

- Una funzionalità essenziale di un DBMS è la protezione dei dati da malfunzionamenti e da interferenze dovute all'accesso contemporaneo ai dati da parte di più utenti.
- La transazione per il programmatore: Una transazione è un programma sequenziale costituito da operazioni che il sistema deve eseguire garantendo:
  - Atomicità, Serializzabilità, Persistenza
  - (**A**tomicity, **C**onsistency, **I**solation, **D**urability - **ACID**)

## LA TRANSAZIONE PER IL DBMS

- Una transazione può eseguire molte operazioni sui dati recuperati da una base di dati, ma al DBMS interessano solo quelle di lettura o scrittura della base di dati, indicate con  $r_i[x]$  e  $w_i[x]$ .
- Un dato letto o scritto può essere un record, un campo di un record o una pagina. Per semplicità supporremo che sia una pagina.
- Un'operazione  $r_i[x]$  comporta la lettura di una pagina nel buffer, se non già presente.
- Un'operazione  $w_i[x]$  comporta l'eventuale lettura nel buffer di una pagina e la sua modifica nel buffer, ma non necessariamente la sua scrittura in memoria permanente. Per questa ragione, in caso di malfunzionamento, si potrebbe perdere l'effetto dell'operazione.

- Fallimenti di transazioni: non comportano la perdita di dati in memoria temporanea né persistente (es.: violazione di vincoli, violazione di protezione, stallo)
- Fallimenti di sistema: comportano la perdita di dati in memoria temporanea ma non di dati in memoria persistente (es.: comportamento anomalo del sistema, caduta di corrente)
- Disastri: comportano la perdita di dati in memoria persistente (es.: danneggiamento di periferica)

## PROTEZIONE DEI DATI DA Malfunzionamenti

- Copia della BD.
- Giornale: durante l'uso della BD, il sistema registra nel giornale la storia delle azioni effettuate sulla BD dal momento in cui ne è stata fatta l'ultima copia.
- Contenuto del giornale:
  - (T, begin);
  - Per ogni operazione di modifica:
    - la transazione responsabile;
    - il tipo di ogni operazione eseguita;
    - la nuova e vecchia versione del dato modificato: (T, write, oldV, newV);
  - (T, commit) o (T, abort).

- Al momento del ripristino, solo gli aggiornamenti più recenti tra quelli riportati sul giornale potrebbero non essere stati ancora riportati sulla base di dati. Come ottenere la certezza che non è necessario rieseguire le operazioni più vecchie?
- Periodicamente si fa un Checkpoint (CKP): si scrive la marca CKP sul giornale per indicare che tutte le operazioni che la precedono sono state effettivamente effettuate sulla BD.
- Un modo (troppo semplice) per fare il CKP: si sospende l'attivazione di nuove transazioni, si completano le precedenti, si allinea la base di dati (ovvero si riportano su disco tutte le pagine "sporche" dei buffer), si scrive nel giornale la marca CKP.

## GESTIONE DELL'AFFIDABILITÀ

- Gli algoritmi si differenziano a seconda del modo in cui si trattano le scritture sulla BD e la terminazione delle transazioni
  - Disfare-Rifare ←
  - Disfare-NonRifare
  - NonDisfare-Rifare
  - NonDisfare-NonRifare
- Ipotesi: Le scritture nel giornale vengono portate subito nella memoria permanente!

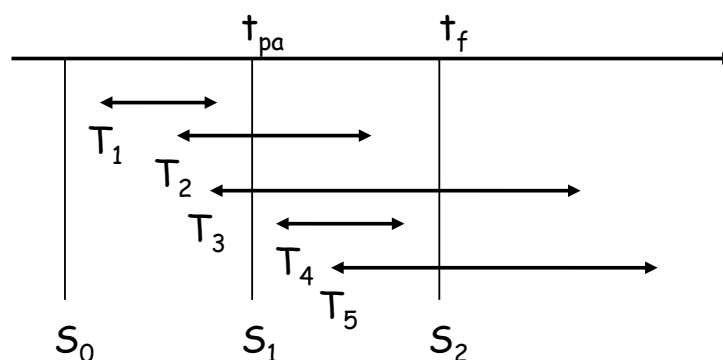
- Quando si portano le modifiche nella BD ?
  - Politica della modifica libera : le modifiche possono essere portate nella BD stabile prima che la T termini (disfare o steal).
- Regola per poter disfare: prescrizione nel giornale ("Log Ahead Rule" o "Write Ahead Log"):
  - se la nuova versione di una pagina rimpiazza la vecchia sulla BD stabile prima che la T abbia raggiunto il punto di Commit, allora la vecchia versione della pagina deve essere portata prima sul giornale in modo permanente.

- Come si gestisce la terminazione ?
  - Commit libero : una T può essere considerata terminata normalmente prima che tutte le modifiche vengano riportate nella BD stabile (occorre rifare).
- Regola per poter rifare una T: ("Commit Rule")
  - Le modifiche (nuove versioni delle pagine) di una T devono essere portate stabilmente nel giornale prima che la T raggiunga il Commit (condizione per rifare).

- Fallimenti di transazioni: si scrive nel giornale (T, abort) e si applica la procedura disfare.
- Fallimenti di sistema:
  - La BD viene ripristinata con il comando Restart (ripartenza di emergenza), a partire dallo stato al punto di allineamento, procedendo come segue:
    - Le T non terminate vanno disfatte
    - Le T terminate devono essere rifatte.
- Disastri: si riporta in linea la copia più recente della BD e la si aggiorna rifacendo le modifiche delle T terminate normalmente (ripartenza a freddo).

## ESEMPIO

10



$S_0$  Stato iniziale

$S_1$  Stato al punto di allineamento

$S_2$  Stato persistente al momento del fallimento

- $T_1$  va ignorata
- $T_2$  e  $T_4$  vanno rifatte
- $T_3$  e  $T_5$  vanno disfatte

- L'esecuzione concorrente di transazioni è essenziale per un buon funzionamento del DBMS.

- Il DBMS deve però garantire che l'esecuzione concorrente di transazioni avvenga senza interferenze in caso di accessi agli stessi dati.

T1	tempo	T2
	↓	
begin	t1	-
r[x]	↓	begin
-	t2	r[x]
-	↓	x := x - 800
x := x + 500	t3	-
-	t4	w[x]
w[x]	t5	*Commit*
*Commit*	t6	
	↓	

## SERIALITÀ E SERIALIZZABILITÀ

- **Definizione** Un'esecuzione di un insieme di transazioni  $\{T_1, \dots, T_n\}$  si dice seriale se, per ogni coppia di transazioni  $T_i$  e  $T_j$ , tutte le operazioni di  $T_i$  vengono eseguite prima di qualsiasi operazione  $T_j$  o viceversa.
- **Definizione** Una esecuzione di un insieme di transazioni si dice serializzabile se produce lo stesso effetto sulla base di dati di quello ottenibile eseguendo serialmente, in un qualche ordine, le sole transazioni terminate normalmente.

- Il gestore della concorrenza (serializzatore) dei DBMS ha il compito di stabilire l'ordine secondo il quale vanno eseguite le singole operazioni per rendere serializzabile l'esecuzione di un insieme di transazioni.
- **Definizione** Il protocollo del blocco a due fasi stretto (Strict Two Phase Locking) è definito dalle seguenti regole:
  1. Transazioni diverse non ottengono blocchi in conflitto.
  2. Ogni transazione, prima di effettuare un'operazione acquisisce il blocco corrispondente .
  3. I blocchi si rilasciano alla terminazione della transazione.

- Il problema si può risolvere con tecniche che prevengono queste situazioni (deadlock prevention), oppure con tecniche che rivelano una situazione di stallo e la sbloccano facendo abortire una o più transazioni in attesa (deadlock detection and recovery).