

SERVIDORES MÓVEIS EM REDES *AD HOC*

Fabricia Faria, Vitório Mazzola, M. A. R. Dantas

Departamento de Informática e Estatística – INE
Universidade Federal de Santa Catarina
Trindade – Florianópolis – SC – Brasil
{flemos, mazzola, mario}@inf.ufsc.br

Resumo. *Redes móveis Ad hoc são caracterizadas por sua formação temporária e dinâmica, onde serviços e dispositivos podem estar disponíveis ou não. Este trabalho apresenta um modelo que possibilita a execução de web services em dispositivos móveis wireless. Nosso objetivo é tornar possível a qualquer dispositivo em uma rede móvel Ad hoc oferecer um conjunto de serviços a qualquer outro dispositivo na mesma rede. Nossa contribuição busca permitir que usuários de redes móveis Ad hoc tenham acesso a alguns serviços que são, atualmente, só disponíveis a usuários de redes infra-estruturadas.*

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia de *web services* vêm sendo muito pesquisada e várias propostas e padrões surgiram com o intuito de fornecer serviços que fossem executados sem a intervenção do usuário, ou seja, de aplicação para aplicação, [Zhu 2003], [Tsai 2003], [Benatallah 2004].

O objetivo principal desta pesquisa é disponibilizar a tecnologia de *web services* aos usuários de dispositivos móveis, que tiveram nos últimos tempos, suas capacidades computacionais aumentadas, possibilitando com isso a execução de um número cada vez maior de serviços.

Para atingir este objetivo, é apresentada neste trabalho uma proposta de modelo para a execução de *web services* em dispositivos móveis sem fio, de modo que o próprio dispositivo seja o fornecedor do serviço para a rede móvel *Ad hoc*. Neste cenário, foram identificados diversos problemas, dentre eles a questão da mobilidade, as limitações de energia e de largura de banda quando comparada às redes fixas. Embora, não sejam estes os únicos problemas, o trabalho objetiva tratar prioritariamente os anteriormente mencionados.

Web services utilizados com a computação móvel *wireless* resultará em ganhos significativos para consumidores e fornecedores de aplicações, pois permitirá aos usuários dessas redes, consumirem uma gama de aplicações disponíveis hoje, somente aos usuários das redes infra-estruturadas.

Este artigo está organizado conforme descrito a seguir. A seção 2 apresenta os conceitos relacionados à tecnologia de *web services*. A seção 3 introduz as redes móveis *Ad hoc*. A seção 4 define o modelo proposto. Finalmente, a seção 5 conclui o trabalho e sugere alguns tópicos a serem explorados na continuidade desta pesquisa.

2. WEB SERVICES

Web Services [W3C A] surgiram com o intuito de tornar possível a interação aplicação – aplicação sobre a rede, utilizando para isso padrões abertos como SOAP (*Simple Object*

Access Protocol) [W3C C], UDDI (*Universal Description Discovery & Integration*) [OASIS], WSDL (*Web Service Definition Language*) [W3C B], todos estes com base na linguagem XML (*Extensible Markup Language*) [W3C D].

Um *web service* será acessado através da *web*, utilizando um documento WSDL contendo todas as informações necessárias para a utilização do serviço, como por exemplo os protocolos de transporte, o formato das mensagens, entre outros dados. Este documento fica publicado em um diretório central, conhecido como UDDI, que fornece um mecanismo padrão capaz de classificar os *web services* disponíveis de modo que este serviço possa ser localizado e utilizado. Na abordagem dos autores [Milenkovic 2003], cada dispositivo em um ambiente *wireless* possui um diretório UDDI que contém os serviços disponíveis.

XML é a chave principal da tecnologia de *web services*, permitindo a troca de dados em ambientes heterogêneos. Mensagens XML são empacotadas e trocadas através do protocolo SOAP. Mensagens SOAP podem ser transmitidas através de diversos protocolos de rede.

Considerando que esta pesquisa trata de *wireless web services*, levamos em conta as pesquisas realizadas por [Yuan 2002], que sugere a adoção de uma das seguintes arquiteturas:

Wireless portal network: nesta arquitetura a comunicação se dá via um *gateway WAP*. O portal age como um *proxy* para os clientes *wireless* não havendo a necessidade de se armazenar código no dispositivo móvel.

Wireless extended Internet: esta arquitetura é descentralizada, ou seja, não necessita de uma entidade de controle, mas *hubs web services* centralizados são requeridos. Como foi descrito na seção 4, [Steele 2003] adotou esta arquitetura em seu trabalho.

- ***Wireless Ad hoc network:*** Esta arquitetura permite que os dispositivos *wireless* tornem-se servidores para seus *peers*. *Wireless peers* podem fornecer conteúdo, roteamento do tráfego na rede, e muitos outros serviços.

Para o desenvolvimento de *web services*, duas plataformas de desenvolvimento, J2EE e .NET estão competindo para se tornarem padrão para o desenvolvimento destes serviços, [Chung 2003].

Existem várias pesquisas na área de *web services*, com o intuito de resolver os problemas ainda existentes na tecnologia como composição de serviços, agregação de serviços, segurança, qualidade de serviço (QoS), entre outras.

3. REDES MÓVEIS AD HOC

As *MANETs* (*Mobile Ad hoc Network*) operam em um ambiente móvel *wireless*, incorporando funcionalidades de roteamento nos próprios dispositivos móveis conhecidos como *mobile nodes*, [Corson and Macker 1999]. Devido à falta de infra-estrutura, cada nodo age como um roteador, transmitindo pacotes de dados para outros nodos, [Cao 2004].

A topologia é dinâmica pois os nodos em uma *MANET* estão em constante movimentação, embora sejam tipicamente *multihop*, [Corson and Macker 1999].

O problema quanto à limitação de energia, uma das principais preocupações neste ambiente, está sendo pesquisado nos algoritmos de roteamento que estão sendo desenvolvidos, [Mohapatra 2004], nas aplicações desenvolvidas para estas redes e nos próprios dispositivos que operam na rede, todos estes, buscando um único objetivo, consumirem cada vez menos energia.

O ambiente móvel possui alguns desafios e desvantagens que devem ser cuidadosamente observados e na medida do possível, tratados. Alguns exemplos são performance, custo, indisponibilidade temporária, baixa capacidade de processamento (CPU) e memória, pequena duração da bateria [Pilioura 2003], [Mohapatra 2004].

A figura 3.1 mostra um simples exemplo de uma *MANET*.

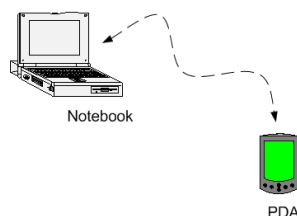


Figura 3.1 - Rede *Ad hoc*

Segundo [Corson and Macker 1999], dentre as várias características das *MANETs* podemos citar: topologia dinâmica, limitada largura de banda, variável capacidade dos links, limitação de energia e segurança física limitada.

Tratando-se dos métodos de comunicação, o modo de envio de pacotes *broadcast* é muito utilizado nas redes *Ad-hoc* e têm sido bastante pesquisado no intuito de minimizar alguns problemas como colisão, contenção e re-broadcast redundante, que aparecem quando utilizamos comunicação *broadcast*, [Zhu 2004].

4. TRABALHOS RELACIONADOS

Em seu trabalho [Friedman 2002] definiu o armazenamento de *web services* em redes móveis *Ad hoc* como uma maneira de tornar serviços mais acessíveis a dispositivos móveis. Neste trabalho, os métodos são executados localmente, reduzindo com isso a comunicação. Cada serviço deverá ter um único *proxy* dentro de cada *MANET* no qual o serviço está sendo usado. Outra consideração importante assumida pelo autor é que o primeiro nodo que acessar o serviço tornar-se-á o *proxy* para tal serviço.

A pesquisa do autor [Steele 2003] propõe um sistema baseado em *web services* que permite a integração dinâmica e temporária de módulos de software ou aplicações sobre dispositivos em *MANETS*. A principal diferença deste trabalho com o nosso é que ele assume a arquitetura *Wireless Extended Internet*, onde existe um servidor com quem os dispositivos móveis se comunicam.

Os autores [Yang 2003] descrevem uma estrutura para organizar e acessar *web services* eficientemente em ambientes *broadcast*. No modo *broadcast*, um *service broker* periodicamente transmite os serviços disponíveis sobre o canal *wireless*. Clientes escutam o canal, identificando o serviço de interesse e baixam o serviço para execução local.

A recente pesquisa dos autores [Cao 2004] define um framework para o acesso aos dados, permitindo que os nodos armazenem dados ou apenas o caminho para estes dados, com o objetivo de economizar espaço. Os nodos devem armazenar dados diferentes daqueles armazenados por seus vizinhos, aumentando assim, a disponibilidade a estes dados, embora isso, cause um maior atraso, pois os nodos devem acessar os dados de seus vizinhos no lugar de acessar esses dados localmente.

5. MODELO PROPOSTO

Utilizaremos a arquitetura *Wireless Ad hoc network*, ideal para o ambiente *Ad hoc* pois não utiliza nenhuma estrutura física para disponibilizar os serviços aos clientes da rede.

Tendo em vista que a capacidade dos dispositivos móveis vem aumentando consideravelmente e considerando que a perda da conexão nos ambientes móveis *wireless* é constante, o modelo proposto executará o *web service* localmente. A figura 5.1 ilustra o modelo de forma geral.

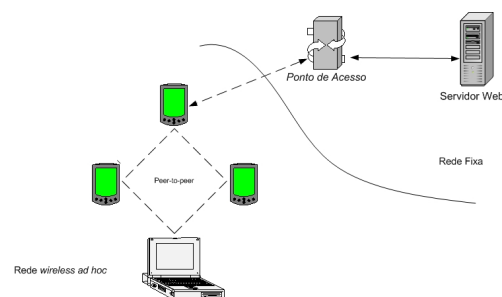


Figura 5.1 – Arquitetura geral do modelo

Uma vez implementado, o funcionamento do modelo proposto ocorrerá da seguinte maneira: um usuário portando um dispositivo móvel, se conectará ao servidor que estará na rede fixa para fazer *download* dos módulos móvel e fixo.

Quando o usuário do dispositivo móvel entrar na *MANET*, através de uma mensagem de *broadcast*, ele informará aos seus vizinhos, o serviço disponível. Chamaremos aqui este dispositivo de DMF (Dispositivo Móvel Fornecedor).

O modelo proposto terá um diretório UDDI que ficará no servidor. Quando um dispositivo cliente estiver interessado em consumir o serviço oferecido pelo DMF, ele estabelecerá uma conexão com o DMF para acessar o UDDI que terá as informações necessárias para consumir o serviço. Cada DMF deverá manter uma tabela com o endereço conhecido dos clientes, para que os clientes sejam notificados do novo endereço do DMF, caso haja perda de conexão.

O dispositivo cliente executará o serviço localmente conectando-se ao DMF para fazer o *download* do serviço, quando necessitar atualizar o serviço ou quando concluir a operação e desejar atualizar a base de dados do servidor.

A figura 5.2 apresenta a arquitetura do sistema um pouco mais detalhada.

Na rede fixa, encontra-se o servidor contendo o sistema como um todo, seus módulos móvel e fixo que serão utilizados pelos dispositivos na *MANET*.

Na rede móvel, como descrito anteriormente, primeiramente o DMF fará *download* dos módulos móvel e fixo e entrará na *MANET* tornando o serviço disponível aos dispositivos interessados em consumirem o serviço. Uma conexão será estabelecida e os módulos móvel e fixo serão baixados, por exemplo, para o dispositivo móvel A para execução local.

O sistema encontra-se em desenvolvimento, sendo que a plataforma adotada neste trabalho é a .Net. Partimos do princípio que os dispositivos móveis, ao entrarem na *MANET*, estarão equipados com a tecnologia necessária ao consumo deste serviço que são o .Net Compact Framework e o SQL Server CE.

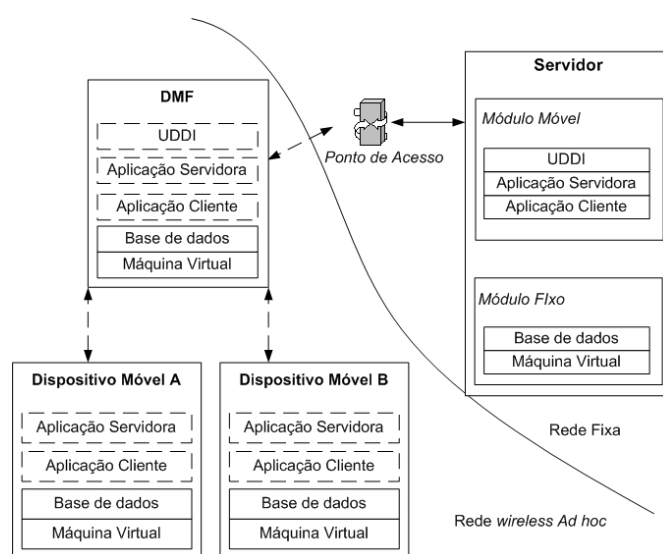


Figura 5.2– Arquitetura específica do sistema

É importante ressaltar aqui, que nossa arquitetura não estará presa à plataforma de desenvolvimento. Apesar desta implementação estar baseada na plataforma .NET da Microsoft, uma segunda implementação deverá ser desenvolvida com base na plataforma J2EE, da SUN. Isto permitirá obter resultados sobre a influência da plataforma de desenvolvimento no sistema como um todo.

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Disponibilizar *web services* em *MANETs* é um importante desafio devido aos vários problemas encontrados nestes ambientes, dentre os principais, a questão da mobilidade, e as limitações de energia e de largura de banda. Embora estas redes apresentem ainda várias limitações, o que caracteriza um grande leque para a pesquisa, elas já estão sendo usadas principalmente em desastres, lugares remotos ou quando existe a necessidade de montar rapidamente um ambiente como no caso de um evento.

A principal contribuição do trabalho está na possibilidade de trocar dados sem a necessidade de infra-estrutura, contribuindo no sentido de disponibilizar aos usuários destas redes, serviços acessíveis a qualquer hora e em qualquer lugar, tornando-se um diferencial, uma vez que não se dispõe de serviços nestes ambientes.

O modelo proposto está em fase de implementação. Uma aplicação exemplo está sendo desenvolvida para utilizar um *web service* de uma livraria. Os testes iniciais serão realizados utilizando três dispositivos móveis que formarão a *MANET* e atuarão tanto como clientes como fornecedores do serviço. Nesta fase, as desvantagens do modelo proposto serão identificadas e alterações necessárias serão realizadas.

Algumas limitações do nosso trabalho que devem motivar trabalhos futuros incluem a questão da segurança e a garantia da qualidade de serviço (*QoS*). Os dois aspectos deverão ser contemplados futuramente no modelo.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à Flavia Delicato pela sua valiosa ajuda, sempre trocando idéias, tirando dúvidas e respondendo rapidamente aos diversos e-mails.

BIBLIOGRAFIA

- Benatallah, B., Casati, F., Toumani, F. (2004) "Web Service Conversation Modeling: a cornerstone for e-business automation", Internet Computing, IEEE, p. 46-54.
- Cao, G., Yin, L., Das, C. R. (2004) "Cooperative Cache-Based Data Access in Ad Hoc Networks" IEEE Computer, p. 32-39.
- Chung, J. Y., Lin, K. J., Mathieu, R. G. (2003) "Web Services Computing: Advancing Software Interoperability". IEEE Computer, p. 35-37.
- Corson, S. and Macker, J. (1999) "Mobile Ad hoc Networking (MANET)", Disponível on-line, acesso em 02/05/2004.
- Friedman, R. (2002) "Caching Web Services in Mobile Ad-Hoc Networks: Opportunities and Challenges", ACM Workshop On Principles Of Mobile Computing, p. 90-96.
- Milenkovic, M., Robinson, S.H., Knauerhase, R.C., Barkai, D., Garg, S., Tewari, A., Anderson, T.A., Bowman, M. (2003) "Toward Internet Distributed Computing", IEEE Computer, p. 38-46.
- Mohapatra, P., Gui, C., Li, J. (2004) "Group Communications in Mobile Ad Hoc Networks" IEEE Computer, p. 52-59.
- OASIS, UDDI, <http://www.uddi.org/>. Disponível on-line, acesso em 15/01/2004.
- Pilioura, T., Tsalgatidou, A., Hadjiefthymiades, S. (2003) "Scenarios of using Web Services in M-Commerce", ACM SIGecom Exchanges, p. 28-36.
- Steele, R. (2003) "A Web Services-based System for Ad-hoc Mobile Application Integration", Coding and Computing ITCC International Conference. IEEE, p. 248-252.
- Tsai, T-M., Yu, H-K., Liao, P-Y., Shih, H-T. (2003) "Semantic Modeling among Web Services Interfaces for Services Integration – SOTA (Smart Office Task Automation) platform", Proceedings of the 14th International Workshop on Database and Expert Systems Applications IEEE, p. 579-583.
- W3C (2004 A) Web Services Technical Report, <http://www.w3.org/2002/ws>. Disponível on-line, acesso em 15/01/2004.
- W3C (2004 B) WSDL 2.0 Technical Report, <http://www.w3.org/TR/wsdl20/>. Disponível on-line, acesso em 15/02/2004.
- W3C (2004 C) SOAP 1.2 Technical Report, <http://www.w3.org/TR/soap12-part1/>. Disponível on-line, acesso em 15/01/2004.
- W3C (2004 D), XML Technical Report, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-xml-20040204/>. Disponível on-line, acesso em 20/04/2004.
- Yang, X., Bouguettaya, A., Medjahed, B., Long H., He W. (2003) "Organizing and Accessing Web Services on Air", Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions, p. 742-757.
- Yuan, M. J. and Long, J. (2002) "Java Readies Itself for Wireless Web Services", <http://www.javaworld.com/javaworld/jw-06-2002/jw-0621-wireless.html>, Disponível on-line, Acesso em 18/05/2003.
- Zhu, C., Lee, M.J., Saadawi, T. (2004) "A Border-aware Broadcast Scheme for Wireless Ad Hoc Network" Consumer Communications and Networking Conference First IEEE, p. 134-139.
- Zhu, J. (2003) "Web Services Provide the Power to Integrate" Power and Energy Magazine, IEEE, p. 40-49.