

Consulta a bases XML distribuídas em P2P

Carla Amaral de S. Rodrigues¹, Júlia Ferreira de Almeida¹,
Vanessa Braganholo², Marta Mattoso¹

¹PESC – COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

²DCC– IM/Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

{juliaferreira,carlarod,marta}@cos.ufrj.br, braganholo@dcc.ufrj.br

Abstract. *The large volume of XML data available on the Web and organizations brings attention to the problem of distributed query processing. This work presents an approach to XML distributed query processing over P2P networks. The main goal is to decrease the limitations of structured distributed environments, in order to minimize query processing and communication costs, while keeping the P2P flexibility.*

Resumo. *O grande volume de dados XML disponível na Web e nas organizações faz com que o problema de processamento de consultas distribuídas venha recebendo bastante atenção. Neste trabalho apresentamos uma abordagem para o processamento de consultas XML distribuídas sobre redes P2P. O principal objetivo é mitigar as limitações de ambientes distribuídos estruturados, a fim de minimizar os custos com processamento das consultas e comunicação e ao mesmo tempo manter a flexibilidade de P2P.*

1. Introdução

O surgimento de sistemas de bancos de dados XML (SGBDX) nativos [4], proporcionou maior escalabilidade, portabilidade e integração entre os dados e suas descrições semânticas. O aumento considerável de informações implicou a busca por técnicas que propiciassem mais desempenho em consultas aplicadas sobre uma base de dados XML extensa, como o processamento de consultas distribuídas [5, 6].

Trabalhos relacionados consideram o processamento da consulta todo realizado no SGBDX. Entretanto, muitas vezes os dados estão fragmentados sob o mesmo esquema, mas sendo gerenciados por SGBDX locais, mas não integrados. Figueiredo e outros [2,3] aplicaram técnicas de fragmentação propostas em [1] a documentos XML, desenvolvendo a arquitetura de um mediador responsável por receber a consulta do usuário, efetuar a decomposição desta, enviar as sub-consultas aos SGBDs distribuídos para o processamento local sobre fragmentos e realizar a composição dos resultados. Esta arquitetura visa o paralelismo ao explorar o processamento local na varredura dos dados durante a execução distribuída da consulta. As principais desvantagens observadas referem-se ao ponto único de falha e à sobrecarga sobre o mediador, que possui as funções de controle do processamento distribuído da consulta.

Considerando a abordagem de mediação como a mais adequada para ambientes naturalmente distribuídos, propomos a aplicação do mediador em um ambiente *Peer-to-Peer* (P2P), visando a minimizar os custos existentes no modelo centralizado devido à atribuição das responsabilidades a um único componente de controle e ao mesmo tempo manter a flexibilidade de P2P.

A flexibilidade do ambiente P2P favorece o trabalho colaborativo, os projetos de pesquisa e as interações comerciais. Formulários eletrônicos referentes a procedimentos médicos e compartilhados entre os especialistas, informações de preço e venda de produtos agrícolas por produtor, e dados de serviços disponíveis na região são exemplos característicos de áreas que seriam beneficiadas pela aplicação de consultas XML distribuídas sobre redes P2P. Vantagens quanto ao processamento distribuído de consultas em ambientes P2P já foram apontadas, utilizando técnicas inovadoras de identificação de similaridade semântica entre os nós, resultante do mapeamento entre os esquemas [11]. Porém, em [11], os autores não chegam a propor etapas para o processamento de consultas. Em nossa proposta, adotamos fontes de dados XML homogêneas e distribuídas, e contribuímos com a proposta de componentes para o processamento de consultas XML em ambientes P2P.

Na Seção 2, apresentamos a proposta de mediadores de Figueiredo [2,3]. A especificação de nossa proposta é descrita na Seção 3. Por último, apresentamos as conclusões e as questões em aberto para análise futura.

2. Execução de consultas XML distribuídas

O processo de distribuição e execução de consultas proposto em [2,3] possui como contribuição principal a decomposição da consulta, a localização dos fragmentos, a posterior execução das sub-consultas sobre os fragmentos locais e a composição do resultado final. Os fragmentos são definidos conforme [1]. Tal proposta utiliza operações da álgebra TLC [10] para definição dos fragmentos, que segue uma abordagem orientada a conjuntos de dados, semelhante à álgebra relacional [9]. Uma das vantagens do projeto de distribuição proposto em [1] é a verificação da correção formal da fragmentação (i.e. completude, disjunção e reconstrução). Diante disso, a abordagem [2,3] aproveita a álgebra TLC [10] na decomposição da consulta e composição do resultado.

Os principais componentes da arquitetura de [2] são o catálogo, os adaptadores e o mediador. O primeiro armazena as descrições das visões locais, permitindo a localização dos fragmentos envolvidos. Já os adaptadores são responsáveis pela atualização do catálogo e pela execução das consultas sobre os SGBDs aos quais estão conectados. Por último, o mediador é responsável pelo recebimento da consulta global em linguagem XQuery, pela decomposição e redução desta, enviando as sub-consultas geradas aos adaptadores. Estes executam as sub-consultas por meio do SGBDX local, retornando os dados ao mediador que une os resultados, enviando-os ao usuário.

Altos custos com comunicação foram observados, devido à utilização de serviços web para a comunicação entre mediador e adaptadores, e ao fato de que o mediador é um ponto único de acesso, assumindo diversas responsabilidades. Assim, este trabalho propõe a implantação deste em um ambiente P2P, visando à diminuição da sobrecarga.

3. Proposta da arquitetura do mediador em um ambiente P2P

Uma rede P2P pode ser classificada quanto ao grau de centralização ou a forma de estruturação [8]. O grau engloba as redes centralizadas, descentralizadas e híbridas. Enquanto a forma abrange as arquiteturas estruturadas e não-estruturadas.

As redes descentralizadas, segundo o modelo estruturado, apresentam maiores vantagens quanto à confiabilidade, ao balanceamento de carga e à eficiência no processo

de localização dos dados. A seguir, propomos a implantação da arquitetura do mediador em um ambiente P2P descentralizado estruturado.

Em nossa proposta os participantes se comunicam via conexões TCP/IP. Inicialmente, estipulamos que os fragmentos já se encontram armazenados em nós ativos da rede. O modelo DHT (*Distributed Hash Table*) foi escolhido para a obtenção dos identificadores dos fragmentos e dos endereços IP, através da aplicação de funções hash. Nesta estrutura, os nós da rede caracterizam as posições da hash e as chaves dos fragmentos são associadas aos nós cujo identificador é igual ou maior àquela chave.

Cada participante deve conter uma tabela com a indicação dos fragmentos (chaves) armazenados por si mesmo. Uma segunda tabela contendo apontadores para um conjunto de vizinhos é necessária. Supondo que um *peer* seja identificado pelo valor k , sua tabela de apontadores conterá referências para os vizinhos identificados pelos valores $k+2^0$, $k+2^1$, ..., $k+2^{\log N}$, onde N é o número de nós ativos na rede, semelhante às redes Chord.

Volatilidade no cenário proposto. Considere que um dentre os nós da rede possui o fragmento com dados dos artigos publicados entre 2000 e 2009. Suponha duas consultas: a primeira requer o título dos artigos publicados em 2007, enquanto a segunda busca pelos 10 autores que mais publicaram artigos após 2005. Ambas as consultas possuem os resultados localizados no mesmo fragmento, assim, seguirão a mesma rota até o destino.

Para maximizar a eficiência, adotamos mecanismos de replicação baseados em primitivas de comunicação em grupo, conforme em [12], cujos nós são particionados em dois grupos: leitura e atualização. O nó receptor da requisição e pertencente ao segundo grupo é responsável por enviar mensagens *multicast*, de maneira a efetuar o processo de replicação dos fragmentos nos endereços percorridos durante a requisição. Logo, consultas ao mesmo fragmento percorrerão caminhos mais curtos. Assim, esperamos melhorar desempenho e confiabilidade, pois a adição de réplicas diminui a volatilidade da rede.

Controle de concorrência. O processamento de consultas no ambiente distribuído exige um mecanismo de controle de concorrência. Para isso, adotamos o mecanismo DTX [7], baseado na adaptação do protocolo XDGL que contempla as propriedades de isolamento e consistência, através do escalonamento das transações e da concessão de bloqueios de caminho, impedindo o acesso aos níveis da árvore XML durante a transação. Além disso, o mecanismo também provê a detecção e tratamento de *deadlocks*. No cenário proposto, cada nó deve possuir uma instância do DTX, que contém o *Listener*, responsável por receber a requisição, o *Transaction Manager*, escalonador e controlador da concessão de bloqueios e, o *Data Manager* que efetua a comunicação com o banco de dados XML.

Balanceamento de carga. As principais preocupações no presente trabalho se referem à sobrecarga sobre o mediador e aos custos com comunicação, que devem ser minimizados no ambiente P2P. Porém, uma das desvantagens encontradas no cenário proposto diz respeito ao processo de replicação, já que este se baseia no envio de mensagens *multicast*. Assim, nós pertencentes a diversas rotas seriam prejudicados, já que várias réplicas seriam armazenadas nestes, resultando em desequilíbrio de carga.

No momento, não encontramos soluções para este problema, sendo necessária uma análise apurada, dispondo de um considerável número de fragmentos distribuídos entre os *peers*, de modo que experimentos possam ser realizados para medição deste aspecto.

4. Conclusões

Neste trabalho, apresentamos uma nova abordagem para processamento de consultas XML distribuídas a fim de minimizar os problemas relacionados ao ponto único de acesso e aos altos custos com comunicação entre o mediador e os SGBDs encontrados em [2,3], característicos do ambiente centralizado.

Para isso, analisamos arquiteturas P2P, a fim de combiná-las, objetivando melhorias no desempenho, se comparado à arquitetura de mediadores em cenários controlados de distribuição. No cenário P2P, a estrutura escolhida e as técnicas adotadas visam à flexibilidade, à minimização do tempo de resposta, à redução da volatilidade da rede e ao balanceamento de carga.

Este último permanece em aberto, sujeito a futura análise, dado a possibilidade de desequilíbrio na rede, já que o mecanismo de replicação proposto sobrecarregaria os nós que participam frequentemente do processo de roteamento. O projeto encontra-se em fase de levantamento de requisitos. O próximo passo é implementar a estrutura DHT, os mecanismos de controle de concorrência e de replicação para a realização dos experimentos, a fim de comparar a nova solução com os resultados obtidos em [2,3].

Referências

- [1] Andrade, A., Ruberg, G., Baião, F., Braganholo, V.P., Mattoso M. (2006) “Efficiently processing XML queries over fragmented repositories with PartiX”, *In: EDBT Workshops, DATAX, LNCS, Springer v.4254*, p.150-163.
- [2] Figueiredo, G., Braganholo, V., Mattoso, M. (2007) “Um Mediador para o Processamento de Consultas sobre Bases XML Distribuídas”. *In: Sessão de Demos, SBBD*, p.21-26. João Pessoa.
- [3] Figueiredo, G. (2007) “Processamento de Consultas sobre Bases XML Distribuídas”. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- [4] Jagadish, H. V., Al-Khalifa, S., Chapman, A., et al. (2002) "TIMBER: A native XML database", *VLDB Journal*, v. 11, 4, p. 274-291.
- [5] Kossman, D. (2000) "The State of the Art in Distributed Query Processing", *In: ACM Computing Surveys*, v. 32, p. 422-469.
- [6] Manolescu, I., Florescu, D., Kossmann D. (2001) “Answering XML Queries Over Heterogeneous Data Sources”, *In: VLDB*, p.241-250. Rome, Italy.
- [7] Moreira, L. O., Sousa, F. R. C., Machado, J. C. (2008) “Um Controle de Concorrência para Dados XML”. *In: SBBD*, p.195-209. Campinas, SP, Brasil.
- [8] Oram, A. (2001) "Peer-to-peer: Harnessing the Disruptive Potential of Collaborative Networking", 1st ed., Beijing, Sebastopol, CA: O'Reilly.
- [9] Özsu, M. T., Valduriez, P. (1999) "Principles of Distributed Database Systems". 2 ed., Prentice Hall
- [10] Papatrakis, S., Lakshmanan, L. V. S., Wu, Y., Jagadish, H.V.(2004) “Tree Logical Classes for Efficient Evaluation of XQuery”, *In: SIGMOD*, p.71-82, Paris, France.
- [11] Pires, C. E. S. (2009) “Ontology-based Clustering in a Peer Data Management System”, Tese de D.Sc., PPGCC, CIN, UFPE, Recife, PE, Brasil.
- [12] Sousa, F. R. C., Carneiro Filho, H. J. A., Andrade R. M. C., Machado, J. C. (2007) “Replix: Um Mecanismo para a Replicação de Banco de Dados XML.”. *In: SBBD*, p.53-67. João Pessoa, PB, Brasil.