

Unidade VII

Banco de Dados Distribuídos

Curso Ciência da Computação
Bancos de Dados - PUCMinas
Prof. Manoel **Palhares** Moreira

Bibliografia

ELMASRI, R., NAVATHE, S. B., Sistemas de Bancos de Dados. São Paulo: Ed. Addison Wesley, 2011, Cap. 25.

CERICOLA, Vincent Osvald. Oracle: banco de dados relacional e distribuído, ferramentas para desenvolvimento. São Paulo: Makron Books, 1995.

DATE, C. J. Introdução a sistemas de bancos de dados. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

KORTH, Henry F. Sistema de bancos de dados. 5ª ed. São Paulo: Editora Campus/Elsevier, 2006.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

Vamos pensar nas vantagens e
desvantagens de

Processamento Centralizado
X
Processamento Distribuído

E então, para onde estamos indo?

BANCO DE DADOS DISTRIBUÍDOS

Banco de Dados Distribuídos

Consiste num conjunto de locais (sítios), cada um dos quais mantendo um sistema de banco de dados local.

Cada local está apto a proceder transações locais e globais.

- Transação local : acessam dados em um único local.
- Transação global : acessam dados em diversos locais

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

Banco de Dados Distribuídos

Propriedades **ACID**

ATOMICIDADE - ou todas as operações da transação são refletidas corretamente no Banco de Dados ou nenhuma delas será

CONSISTÊNCIA - a execução de uma transação isolada (sem a execução concorrente de outra transação) preserva a consistência do Banco de Dados

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

Banco de Dados Distribuídos

Propriedades **ACID**

ISOLAMENTO - Embora as transações sejam concorrentes o sistema garante para um par de transação T_i e T_j que T_j tenha a sensação que terminou a transação antes de T_i começar, ou T_j só iniciou depois de T_i terminar

DURABILIDADE - se a transação terminou com sucesso as alterações de dados persistem até mesmo se houver falhas no sistema.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Banco de Dados Distribuídos

“Um sistema de banco de dados distribuído consiste de uma coleção de sítios, conectados através de um sistema de redes de comunicação, no qual cada sítio é um sistema de banco de dados em seu próprio direito, mas os sítios concordaram em cooperar, de tal forma que um usuário em qualquer sítio possa acessar qualquer dado na rede exatamente como se o dado estivesse armazenado no próprio sítio do usuário.”

(DATE, 2004)

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Banco de Dados Distribuídos

Conexão entre os nós determinam diferenças entre configurações envolvendo:

- 1 Custo de instalação: custo para se ligar fisicamente locais ao sistema;
- 2 Custo de comunicação: custo em tempo e dinheiro para enviar uma mensagem do local A para o local B;

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Banco de Dados Distribuídos

Conexão entre os nós determinam diferenças entre configurações envolvendo:

- 3 Confiabilidade: frequência com a qual uma ligação ou local apresenta falhas;
- 4 Disponibilidade: o grau com que um dado pode ser acessado, ainda que algumas ligações apresentem falhas.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Banco de Dados Distribuídos

Rede arrastamento longo: Grandes distâncias. Ex.: cidades do Brasil. Linhas telefônicas, microondas, satélites.

Rede área local: Um único prédio ou prédios vizinhos. Pares torcidos, banda base coaxial e fibras óticas.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Banco de Dados Distribuídos

Funções Adicionais de Bancos de Dados Distribuídos

- Rastreamento de dados
- Gerenciamento de transações distribuídas
- Gerenciamento de dados replicados
- Recuperação de bancos de dados distribuído
- Gerenciamento de catálogo distribuído

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Prós e contras da distribuição de dados

Vantagens:

- Autonomia local
- Partilhamento de dados
 - cada nó é capaz de reter um grau de controle sobre os dados partilhados

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Prós e contras da distribuição de dados

Vantagens

- Confiabilidade e Disponibilidade
 - Se um local apresenta falhas os demais podem estar aptos a continuar operando
 - Dados replicados em diversos locais;
 - A falha em um local pode ser detectada pelo sistema.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Prós e contras da distribuição de dados

Vantagens

- Aceleração do processo de consulta
 - Se uma consulta envolve dados de diversos locais poderemos subdividi-la em subconsultas que podem ser executadas em paralelo;
 - Replicação.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Prós e contras da distribuição de dados

Vantagens:

Crescimento incremental

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Prós e contras da distribuição de dados

Desvantagens

A principal é o acréscimo de complexidade exigida para assegurar coordenação própria entre os locais.

- Aumento da sobrecarga de processamento;
- Maior chance para erros;
- Custo de desenvolvimento de software.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Projeto de banco de dados distribuídos

Formas de Distribuição

Replicação: O sistema mantém diversas réplicas (cópias) das tabelas, cada uma delas armazenada em local diferente.

Replicação Plena: Todos os locais armazenam uma cópia de cada tabela.

Duplicar é diferente de Replicar?

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Projeto de banco de dados distribuídos

Vantagens da Replicação

- Disponibilidade;
 - Paralelismo aumentado - minimiza movimentação entre locais.

Desvantagem da Replicação

- Overhead na atualização

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Projeto de banco de dados distribuídos

Fragmentação

- Fragmentação horizontal: A tabela é subdividida em um conjunto de tabelas. Cada uma delas com parte das tuplas da tabela originária.
- Fragmentação vertical: As colunas de uma tabela estão divididas em N tabelas. ID - tupla.
- Fragmentação mista: Fragmentação horizontal + Fragmentação vertical.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Projeto de banco de dados distribuídos

Observe que na **Fragmentação Horizontal** todos os sítios possuem todos os atributos da tabela e na **Fragmentação Vertical** todos os sítios possuem todas as linhas da tabela.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Projeto de banco de dados distribuídos

Vantagens da fragmentação

- maior disponibilidade, controle e acesso mais rápido

Desvantagens da fragmentação

- sobrecarga do sistema no gerenciamento de id-tuplas e junção de tabelas

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Projeto de banco de dados distribuídos

Na prática a replicação e a fragmentação poderão ocorrer sucessivamente à mesma tabela

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Transparência e Autonomia

Transparência de Rede a maneira como um sistema de BDD pode encobrir os detalhes de distribuição de dados na rede.

Autonomia Local é o grau de independência que um nó possui em relação ao restante do sistema distribuído

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Transparência e Autonomia

- Nomeação de itens de dados
- Duplicação de itens de dados
- Fragmentação de itens de dados
- Localização de fragmentos e réplicas

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Servidor de nomes

- Servidor de nomes
 - Problemas no servidor pode parar algum local;
 - Pode se tornar um gargalo;
 - Aumenta a autonomia local.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Transparência de replicação e fragmentação

- Transparência de replicação e fragmentação
 - O sistema deve ser capaz de reconhecer onde está o dado no caso das fragmentações e assegurar consistência e integridade nas atualizações de réplicas.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Transparência de alocação

- Transparência de alocação
 - A identificação do local será transparente.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Tipos de sistemas de bancos de dados distribuído

- Bancos de dados distribuído – vários sistemas que diferem um do outro em muitos aspectos tendo como característica comum o fato dos dados e do software serem distribuídos
- Fatores para reconhecimento do tipo de bancos de dados distribuído ou não:
 - Grau de homogeneidade do software (se todos os nós usam o mesmo sgbd) : homogêneo ou heterogêneo
 - Grau de autonomia local (se puder funcionar *stand alone* ou não)

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Tipos de sistemas de bancos de dados distribuído

- Em um extremo da autonomia temos um sgbdd que se parece com um sgbd centralizado: um único esquema e todos acessam este esquema por meio de um nó que é parte do sgbd. Isto significa que não existe autonomia local.
- No outro extremo, pode-se encontrar um tipo de sgbdd do tipo **federado** ou do tipo **multibases** de dados. Nestes tipos, cada servidor é um sgbd centralizado, autônomo e independente que tem sua vida própria (esquemas, usuários, dba, etc.) e consequentemente possui um alto grau de autonomia.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Tipos de sistemas de bancos de dados distribuído

- O termo **federado** é utilizado quando existir alguma visão ou esquema global da 'federação de bancos de dados' que é compartilhado pelas aplicações
- Um sistema **multibases** não possui um esquema global e cada aplicação utiliza seu próprio esquema de dados

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Estrutura de um BDD

Todo nó possui um **Gerenciador de Transações** (tal qual no centralizado), sendo que os vários GT cooperam entre si para a execução das transações.

É responsável:

- manutenção do log, já que gerencia a recuperação
- participação em controles de concorrência

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Estrutura de um BDD

Gerenciador de Transações - gerencia a execução de transações que fazem acesso a dados armazenados em um só local, independente da transação ser local ou global

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Estrutura de um BDD

Coordenador de Transações (CT): coordena a execução de várias transações (locais e globais) iniciadas naquele nó

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

Estrutura de um BDD

O **Coordenador de Transações** é responsável por:

- ❑ iniciar a execução de uma transação
- ❑ distribuir a transação nos nós apropriados
- ❑ coordenar a conclusão da transação, com *commit* ou *abort*

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº, Palhares

PROTOCOLOS de Efetivação

Conceito de ROBUSTEZ

Um SGBD robusto é aquele capaz de detectar falhas, reconfigurar o sistema para continuar o funcionamento e ser capaz de recuperar a situação original durante o retorno de uma ligação ou de um processador

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

Protocolo TWO-PHASE COMMIT (2PC)

Para toda transação **T_n** iniciada em um site S_n, após todos os sites da rede indicarem seu término, o Coordenador de Transação (**CT**) enviará uma mensagem: **prepare T**. Se a resposta for positiva por parte de todos os sites **<ready>**, o CT envia mensagem de **<COMMIT>**, caso contrário de **<ABORT>**

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

Protocolo TWO-PHASE COMMIT

Quando existe falha em um nó durante o COMMIT, ao retornar da falha, o SGBD examina seu *log* verificando as transações que estavam em execução quando a falha ocorreu. Se no *log* encontra-se a mensagem de *commit* ou *abort*, que são executadas imediatamente.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

Gerenciando falhas no TWO-PHASE COMMIT

Falha em um site

- se for antes de responder que está pronto, ele considera que a mensagem do site foi *abort*

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

Gerenciando falhas no TWO-PHASE COMMIT

Falha em um site

- se for depois de responder que está pronto, o protocolo funciona normalmente, pois ao voltar ele executa o *log* para saber o que houve enquanto esteve fora
 - se for **<commit>** executa **redo**
 - se for **<abort>** ele executa **undo**

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

Gerenciando falhas no TWO-PHASE COMMIT

Falha no coordenador

- os sites precisam decidir o destino da Transação
- os sites ativos executam a mensagem que está em seu log (commit ou abort)
- ao voltar o coordenador busca a mensagem de **<ready>** nos sites, quando não encontra ele comanda o **<abort>**

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

Gerenciando falhas no Protocolo TWO-PHASE COMMIT

Falha no coordenador:

- os sites ativos precisam ter um registro <ready> mas nenhum <abort> ou <commit>. Com isso ficam aguardando o coordenador para o destino da transação.

Esta situação é indesejável:

- transações forçadas a esperar
- dados inacessíveis

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

Protocolo THREE-PHASE COMMIT

□ para toda transação T_n iniciada em um site S_n , após todos os sites da rede indicarem seu término, o Coordenador de Transação (CT) enviará uma mensagem: **prepare T**.

□ Se o CT recebe uma mensagem de **abort**, ou se não recebe resposta em um intervalo de tempo determinado, ele decide '**abortar**' T

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

THREE-PHASE COMMIT

□ Se o CT recebe uma mensagem de **OK**, ele envia uma mensagem de pré-commit a todos os nós.

□ Depois que CT recebe a mensagem de conhecimento dos nós em relação ao pré-commit, ele envia a mensagem de commit, caso contrário, envia a de abort

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

Gerenciando falhas

Protocolo THREE-PHASE COMMIT

Se existir falhas em um nó participante, ao retornar irá ver em sua log a mensagem de commit ou abort

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

THREE-PHASE COMMIT

□ se o nó contém uma mensagem de prepare, e nenhuma de pré-commit ou abort, ele consulta o CT para saber o que aconteceu

□ Se o coordenador responde que a transação foi efetivada, o site executa **redo**. Caso contrário executa procedimentos de falha do coordenador

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

THREE-PHASE COMMIT

- ❑ Se um nó contém uma mensagem de pré-commit, mas nenhuma de abort ou commit, consulta CT
- ❑ O site consulta o coordenador . Se receber a mensagem que T foi efetivada ou abortada, executa redo ou undo. Se receber que está em pré-efetivação, o site retorna ao protocolo neste ponto.

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

THREE-PHASE COMMIT

- ❑ Em caso de falha do coordenador ele executa o protocolo de falha do coordenador:
- ❑ Escolhem novo coordenador
- ❑ Este solicita o status de cada site
- ❑ Retoma a transação de acordo com cada site

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares

Fim da Unidade VI

Tecnologia de Bancos de Dados - Profº. Palhares