp}(Q)$, la scrittura è negata e $T_i$ esegue roll-back
- Se $TS(T_i) < W\text{-timestamp}(Q)$, la scrittura è negata e $T_i$ esegue roll-back
- Altrimenti, la scrittura è eseguita

## Serializzazione nei protocolli di timestamp

L'ordine di serializzazione
di ogni coppia di transazioni in conflitto
è determinato dal timestamp
associato a ciascuna transazione alla sua attivazione

## In sintesi

- Concetto di transazione atomica
- Transazioni atomiche individuali
  - Definizione
  - Gestione
    - Logging
    - Check pointing
- Transazioni atomiche concorrenti
  - Serializzazione
  - Gestione
    - Locking
    - Timestamp