PROCESSAMENTO DE TRANSAÇÕES

Profa. Dra. Maria Madalena Dias

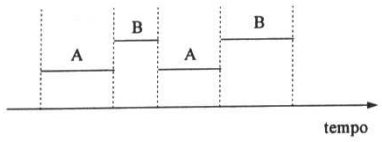
PROCESSAMENTO DE TRANSAÇÕES

- Introdução
- Execução Intercalada
- Execução Paralela
- Conceito de Transação
- Operação de Leitura
- Operação de Escrita
- Propriedades das Transações
- Necessidade de Controle de Concorrência
- Necessidade de Recuperação de Falhas
- Estados da Transação e Operações Adicionais
- *Log* do Sistema
- Escalonamento de Transação

Introdução

- Ambiente multiusuário:
  - vários usuários utilizam o mesmo sistema ao mesmo tempo;
  - múltiplos programas (transações) compartilham a mesma CPU.
- Forma de execução dos programas:
  - intercalada (*interlevead*);
  - alguns comandos de um programa são executados e o programa é suspenso; alguns comandos de outro programa são executados, o programa é suspenso, e assim por diante.

Execução Intercalada



- SBD multiusuário:
  - recursos principais: dados armazenados no BD.

Discussão

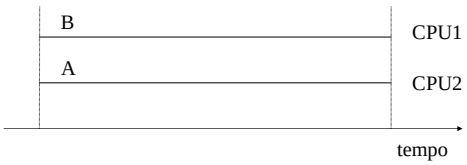
- Se:
  - todos os programas forem pequenos;
  - todos os dados estiverem centralizados na memória principal;
  - todos os dados forem acessados por um único processador;
- Para quê concorrência

Discussão

- Caso geral
  - os programas apresentam tempo de resposta variante;
  - os programas são distribuídos entre muitos processadores, com muitas memórias disjuntas;
  - os dados podem estar distribuídos entre memórias rápidas e lentas;
- Assim, deve existir concorrência.

Execução Paralela

- 2 processos, 2 CPUs



- Pode ocorrer intercalamento de programas neste caso (duas ou mais CPUs)?

7

Transação

- Sequência de ações de leitura/escrita em objetos
- Objetos:
  - window
  - menu
  - keyboard
  - terminal
  - fila
  - registro de BD
  - outros processos

8

Transação

- Leitura
  - lê um objeto "olhando" algum aspecto de seu estado
- Escrita
  - escreve o objeto alterando o seu estado
- Criação e destruição de objetos
  - exemplo particular de escrita em seus estados

9

Transação

- Execução de um programa que acessa ou altera o conteúdo do BD
- Seqüência de operações de escrita/leitura no BD
- Observações:
  - os dados do BD estão armazenados em memória secundária;
  - as operações que não sejam leitura/escrita não apresentam efeito para o BD. Exemplo: soma, subtração.

10

Operação de Leitura

- Representada por **r(x)** ou **read_item(s)**
- Lê item de dado ***x*** na variável de programa ***x***
- Passos:
  - encontrar o endereço do bloco que contém ***x***;
  - copiar o bloco para o *buffer* da memória principal (se necessário);
  - copiar o valor de ***x*** do *buffer* para a variável ***x***.

11

Operação de Escrita

- Representada por **w(x)** ou **write_item(x)**
- Escreve o valor da variável de programa ***x*** no item de dado ***x***
- Passos:
  - encontrar o endereço do bloco que contém ***x***
  - copiar o bloco para o *buffer* da memória principal (se necessário)
  - copiar o valor da variável ***x*** para o *buffer*
  - escrever o novo valor do item de dado ***x*** no disco (atualização de BD)

12

Observações

- Transações submetidas pelos usuários podem
  - executar concorrentemente
  - acessar e alterar os mesmos ítens de dados
- Execução não controlada pode
  - originar problemas como inconsistência do banco de dados

13

Exemplos

Transação 1
r(x)
x:= x - n
w(x)
r(y)
y:= y + n
w(y)

t_1:$r_1(x)w_1(x)r_1(y)w_1(y)$

Transação 2
r(x)
x:= x + m
w(x)

t_2:$r_2(x)\ w_2(x)$

14

Propriedades das Transações

- Atomicidade
- Consistência
- Isolamento
- Durabilidade

15

Propriedades ACID

- Atomicidade
  - uma transação é uma unidade atômica (indivisível)
  - todas as operações das transações são finalizadas e refletidas no BD ou nenhuma delas é finalizada e refletida
- Durabilidade
  - os valores dos dados alterados durante a execução de uma transação devem persistir após a sua finalização

16

Propriedades ACID

- Consistência
  - transformações preservam a consistência do BD
  - a execução correta de uma transação leva o BD de um estado consistente a outro estado consistente
  - tarefa do programador que escreve os módulos do BD ou do módulo do SGBD que garante as restrições de integridade impostas pelo sistema

17

Propriedades ACID

- Isolamento
  - transações são isoladas umas das outras
  - cada transação assume que está sendo executada sozinha no sistema, o SGBD garante que os resultados intermediários da transação permaneçam escondidos de outras transações executando concorrentemente

18

Propriedades ACID

- Protocolos de controle de concorrência
  - ↓
- garantem a consistência dos dados através de acessos concorrentes
  - ↓
- isolamento

Protocolo de recuperação de falhas

↓

garantem a consistência dos dados após falhas do sistema

↓

atomicidade e durabilidade

19

Consistência

- Estado de um BD
  - coleção de todos os valores de itens de dados armazenados no BD em um determinado momento
- Estado consistente de um BD
  - um estado consistente satisfaz às restrições especificadas no esquema, assim como quaisquer outras restrições que existam no BD

20

Restrições x Consistência

- Exemplos:
  - para cada elemento x, em uma fila duplamente encadeada, prev(next(x)) = x
  - EMP1 é uma réplica da tabela EMP
  - todos os gerentes de departamento são empregados e devem, portanto, aparecer na tabela EMP
  - se qualquer instância de EMP for alterada, a instância equivalente em EMP1 também deve ser alterada

21

Necessidade de Controle de Concorrência

- Problema da atualização perdida
- Problema da leitura incorreta
- Problema das somas incorretas
- Problema da leitura não repetida

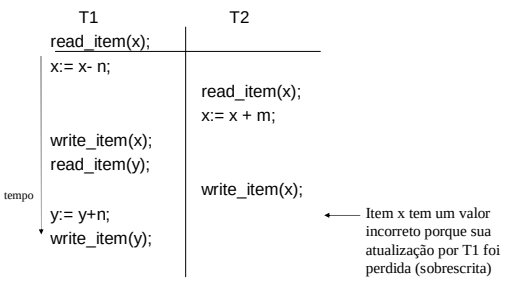
22

Problema da Atualização Perdida

- Ocorre quando duas transações que acessam os mesmos dados do BD têm suas operações intercaladas de modo a gerar um valor incorreto de algum item de dado
- Exemplo
  - dois programadores escrevem o mesmo programa ao mesmo tempo
  - cada cópia é alterada independentemente
    - a cópia 1 substitui a versão original
    - a cópia 2 substitui a versão 1
  - cópia 1: alterações perdidas

23

Problema da Leitura Incorreta



24

Problema das Somas Incorretas

T1	T2

	sum:= 0;
	read_item(A);
	sum:= sum+A;

read_item(x);
x:= x- n;
write_item(x);	

	read_item(x);
	sum:= sum+x;
	read_item(y);
	sum:=sum+y;

read_item(y);
y:= y+n;
write_item(y);	

T3 lê x após n ser subtraído e lê y antes de n ser adicionado, então o resultado é um erro de soma

25

Problema da Leitura Não Repetida

T1	T2
read_item(x); x:= x + n;	

	read_item(x);
	x:= x + 10;
	write_item(x);

read_item(x); x:= x - 4;	

tempo

26

Necessidade de Recuperação de Falhas

falhas catastróficas → falhas que atingem uma grande porção do BD → falhas de disco

Falhas não catastróficas → falhas que geram inconsistências no BD → falhas da transação, falhas do sistema

27

Falhas da Transação

- Ocorrem quando uma transação não é finalizada com sucesso
- Exemplos
  - divisão por zero
  - leitura de um dado inexistente
  - transação é escolhida como vítima em algum protocolo de *deadlock*
  - valores de parâmetros incorretos
  - usuário interrompe uma transação através do CRTL-C

28

Falhas do Sistema

- Relacionadas à destruição dos dados da memória principal
- Exemplos
  - *bugs* no software do sistema gerenciador de BD
  - *bugs* no software do sistema operacional
  - falhas de hardware na CPU

29

Falhas de Disco

- Relacionadas à destruição de dados da memória secundária
- Também chamadas de problemas físicos
- Exemplo
  - quebra física do disco

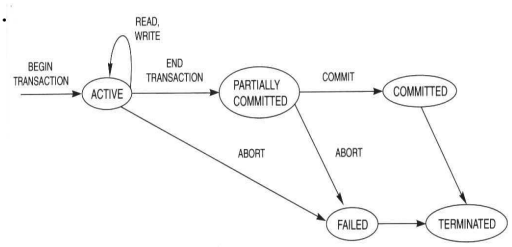
30

Estados da Transação

- BEGIN_TRANSACTION: Marca o início da execução da transação;
- READ ou WRITE: Operações de leitura e escrita sobre itens do BD;
- END_TRANSACTION: Especifica que as operações READ e WRITE terminaram e marca o limite final de execução da transação;
- COMMIT_TRANSACTION: sinaliza o fim com sucesso da transação;
- ROLLBACK (ou ABORT): sinaliza que a transação finalizou com erro, tal que quaisquer alterações realizadas pela transação devem ser desfeitas.

31

Estados da Transação



32

Operações Adicionais

- UNDO: Similar ao *roolback* exceto que é aplicada a uma única operação;
- REDO: Certas operações devem ser refeitas para garantir que todas as operações de uma transação *committed* (finalizada com sucesso) tenham sido aplicadas corretamente para o banco de dados.

33

O Log do Sistema

- O *log* (ou jornal) mantém uma trilha de todas as operações da transação que afetam os valores dos itens do BD.
- Informação necessária para permitir a recuperação de falhas de transação.
- Ponto de *commit*: uma transação *T* alcança seu ponto de *commit* quando todas as suas operações que acessam o BD foram executadas com sucesso e seus efeitos foram registrados no *log*; é dita ser uma transação "*committed*"
- *Checkpoints*: registra no *log*, periodicamente, os efeitos das operações de *write* de transações *"committed".*

34

Exercício

Transação 1	**Transação 2**	
read_item(x)		
x:= x - 5		
	read_item(x)	
	temp:= x * 0,1	
	x:= x - temp	
	write_item(x)	
	read_item(y)	Existe problema?
write_item(x)		
read_item(y)		
y:= y + 50		
write_item(y)		
	y:= y + temp	
	write_item(y)	

35

Exercício

- Correlacione os itens da coluna ao lado com os três tipos de falhas a seguir:
  1. Falha de disco
  2. Falha da transação
  3. Falha do sistema

( ) escrita de dados em posições incorretos do disco
( ) divisão por zero
( ) *bugs* no SGBD
( ) leitura de um dado inexistente
( ) *bugs* no SO
( ) quebra física do disco

36

Escalonamento de Transação

- Ordem de execução de operações de várias transações executando concorrentemente de forma intercalada
- Um escalonamento S de *n* transações T_1, T_2,..., T_n é uma ordenação das operações das transações sujeitas à restrição que, para cada transação T_i que participa em S, as operações de T_i em S devem aparecer na mesma ordem em que elas ocorrem em T_i
- Exemplo (página 23):

  S: $r_1(x)$; $r_2(x)$; $w_1(x)$; $r_1(y)$; $w_2(x)$; c_2; $w_1(y)$; c_1;

Escalonamento de Transação

- Duas operações em um escalonamento estão em **conflito** se elas pertencem a diferentes transações, se elas acessam o mesmo item *x* e se uma das duas operações é um write_item(x)
- Um escalonamento S de *n* transações T_1, T_2,..., T_n é um **escalonamento completo** se as seguintes condições são mantidas:
  - As operações em S são exatamente aquelas operações em T_1, T_2,..., T_n, incluindo uma operação *commit* ou *abort* como última operação para cada transação no escalonamento;
  - Para qualquer par de operações da mesma transação T_i, sua ordem em S é a mesma em T_i;
  - Para quaisquer duas operações em conflito, uma delas deve ocorrer antes da outra no escalonamento.

Escalonamento de Transação

- Um escalonamento S é dito ser **recuperável** se nenhuma transação T em S tenha atingido o *ponto de commit* até que todas as transações T' que tenha escrito um item que T lê tenha atingido o *ponto de commit*
- Exemplos:

  não recuperável:

  S: $r_1(x)$; $w_1(x)$; $r_2(x)$; $r_1(y)$; $w_2(x)$; c_2; a_1;

  recuperável:

  S: $r_1(x)$; $w_1(x)$; $r_2(x)$; $r_1(y)$; $w_2(x)$; $w_1(y)$; c_1; c_2;

Serializabilidade de Escalonamentos

- Um escalonamento é dito ser **serial** quando as operações de cada transação são executadas consecutivamente, sem quaisquer operações intercaladas de outra transação; caso contrário, ele é dito ser **não serial**
- Limita concorrência ou intercalação de operações
- Um escalonamento S de *n* transações é **serializável** se ele é equivalente a algum escalonamento serial das mesmas *n* transações

Equivalência de Escalonamento

- Para dois escalonamentos serem equivalentes, as operações aplicadas a cada item de dado afetado pelos escalonamentos deveriam ser aplicadas àquele item em ambos os escalonamentos e na mesma ordem
- Equivalência de Conflito:
  - dois escalonamentos são ditos serem equivalentes de conflito se a ordem de quaisquer duas operações conflitantes é a mesma em ambos os escalonamentos
  - um escalonamento S é serializável de conflito se ele é equivalente (de conflito) para o mesmo escalonamento S'

Equivalência de Escalonamento

- Exemplo de equivalência de conflito

T_1	T_2
r (x);	
x := x - n;	
w (x);	
r (y);	
y := y + n;	
w (y);	
	r (x);
	x := x + m;
	w (x);

T_1	T_2
r (x);	
x := x - n;	
w (x);	
	r (x);
	x := x + m;
	w (x);
r (y);	
y := y + n;	
w (y);	

Equivalência de Escalonamento

- Equivalência de Visão
  - o mesmo conjunto de transações participa em S e S', sendo que S e S' incluem as mesmas operações daquelas transações
  - para qualquer operação r_i (x) de T_i em S, se o valor de x lido pela operação foi escrito por uma operação w_j (x) de T_j (ou se ele é o valor original de x antes do escalonamento ter iniciado), a mesma condição deve permanecer para o valor de x lido pela operação r_i (x) de T_i em S'.
  - Se a operação w_k (y) de T_k é a última operação a escrever o item y em S, então w_k (y) de T_k deve também ser a última operação a escrever o item y em S'.

Ex: S : $r_1(x)$; $w_1(s)$; $w_2(x)$; $w_3(x)$; c_1; c_2; c_3 (Escalonamento Serial)

S': $r_1(x)$; $w_2(x)$; $w_1(s)$; $w_3(x)$; c_1; c_2; c_3 (Equivalência de Visão)

43