

Representantes Eletrônicos: Integrando Caches WWW e Lojas Virtuais

G. Gama E. Kraemer W. Meira Jr. V. Almeida

e-SPEED - Departamento de Ciência da Computação

Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte MG 31270-010

{gmcgama,kraemer,meira,virgilio}@dcc.ufmg.br

Resumo

Com o intuito de manter a qualidade de serviço demandada pelo crescente número de clientes de lojas virtuais, os serviços de comércio eletrônico devem ser escaláveis. Este artigo introduz o conceito e um modelo de implementação de "representante comercial eletrônico" como um meio de escalar o desempenho de servidores de comércio eletrônico. Os *representantes eletrônicos* são programas que executam em um servidor cache WWW ou em máquinas próximas aos clientes, atuando como intermediários de transações. O modelo de implementação proposto utiliza uma arquitetura de três componentes que será replicada parcialmente no servidor cache. Os resultados obtidos a partir de um protótipo são promissores, reduzindo a latência dos clientes em até 45% e a utilização dos canais de comunicação em 80%.

Abstract

In order to meet the quality of service demanded by a growing number of online customers, e-commerce services need to be of scalable. This paper introduces the concept of e-commerce representatives, as a means of scaling the performance of e-commerce services. E-representatives are programs that execute on a cache server or at nearby machines, acting as transaction intermediators. The implementation model proposed uses a three component architecture, which will be partially replicated in the cache server. The results obtained by a prototype are promising, since e-representatives reduced clients latency by up to 45% and communication traffic by 80%.

1. Introdução

O crescimento do comércio eletrônico resultou em uma alta demanda nos *sites* que provêm tais serviços. Em consequência, os servidores freqüentemente ficam sobrecarregados, os canais de comunicação saturados, a qualidade dos serviços oferecidos cai consideravelmente, e o tempo de latência de resposta dos clientes aumenta.

É sabido que a maior parte da carga dos servidores de comércio eletrônico vêm de clientes que visitam a loja e não adquirem nenhum bem. Em consequência, tarefas não-críticas como pesquisar, navegar e prover informações detalhadas sobre os produtos são tão importantes quanto efetuação de pedidos e pagamento, uma vez que elas ajudam a estabelecer hábitos e preferências dos clientes.

Uma estratégia comum e bem sucedida para melhoria de serviços WWW é a utilização de servidores cache [4]. Esta estratégia funciona a partir da replicação dos objetos que são requisitados mais freqüentemente em máquinas próximas aos clientes. Servidores cache são comprovadamente uma tecnologia eficiente quando usada para armazenar documentos estáticos, porém, para objetos dinâmicos como os manipulados em *sites* de comércio eletrônico, ainda há uma grande discussão acerca de sua real eficácia [2, 3].

cache seja eficiente. Consideramos que os dados dos produtos podem ser estruturados em dois níveis: listas de produtos e informações sobre produtos.

Assumindo que todo produto tem um identificador único utilizado para localizá-lo, uma lista de produtos nada mais é do que um conjunto de identificadores dos produtos que satisfazem um determinado critério. A semântica do critério varia de acordo com o serviço em questão: listas de produtos que são resultado de pesquisas são associadas a uma consulta por termos; listas de produtos resultantes de navegação são similares, mas os critérios são essencialmente estáticos (i.e., listas por categoria, por fabricante, etc.). Para facilitar o endereçamento das listas, pode-se codificar o critério relacionado às mesmas nas suas URLs tornando simples requisitá-las e recuperá-las como se fossem objetos estáticos. E para manter consistentes as listas de produtos e os catálogos da loja, podem ser utilizados mecanismos padronizados para controle de validade de objetos em caches, como por exemplo, campos TTL (*time-to-live*).

As informações sobre produtos são divididas em dois tipos de objetos: descrição de produto (atributos estáticos como o título, o autor e a editora de um livro) e estado de produto (dados extremamente voláteis como o preço ou a disponibilidade em estoque). Nota-se que a replicação do estado de um produto pode ser muito ineficiente, já que esta informação muda freqüentemente e a quantidade de dados replicados é muito pequena. Uma opção para melhorar a eficiência da replicação de estado é agruparmos os estados de diversos produtos em um único objeto a ser armazenado pelo servidor cache.

3. Implementação e Resultados

O ambiente de testes utilizado para avaliar o desempenho dos representantes consiste de seis máquinas ao todo. Três são utilizadas para compor o servidor de comércio eletrônico (um servidor WWW Apache 1.3.9, um servidor de transações construído por nós devidamente instrumentado e modificado para suportar os representantes, e um SGBD PostgreSQL 6.5.2). Duas máquinas atuam como servidores cache utilizando o Squid 2.2STABLE5, e redirecionam as requisições para os representantes que estão executando nas mesmas máquinas. A sexta e última máquina é utilizada para gerar as requisições aos servidores cache, atuando como a população de clientes.

Para avaliarmos as vantagens e desvantagens dos representantes eletrônicos, consideramos três configurações: (1) *sem representantes*: os clientes acessam diretamente o servidor de comércio eletrônico; (2) *representantes isolados*: utiliza os representantes sem que haja interação entre eles; (3) *representantes cooperantes*: utiliza os representantes comerciais, e eles cooperam entre si trocando listas e informações de produtos replicados.

A carga de trabalho utilizada nos experimentos é gerada por uma versão modificada do Surge [1] que é capaz de gerenciar sessões, ou seja, seqüências de requisições realizadas por um mesmo cliente. A carga de trabalho é baseada em um log real de uma livraria virtual e consiste de 123664 requisições distribuídas em 3177 sessões. A base de dados utilizada também é real, consistindo ao todo 4309 produtos obtidos junto à loja original. Os resultados dos experimentos foram gerados pela ferramenta PROFIT [6].

Para avaliar a utilização dos representantes, comparamos os experimentos realizados sem os representantes e os realizados com os representantes isolados. O primeiro fator que chama a atenção é a significativa redução do número de *bytes* enviados pelo servidor de comércio eletrônico - de 98930641 (sem representantes) para 18963178 (com representantes), uma redução de 86%. Nota-se, entretanto, que tanto a taxa de serviço quanto o tempo de resposta médio entre as diversas funcionalidades aumentou com a utilização dos representantes, contrariando nossa expectativa inicial de melhoria da qualidade de

Neste trabalho, propõe-se um modelo de implementação, denominado *representantes eletrônicos*, para melhorar a qualidade dos serviços de comércio eletrônico e tornar os provedores de tais serviços mais escaláveis. A idéia básica por trás dos representantes comerciais é a distribuição das tarefas não críticas como pesquisar e navegar através de servidores cache WWW, permitindo aos servidores de comércio eletrônico se concentrar nas tarefas críticas como pagamento, registro de clientes, etc.

2. Representantes Comerciais Eletrônicos

Os representantes comerciais eletrônicos são programas executados em um servidor cache, ou em uma máquina situada próxima aos clientes, e são normalmente implementados utilizando o mecanismo de redirecionamento encontrado em servidores cache populares como Squid [5]. Este mecanismo basicamente reescreve URLs, de modo que quando requisições para um servidor de comércio eletrônico são recebidas pelo servidor cache com um representante instalado, elas são redirecionadas para o representante local. Apesar de possivelmente não ser tão rápido quanto requisitar dados diretamente ao servidor para uma única requisição, a existência da localidade de referência associada aos termos consultados e os produtos solicitados torna essa abordagem eficiente.

Quatro propriedades são essenciais para implementação dos representantes comerciais eletrônicos: (1) *transparência*: as ações dos representantes eletrônicos devem ser transparentes para os usuários, que não devem ter que realizar nenhuma modificação de configuração; (2) *fácil instalação*: representantes devem se comunicar com servidores cache através dos mecanismos existentes, permitindo com isso utilizar a estrutura disponível atualmente; (3) *segurança*: os representantes eletrônicos devem ser tão seguros quanto os servidores que eles representam; e (4) *consistência*: as informações providas pelos representantes comerciais eletrônicos devem ser consistentes com o estado do servidor original.

Funcionalmente, um servidor de comércio eletrônico pode ser decomposto em três componentes:

- Servidor WWW: prove a interface para o navegador do cliente acessar o servidor de comércio eletrônico, utilizando normalmente o protocolo HTTP. Embora tradicionalmente utilizados para prover objetos estáticos, no contexto dos servidores de comércio eletrônico, o servidor WWW é responsável pela ativação do servidor de transações, descrito a seguir.
- Servidor de Transações: como as aplicações de comércio eletrônico envolvem normalmente conteúdo dinâmico em suas páginas, faz-se necessária uma entidade intermediária entre os dados requisitados pelo consumidor e a interface de transmissão - aqui referenciada como servidor de transações - que interprete as diferentes requisições e construa dinamicamente as respostas a serem enviadas aos clientes.
- Servidor de Dados: as informações a serem utilizadas para construção das páginas dinâmicas ficam armazenadas neste componente que possui primitivas para acesso padronizado, seguro e eficiente aos dados (como a criação de índices e controle de acesso por usuário).

A implementação dos representantes está baseada na segunda entidade, que deve ser parcialmente replicada nos servidores cache e utilizar os dados replicados para construção das páginas de resposta.

Um ponto chave para o bom funcionamento e desempenho dos representantes é a estratégia de replicação de dados, de modo a garantir que a recuperação dos dados no

serviço. Uma primeira explicação para este fato seria a não consideração das latências de rede ao executarmos os experimentos, uma vez que todas as máquinas estão na mesma rede local. Porém, os representantes apresentaram uma grande variância com relação a eficácia de cada função suportada: o serviço de busca piorou o tempo de resposta em até 5 vezes, mas o de navegação, por outro lado, melhorou em 45%. Isso pode ser explicado pela localidade de referência diferenciada para cada um dos serviços (i.e., a taxa de acerto das requisições de buscas é de 15.75% e a das requisições de navegação é de 76%).

Com relação à utilização de representantes cooperantes, que seria uma configuração interessante caso a conectividade entre os representantes fosse melhor que a conectividade entre eles e a loja, observou-se uma pequena melhoria de desempenho em relação à configuração com representantes isolados, aumentando a taxa de acerto em até 10%, apesar de não haver ganhos significativos em termos de tempo de resposta.

4. Conclusões

Neste artigo, introduzimos o conceito de representantes eletrônicos como uma estratégia de aumento da escalabilidade de serviços de comércio eletrônico. A eficácia destes representantes foi demonstrada através de sua implementação para lojas virtuais.

Como esperado, os ganhos de desempenho foram proporcionais à localidade de referência aos dados replicados nos representantes comerciais. No caso dos experimentos realizados, operações de navegação apresentaram ganhos de até 45%, enquanto as buscas se tornaram significativamente mais lentas. Finalmente, houve uma redução significativa do número de bytes transmitidos pelo servidor.

Continuamos o trabalho verificando a distribuição de outras tarefas como adição à cesta de compras e investigando a eficácia da solução proposta para outras cargas de trabalho.

Referências

- [1] P. Barford and M. Crovella. Generating representative web workloads for network and server performance evaluation. In *Proc. 1998 ACM SIGMETRICS International Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems*, June 1998.
- [2] P. Cao, J. Zhang, and Kevin Beach. Active cache: Caching dynamic contents on the web. In *Proceedings of IFIP International Conference on Distributed Systems Platforms and Open Distributed Processing*, pages 373-388, 1998.
- [3] W. Meira Jr., M. Cesario, R. Fonseca, and N. Ziviani. Integrating www caches and search engines. Submetido para publicação na Global Internet, 1999.
- [4] P. Krishnam and B. Sugla. Utility of co-operating web proxy caches. In *Proceedings of WWW7*, 1998.
- [5] National Laboratory for Applied Network Research. <http://squid.nlarn.net/squid/>, 1999. Squid Internet Object Cache.
- [6] G. Paixão, W. Meira Jr., V. Almeida, D. Menascé, and A. Pereira. Design and implementation of a tool for measuring the performance of complex e-commerce sites. In *Proceeding of the 11th International Conference on Modelling Tools and Techniques for Computer and Communication System Performance Evaluation*, March 2000.