



Introdução ao gerenciamento de transações

Aluno: Danusa Ribeiro
drbc@cin.ufpe.br

Professoras:
Ana Carolina Salgado – acs@cin.ufpe.br
Bernadette Farias Lóscio - bfl@cin.ufpe.br

Centro de Informática (Cin)
Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

 Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 



Conteúdo

- Motivação
- Conceito de Transação
- Propriedades das Transações
- Plano de Execução
- Execução Concorrente
- Tipos de Transações
- Revisão da Arquitetura
- Conclusão

 Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 



Motivação

Primitiva Básica: Consulta

O que acontece se duas consultas tentam atualizar o mesmo item de dados ou se ocorre uma falha no sistema durante a execução de uma consulta?

 Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 



Motivação

C1	C2
R(A)	W(A)
X	X
✓	✓
R(A)	W(A)
Efetivação	Efetivação

E se alguns itens já tiverem sido atualizados antes da falha?

 Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 



Motivação

- Não há o conceito de “execução consistente” ou “computação confiável” associada ao conceito de consulta.
- Transação é usada no domínio de Banco de Dados como unidade básica de computação consistente e confiável.

 Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 

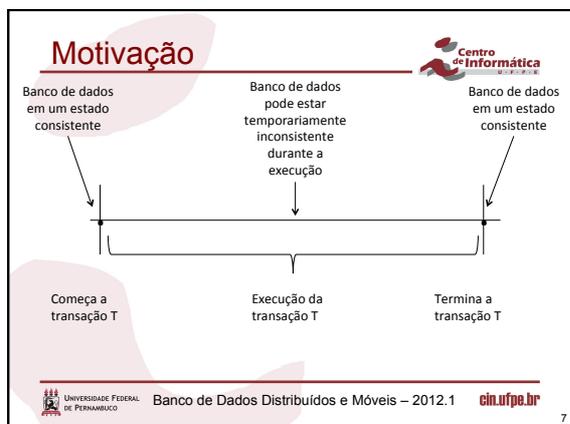


Motivação

Consistência
Banco de Dados x Transação

- Banco de dados: obedece a todas as restrições de consistência (integridade) definidas sobre ele.
- Transação: ações de transações concorrentes.

 Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 



Motivação

- E em Banco de Dados Distribuídos?
- *Equivalência de uma única cópia:* Um banco de dados replicados encontra-se em um estado mutuamente consistente, se todas as cópias de todos os itens de dados que ele contém, apresentam valores idênticos.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br 8

Conceito de Transação

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br 9

Conceito de Transação

“Transação é uma execução de um programa de usuário vista pelo SGBD como uma série de operações de leitura e gravação.”

[Ramakrishnan e Gehrke – Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados – 3ª Edição]

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br 10

Conceito de Transação

O que uma Transação faz?

- Toma posse sobre um banco de dados.
- Executa uma ação sobre ele.
- Gera uma nova versão do Banco de Dados.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br 11

Conceito de Transação

- Uma transação é vista pelo SGBD como uma série ou lista de ações:
 - Leitura
 - Escrita
- Além de ler e escrever, uma transação deve especificar a ação final:
 - Efetivação (*commit*)
 - Cancelamento (*abort*)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br 12

Conceito de Transação



- Formalizando...
 - $O_i(x)$ alguma operação O_i da transação T_i que opera sobre uma entidade do banco de dados x
 - $O_i \in \{\text{leitura, escrita}\}$
 - OS_i o conjunto de todas as operações em T_i - $\{OS_i = U_j O_j\}$
 - N_i é a condição de término de T_i . Onde $N_i \in \{\text{abortar, consolidar}\}$
 - T_i é uma ordenação parcial sobre suas operações e a condição de término: $T_i = \{\Sigma_i, <\}$



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br

13

Conceito de Transação



- Formalizando...
 1. $\Sigma_i, = OS_i \cup \{N_i\}$
 2. Para duas operações quaisquer $O_{ij}, O_{ik} \in OS_i$, se $O_{ij} = \{R(x) \text{ ou } W(x)\}$ e $O_{ik} = W(x)$ para qualquer item de dados x , então $O_{ij} < O_{ik}$ ou $O_{ik} < O_{ij}$
 3. $\forall O_{ij} \in OS_i, O_{ij} < N_i$



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br

14

Conceito de Transação



- Considere a transação T simples:
 - Read (x)
 - Read (y)
 - $x \leftarrow x + y$
 - Write (x)
 - Commit
- A formalização é:
 - $\Sigma = \{R(x), R(y), W(x), C\}$
 - $< = \{(R(x), W(x)), (R(y), W(x)), (W(x), C), (R(y), C)\}$



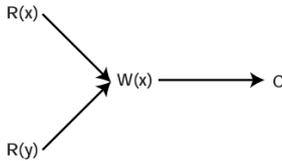
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br

15

Conceito de Transação



Graficamente:





UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br

16

Conceito de Transação



Simplificando...

- Objeto a ser lido: O
- Transação: T
- Leitura: $R_T(O)$
- Escrita: $W_T(O)$
- Efetivação: $Commit_T$
- Cancelamento: $Abort_T$



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br

17



Propriedades das Transações



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br

18

Propriedades das Transações

- Acrônimo ACID
 - Atomicidade
 - Consistência
 - Isolamento
 - Durabilidade

Garantem os aspectos de consistência e confiabilidade das transações.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br

Propriedades das Transações

- Atomicidade
 - Uma transação é tratada como uma unidade de operação, ou seja, todas as operações são realizadas ou nenhuma delas se completa.
 - A atomicidade exige que, se a execução de uma transação for interrompida por qualquer tipo de falha, o SGBD seja responsável pela determinação do que fazer com a transação após a recuperação da falha.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br

Propriedades das Transações

- Atomicidade
 - Tipos de falhas:
 - Cancelada ou terminada sem sucesso pelo SGBD por causa de alguma anomalia durante a execução.
 - Sistema pode falhar (fonte de alimentação interrompida).
 - Transação pode encontrar uma situação inesperada (incapacidade de acessar um dado no disco).

Inconsistência no Banco de Dados

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br

Propriedades das Transações

- Atomicidade
 - Um SGBD garante a atomicidade da transação *desfazendo* as ações das transações incompletas.
 - O SGBD mantém um registro, chamado Log, de todas as gravações feitas no Banco de Dados.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br

Propriedades das Transações

- Consistência
 - É a propriedade de que toda transação enxerga uma instância consistente do banco de dados.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br

Propriedades das Transações

- Isolamento
 - É a propriedade das transações que exige que cada transação veja um banco de dados consistente em todos os momentos.
 - Uma transação em andamento não pode revelar seus resultados a outras transações concorrentes antes de se consolidar.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br

Propriedades das Transações

- Durabilidade
 - Propriedade que assegura que, uma vez que a transação se consolida, seus resultados se tornam permanentes e não podem ser apagados do banco de dados.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br 25

Plano de Execução

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br 26

Plano de Execução

- É uma lista de ações (leitura, escrita, cancelamento ou efetivação) de um conjunto de transações.
- A ordem na qual duas ações de uma transação T aparecem em um plano de execução deve ser a mesma em que elas aparecem em T.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br 27

Plano de Execução

T1	T2
R(A) W(A)	
	R(B) W(B)
R(C) W(C) Commit	Commit

Um plano de execução envolvendo duas transações

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br 28

Plano de Execução

- Plano de Execução Completo
 - Contém um cancelamento ou uma efetivação para cada transação cujas as ações estão listadas nele.
- Plano de Execução Serial
 - Transações são executadas do início ao fim uma por uma.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br 29

Execução Concorrente

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1 cin.ufpe.br 30

Execução Concorrente



- O SGBD intercala as ações de diferentes transações para melhorar o desempenho:
 - Enquanto uma transação está esperando que uma página seja lida do disco, a CPU pode processar outra transação.
 - Reduz o tempo que discos e processadores ficam ociosos.
 - Aumenta o *throughput* do sistema.
 - Execução intercalada entre uma transação curta e longa, permite que a curta termine mais rápido.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1



31

Execução Concorrente



- Cuidado!!!
 - Manutenção da consistência entre transações
 - Se duas transações concorrentes acessam um item de dados que está sendo atualizado por uma delas, não é possível garantir que a segunda lerá o valor correto.

T1	T2	X = 50
R(x)	R(x)	
$x \leftarrow x + 1$	$x \leftarrow x + 1$	
W(x)	W(x)	
Commit	Commit	



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1



32

Execução Concorrente



- Considere as transações

T1: R(x) T1: $x \leftarrow x + 1$ T1: W(x) T1: Commit T2: R(x) T2: $x \leftarrow x + 1$ T2: W(x) T2: Commit	T1: R(x) T1: $x \leftarrow x + 1$ T2: R(x) T1: W(x) T2: $x \leftarrow x + 1$ T2: W(x) T1: Commit T2: Commit
Resultado T1 = 51 T2 = 52	Resultado T1 = 51 T2 = 51



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1



33

Execução Concorrente



- Anomalias em Razão da Execução Concorrente
 - Dados sujos:** T2 lê um objeto de dados gravado anteriormente por T1 que ainda não foi efetivado – (WR).
 - Leitura não repetível ou vaga:** uma transação T2 grava um valor lido, anteriormente, por T1 ainda em andamento – (RW).
 - Sobrescrevendo dados não efetivados:** uma transação T2 pode sobrescrever o valor de um objeto X o qual já foi modificado por T1, enquanto T1 ainda está em andamento – (WW).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1



34



Tipos de Transações



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1



35

Tipos de Transações



- As transações se classificam de acordo com diversos critérios:
 - Duração da Transação
 - On-line ou curtas
 - Em lote ou longas
 - Estrutura
 - Planas
 - Aninhadas



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1



36

Tipos de Transações



- On-line ou Curtas
 - Tempos de execução/resposta muito curtos e pelo acesso a uma porção relativamente pequena do banco de dados.

- Em Lotes ou Longas
 - Tempos de execução/resposta longos e acessam uma grande porção do BD.


Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1


37

Tipos de Transações



- Planas
 - Tem um único ponto de início e um único ponto de fim.

- Aninhadas
 - Permite a inclusão de outras transações com seus próprios pontos de início e fim.


Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1


38

Revisão da Arquitetura




Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1


39

Revisão da Arquitetura






Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1


40

Revisão da Arquitetura



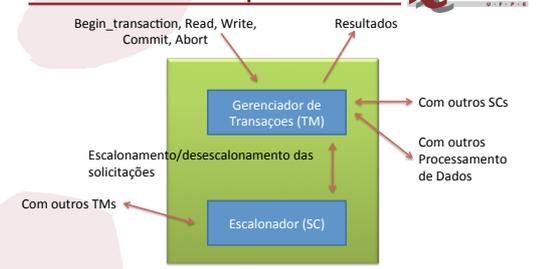



Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1


41

Revisão da Arquitetura






Banco de Dados Distribuídos e Móveis – 2012.1


42

Revisão da Arquitetura



- Gerenciador de Transações (TM):
 - Responsável pela coordenação da execução das operações de bancos de dados em nome de um aplicativo.
- Escalonador (SC):
 - Responsável pela implementação de um algoritmo específico de controle de concorrência para a sincronizar o acesso ao Banco de dados.
- Conjunto de gerenciadores de Recuperação Locais:
 - Responsável por implementar os procedimentos locais pelos quais o Banco de Dados pode ser levado a um estado consistente depois de uma falha.

Revisão da Arquitetura



- O gerenciador de transação fornece cinco comandos:
 - Begin_transaction
 - Read
 - Write
 - Commit
 - Abort

Revisão da Arquitetura



- Begin_transaction
 - Indica para o TM que uma nova transação está começando. O TM registra o nome da transação, o aplicativo de origem entre outras atividades.
- Read
 - Se o item de dados x estiver armazenado no local, seu valor será lido e retornado para a transação. Caso contrário, o TM selecionará uma cópia de x e solicitará que sua cópia seja devolvida.

Revisão da Arquitetura



- Write
 - O TM coordena a atualização do valor de x em cada site em que ele reside.
- Commit
 - O TM coordena a atualização física de todos os Banco de Dados que contém cópias de cada item de dado para o qual foi emitido um comando de gravação.
- Abort
 - O TM se certifica de que nenhum efeito da transação se refletiu no Banco de Dados.

Revisão da Arquitetura



- Com esses serviços, o TM pode se comunicar com os SCs e com os processadores de dados no mesmo site ou em sites diferentes.

Para lembrar...



- O que é uma transação?
- O que são as propriedades ACID?
- Por que um SGBD intercala transações concorrentes?
- Quando duas ações sobre um mesmo objeto entram em conflito?

Conclusão



- Introduzimos o conceito de transação como unidade de acesso consistente e confiável ao Banco de Dados.
- As propriedades das transações indicam que elas são unidades atômicas de execução maiores que transformam um Banco de Dados consistente em outro Banco de Dados consistente.
- Deve-se tomar cuidado ao realizar transações concorrentes por causa das anomalias que podem ser causadas.

Referências



- Principles of Distributed Database Systems – Third Edition - M. Tamer Özsu and Patrick Valduriez, 2011.
- Sistema Gerenciador de Banco de Dados - 3ed, R. Ramakrishnan e J. Gehrke, McGraw-Hill, 2003.

Obrigada!!!

