

Vinícius Fontes Vieira da Silva

**QEEF-G: Execução Paralela Adaptativa de Consultas
Iterativas**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientador: Rubens Nascimento Melo

Rio de Janeiro
Setembro de 2006

Vinícius Fontes Vieira da Silva

**QEEF-G: Execução Paralela Adaptativa de Consultas
Iterativas**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Rubens Nascimento Melo
Orientador, PUC-Rio

Prof. Luiz Fernando Bessa Seibel
PUC-Rio

Prof. Bruno Richard Schulze
Laboratório Nacional de Computação Científica - LNCC

Prof. Gilson Antonio Giraldi
Laboratório Nacional de Computação Científica - LNCC

José Eugenio Leal
Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 21 de setembro de 2006

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Vinícius Fontes Vieira da Silva

Bacharel em Informática pela PUC-Rio graduado em 2003.

Ficha Catalográfica

Silva, Vinícius Fontes Vieira da

QEEF-G: execução paralela adaptativa de consultas iterativas / Vinícius Fontes Vieira da Silva ; orientador: Rubens Nascimento Melo. – 2006.
92 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Informática)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

Inclui bibliografia

1. Informática – Teses. 2. Banco de dados. 3. Paralelismo. 4. Adaptatividade. 5. Processamento de consulta distribuído. I. Melo, Rubens Nascimento. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Para toda minha família, em especial minha
mãe, que sempre me deu forças para
continuar.

Agradecimentos

A Deus pelas realizações obtidas e por me dar forças para superar os momentos difíceis;

Ao meu orientador Prof. Rubens Melo pelo apoio e pelas valiosas contribuições no fechamento deste trabalho;

Ao meu co-orientador Prof. Fabio Porto pelo incentivo constante e, acima de tudo, por ter se mostrado um grande amigo;

Aos professores do DI pelo conhecimento recebido;

Aos meus amigos do LNCC, em especial, Márcio, Algemiro e Rodrigo;

Aos amigos do DI, em especial, Pedro, Ana Luiza, Daniele, Rodrigo Borges, Rodrigo Laiola, e Dárlinton pelos vários momentos de descontração;

Aos amigos Rogério e Suelem pelos momentos de desabafo.

Aos meus familiares, pelo incentivo constante.

Resumo

Silva, Vinícius Fontes Vieira da Silva; Melo, Rubens Nascimento. **QEEF-G: Execução Paralela Adaptativa de Consultas Iterativas**. Rio de Janeiro, 2006. 92p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O processamento de consulta paralelo tradicional utiliza-se de nós computacionais para reduzir o tempo de processamento de consultas. Com o surgimento das grades computacionais, milhares de nós podem ser utilizados, desafiando as atuais técnicas de processamento de consulta a oferecerem um suporte massivo ao paralelismo em um ambiente onde as condições variam todo a instante. Em adição, as aplicações científicas executadas neste ambiente oferecem novas características de processamento de dados que devem ser integradas em um sistema desenvolvido para este ambiente. Neste trabalho apresentamos o sistema de processamento de consulta paralelo do CoDIMS-G, e seu novo operador Orbit que foi desenvolvido para suportar a avaliação de consultas iterativas. Neste modelo de execução as tuplas são constantemente avaliadas por um fragmento paralelo do plano de execução. O trabalho inclui o desenvolvimento do sistema de processamento de consulta e um novo algoritmo de escalonamento que, considera as variações de rede e o throughput de cada nó, permitindo ao sistema se adaptar constantemente as variações no ambiente.

Palavras-chave

Banco de Dados; Paralelismo; Adaptatividade; Processamento de Consulta Distribuído.

Abstract

Silva, Vinícius Fontes Vieira; Melo, Rubens Nascimento. **QEEF-G: Adaptive Parallel Execution of Iterative Queries**. PUC-RIO, 2006. 92p. MSc. Dissertation - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Traditional parallel query processing uses multiple computing nodes to reduce query response time. Within a Grid computing context, the availability of thousands of nodes challenge current parallel query processing techniques to support massive parallelism in a constantly varying environment conditions. In addition, scientific applications running on Grids offer new data processing characteristics that shall be integrated in such a framework. In this work we present the CoDIMS-G parallel query processing system with a full-fledged new query execution operator named Orbit. Orbit is designed for evaluating massive iterative based data processing. Tuples in Orbit iterate over a parallelized fragment of the query execution plan. This work includes the development of the query processing system and a new scheduling algorithm that considers variation on network and the throughput of each node. Such algorithm permits the system to adapt constantly to the changes in the environment.

Keywords

Database; Parallelism; Adaptivity; Distributed Query Processing.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
1.1. GRADES COMPUTACIONAIS.....	13
1.2. O PROBLEMA.....	14
1.3. SOLUÇÃO	16
1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	16
2 CONCEITOS	18
2.1. BANCO DE DADOS PARALELOS	18
2.1.1. Métricas para Sistemas Paralelos.....	19
2.1.2. Arquiteturas de Hardware para Sistemas Paralelos.....	20
2.1.3. Técnicas de SGBDPs	21
2.1.4. Problemas Relacionados ao Ambiente Paralelo	26
2.2. PROCESSAMENTO DE CONSULTA ADAPTATIVO.....	27
2.3. GRADES COMPUTACIONAIS.....	28
2.3.1. Banco de Dados e Grades Computacionais	29
2.3.2. OGSA-DAI e OGSA-DQP.....	31
2.3.3. CoDIMS-G.....	32
2.4. SÍNTESE DO CAPÍTULO	34
3 TRABALHOS RELACIONADOS	35
3.1. BANCO DE DADOS PARALELOS	35
3.1.1. Otimização de Consultas Paralelas.....	36
3.2. CONSULTAS ADAPTATIVAS.....	39
3.3. SÍNTESE DO CAPÍTULO	44
4 ARQUITETURA	45
4.1. QEEF-G	46
4.2. ARQUITETURA DE EXECUÇÃO	48
4.2.1. Módulo Iterativo.....	49
4.2.2. Módulo de Comunicação	51
4.2.3. Módulo Paralelo Distribuído.....	52
4.3. COMBINANDO OS MÓDULOS DE EXECUÇÃO.....	53
4.4. SÍNTESE DO CAPÍTULO	55
5 ADAPTATIVIDADE.....	57
5.1. INTRODUÇÃO	57

5.2. MODELO DE CUSTO	58
5.3. ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO	62
5.3.1. <i>Monitoramento</i>	64
5.3.2. <i>Análise</i>	66
5.3.3. <i>Resposta</i>	67
5.4. SÍNTESE DO CAPÍTULO	70
6 RESULTADOS	72
6.1. TRAÇADO DE PARTÍCULAS.....	72
6.1.1. <i>Esquema de Banco de Dados</i>	73
6.1.2. <i>Suporte ao CTP</i>	74
6.2. RESULTADOS OBTIDOS.....	76
6.3. <i>SPEEDUP</i>	76
6.3.1. <i>Uma Primeira Comparação</i>	77
6.3.2. <i>Adaptação à Variações de Desempenho</i>	78
6.3.3. <i>Adaptação à Variações no Volume de Dados</i>	81
6.3.4. <i>Síntese do Capítulo</i>	84
7 CONCLUSÃO	85
7.1. TRABALHOS FUTUROS.....	86
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

Lista de Figuras

FIGURA 1. CÁLCULO DA TRAJETÓRIA DE PARTÍCULAS EM UM FLUXO SANGUÍNEO.....	15
FIGURA 2. FORMATO DE ÁRVORE DE OTIMIZAÇÃO.....	25
FIGURA 3. ARQUITETURA DO CODIMS-G.....	33
FIGURA 4. EIXOS DA ADAPTATIVIDADE	39
FIGURA 5. FRAMEWORK QEEF	46
FIGURA 6. MÓDULO DE EXECUÇÃO ITERATIVO	49
FIGURA 7. OPERADORES DE COMUNICAÇÃO	51
FIGURA 8. MÓDULO DE EXECUÇÃO PARALELO DISTRIBUÍDO	53
FIGURA 9. ARQUITETURA DE EXECUÇÃO.....	54
FIGURA 10. PONTOS DE ADAPTAÇÃO	63
FIGURA 11. CÁLCULO DO <i>THROUGHPUT</i> EM UM NÓ DE EXECUÇÃO	65
FIGURA 12. ALGORITMO G2N	69
FIGURA 13. CONSULTA SQL PARA O CTP.....	74
FIGURA 14. ESCALABILIDADE DA EXECUÇÃO	77
FIGURA 15. ALTERAÇÕES DE DESEMPENHO X NÍVEL DE ADAPTATIVIDADE.....	78
FIGURA 16. DESEMPENHO DO SISTEMA EM CENÁRIO COM AUMENTO DA TAXA DE PROCESSAMENTO..	79
FIGURA 17. DESEMPENHO DO SISTEMA EM CENÁRIO COM AUMENTO E QUEDA DAS TAXAS DE PROCESSAMENTO	80
FIGURA 18. TUPLAS DISPONÍVEIS NO SISTEMA EM CENÁRIO COM REDUÇÃO ACENTUADA DO VOLUME DE DADOS NO INÍCIO DA EXECUÇÃO.....	82
FIGURA 19. DESEMPENHO DO SISTEMA EM CENÁRIO COM REDUÇÃO ACENTUADA DO VOLUME DE DADOS NO INÍCIO DA EXECUÇÃO.....	82
FIGURA 20. TUPLAS DISPONÍVEIS NO SISTEMA EM CENÁRIO COM REDUÇÃO ACENTUADA DO VOLUME DE DADOS NO FINAL DA EXECUÇÃO.	83
FIGURA 21. DESEMPENHO DO SISTEMA EM CENÁRIO COM REDUÇÃO ACENTUADA DO VOLUME DE DADOS NO FINAL DA EXECUÇÃO.....	83

Lista de Tabelas

TABELA 1. SUMÁRIO DOS TRABALHOS PARALELOS.....	39
TABELA 2. CARACTERÍSTICAS DOS TRABALHOS ADAPTATIVOS	44
TABELA 3. INTERFACE OPERADOR.....	47
TABELA 4. PARÂMETROS DE CUSTO	59