

Acesso a Informações Médicas através do Uso de Sistemas de Computação Móvel

Alexandre Murakami¹, Luiz O. M. Kobayashi¹, Umberto Tachinardi², Marco A. Gutierrez¹, Sérgio S. Furuie¹, Fábio Antero Pires¹

¹ Serviço de Informática do Instituto do Coração (InCor) – HC-FMUSP, Universidade de São Paulo (USP), Brasil

² Secretaria de Estado da Saúde – Governo do Estado de São Paulo, Brasil

Resumo: O Serviço de Informática do Instituto do Coração (InCor) vem desenvolvendo o projeto *MobMed - Inovando a Prática Médica Através de Sistemas Móveis de Informação*. O objetivo do projeto *MobMed* é testar o uso de dispositivos móveis e portáteis para o acesso a informações hospitalares. O objetivo deste artigo é expor o estado atual do projeto *MobMed*, os problemas encontrados, os desafios a serem solucionados no futuro, além de fazer uma avaliação do atual estado das tecnologias de computação móvel.

Palavras-chave: computação móvel, arquitetura de software, sistema de informações hospitalares.

Abstract: The *MobMed* project is an undertaking proposed by the Heart Institute (São Paulo – Brazil), aiming to analyze the viability of mobile computing in a healthcare environment by testing the use of portable and mobile devices to access hospital information and by proposing a high level architecture for mobile applications. The purpose of this work is to discuss about the current stage of *MobMed* project, the problems found, the challenges to be solved in the near future and to evaluate the current stage of mobile computing technologies in general.

Keywords: mobility, software architecture, hospital information system.

Introdução

O desenvolvimento da computação móvel tem proporcionado o surgimento de novas tecnologias e aplicações. Em especial, uma das aplicações possíveis é o seu uso em ambientes hospitalares. Dentro dessa perspectiva, o Serviço de Informática do Instituto do Coração (InCor) vem desenvolvendo o projeto *MobMed - Inovando a Prática Médica Através de Sistemas Móveis de Informação*.

O objetivo deste projeto é testar o uso destes dispositivos (móveis e portáteis) para o acesso a informações clínico-hospitalares. As classes de equipamentos que se enquadram no presente projeto incluem computadores portáteis, como notebooks, celulares, PDAs e *tablet PCs*. Pretende-se utilizar sistemas de comunicação móvel entre esses dispositivos. Exemplos de sistemas de comunicação são as tecnologias de comunicação celular (*GSM*, *GPRS*, *CDMA* etc.) e redes sem fio (*WiFi*). O projeto deve usar padrões bem definidos de interfaceamento (*XML*, *DICOM*, *HL7*) e minimizar o uso de ferramentas comerciais, dando preferência ao uso de ferramentas *open-source*.

O projeto completou recentemente seu primeiro ano. Durante esse período inicial, foram

testadas várias soluções e tecnologias existentes, com o surgimento de vários problemas e desafios. O objetivo deste artigo é expor o estado atual do projeto, os problemas encontrados, os desafios a serem solucionados no futuro, além de fazer uma avaliação do atual estado das tecnologias de computação móvel.

Metodologia

Objetivos do primeiro ano de projeto

Um dos objetivos propostos para o primeiro ano do projeto foi a disponibilização de uma versão do Prontuário Eletrônico do Paciente ([1]) para dispositivos móveis. O Prontuário Eletrônico do InCor armazena grande parte das informações dos pacientes. Através de suas bases de dados, são disponibilizadas informações de laudos, histórico clínico e diagnósticos, além de informações operacionais de ordens médicas (prescrição eletrônica, relatórios de cirurgias, resumos de alta, pedidos de exames etc.) e controles de enfermagem (ministração de medicamentos, registro de procedimentos etc.). Além das informações em formatos de textos, códigos ou números, o Prontuário Eletrônico do InCor manipula imagens médicas estáticas e dinâmicas (tomografia, ultra-som

etc.) através do acesso ao PACS, e sinais de monitoração, permitindo obter, em tempo real, os sinais vitais de um paciente da UTI. Para a visualização dessas imagens e sinais, foram desenvolvidas aplicações de visualização apropriadas. Atualmente, o Prontuário Eletrônico pode ser acessado pela *Intranet* do InCor.

Definiu-se que, nesta primeira versão móvel do Prontuário Eletrônico, fossem fornecidas informações de texto, sem imagens e sem entrada de dados. A aparência e a funcionalidade do Prontuário Eletrônico serão adaptadas automaticamente a cada dispositivo de acesso. Dentro do escopo deste projeto, o sistema desenvolvido deve ser suficientemente genérico, de maneira que outras aplicações, além do Prontuário Eletrônico, possam ser disponibilizadas pelo mesmo sistema.

Ainda para o primeiro ano do projeto, foi planejada a criação de uma infra-estrutura de testes. Para isso, propôs-se a montagem de uma rede sem fio utilizando a tecnologia *WiFi* dentro do hospital. O objetivo da criação dessa rede é permitir o acesso ao Prontuário Eletrônico através de computadores portáteis, como *PDA*s e *tablet PC*s. Pretende-se também, futuramente, disponibilizar o acesso via telefonia celular e telefonia convencional (através de reconhecimento e síntese de voz).

Infra-estrutura de Testes

Para o desenvolvimento do projeto, foram adquiridos *tablet PC*s com conexão *WiFi*, *PDA*s (com sistema operacional *PocketPC* e conexão *WiFi*) e antenas de conexão *WiFi*. Não foram encontradas grandes dificuldades para a instalação desses equipamentos. Um dos andares do hospital foi escolhido para testes, e antenas de *WiFi* estão sendo instaladas para que esse andar tenha cobertura total.

O projeto *MobMed* prevê também o uso de telefones celulares. A seleção e aquisição de aparelhos e a definição da estrutura de testes para telefones celulares será feita posteriormente.

O projeto prevê ainda testes com reconhecimento e síntese de voz via telefone comum, com uso de *VoiceXML* ([2]). Foram adquiridas algumas placas de reconhecimento e síntese de voz, bem como o software necessário. Essa infra-estrutura também será futuramente instalada.

Arquitetura de Sistemas Móveis

Para sistemas móveis, costuma-se adotar arquiteturas multi-camadas, com os dispositivos móveis como dispositivos de *front-end*, e um ou mais computadores fixos da rede como *back-end*.

Uma abordagem comum em sistemas móveis é o uso de *middleware*. Este *middleware* interpõe-se entre, pelo menos, duas camadas externas que compõem o sistema completo, rodando em um ou mais computadores, abstraído especificidades tecnológicas (como rede, dispositivos de I/O etc.), permitindo que estes interajam através de uma rede. No caso de sistemas móveis, podemos ter, de um lado do *middleware*, sistemas legados e, do outro lado, programas rodando em dispositivos móveis (veja a Figura 1).

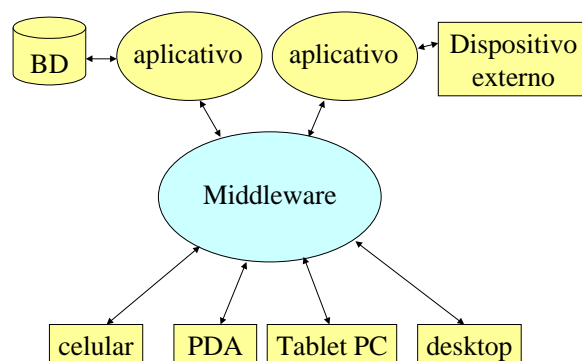


Figura 1 - Arquitetura de *middleware* para computação móvel

Uma outra abordagem adotada para sistemas móveis é o uso de interfaces Web. Uma possível implementação de interfaces Web é através do uso de *XML*. Há vários tipos de interfaces *XML* para dispositivos móveis (*XHTML*, *WAP*, *VoiceXML*, *XForms* [3] etc.). Interfaces *XML* podem ser facilmente convertidas entre si através do uso de transformações *XSL*. Dessa forma, uma mesma aplicação pode se apresentar de diferentes maneiras, de acordo com o dispositivo cliente (veja a Figura 2).

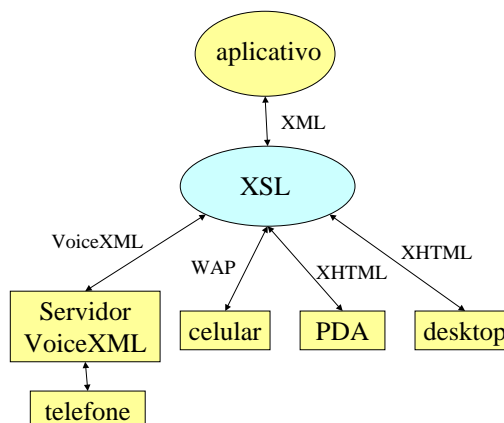


Figura 2 - Interfaces *XML*

Outra possível implementação de interfaces Web é através do uso de páginas *JSP* ([4]). Nesse método, as páginas são produzidas em um formato *XML* próprio. A conversão para outros formatos é feita através do uso de *Tag Libraries*, um recurso das páginas *JSP*. Este método é utilizado, por exemplo, pelo framework *JavaServer Faces* ([5]), da Sun.

Outro aspecto a ser considerado, durante o desenvolvimento, é o modo como o dispositivo cliente irá se conectar com o servidor. Há basicamente três tipos de aplicações:

- Aplicações *on-line* – São as aplicações que dependem de uma conexão permanente com o servidor. Essa conexão é feita, geralmente, através de *WiFi* ou *GSM*. Aplicações Web caem nesta categoria.
- Aplicações *off-line* – Esse tipo de aplicação não necessita da existência de uma conexão constante com o servidor para o seu funcionamento. A troca de informações entre o cliente e o servidor (sincronização) é feita através de conexões físicas (como os *cradles* utilizados por *PDA*s) em momentos específicos, com participação ativa do usuário.
- Aplicações com sincronização automática – Esse tipo de aplicação é um meio termo entre os métodos mencionados anteriormente. Aplicações com sincronização automática podem funcionar *on-line* (por exemplo, quando dentro do alcance de uma rádio-base *WiFi*) ou *off-line*. Neste último caso, utiliza-se dados armazenados localmente, até que a conexão com o servidor seja restabelecida. A partir daí, a aplicação inicia um processo de sincronização automática, de maneira transparente ao usuário.

Aplicações *on-line* são facilmente implementáveis através do uso de interfaces Web, mas necessitam de uma extensa área de cobertura da conexão. Aplicações *off-line* são razoavelmente simples de se implementar com o auxílio de ferramentas RAD, mas, em determinados casos, não atendem às necessidades de atualização apresentadas por um sistema móvel. Aplicações com sincronização automática são de implementação mais complexa (pois necessitam prever ambas condições), mas são muito mais versáteis.

Há algumas empresas de bancos de dados que produzem versões para *PDA*. Esses bancos de dados possuem suporte para sincronização de dados com um servidor (via conexão *WiFi*), além de oferecer suporte para o desenvolvimento de programas (através da disponibilização de bibliotecas de programação e ferramentas de desenvolvimento). Apesar de funcionar exclusivamente em *PDA*s, é uma alternativa bastante interessante.

Arquitetura utilizada

Inicialmente, foi definido que, para esta primeira versão do Prontuário Eletrônico, todos os dispositivos trabalharão em regime exclusivamente *on-line*. Isso significa que os dispositivos da rede sem fio precisam estar conectados (dentro do alcance de uma antena *WiFi*) para que possam utilizar o sistema. Da mesma forma, um telefone celular precisa estar conectado ao sistema para que possa funcionar.

Outros projetos semelhantes ao *MobMed* utilizam sistemas com sincronização automática de dados ([6], [7], [8]). O uso de informações não sincronizadas em um ambiente hospitalar, entretanto, pode ser extremamente perigoso, podendo levar à tomada de decisões baseadas em informações desatualizadas e imprecisas. Isto nos fez decidir, num primeiro momento, por um sistema permanentemente *on-line*.

Como foi citado anteriormente, o Prontuário Eletrônico do InCor possui uma interface Web. Foram estudadas várias alternativas para a implementação da versão móvel:

- Recriação do Prontuário Eletrônico, implementando, nesta nova versão, a possibilidade de criação de vários tipos de página, através do uso de *XSL* ou *JSP* (provavelmente com o auxílio de um framework como o *JavaServer Faces*). Essa alternativa é, de longe, a mais trabalhosa. Entretanto, ela permite a criação de um sistema robusto e um melhor controle sobre as interfaces exibidas pelos dispositivos.
- Modificação da aplicação já existente, com a adição de serviços do tipo *CORBA* ou *Web Services*, seguindo a filosofia de *middleware* apresentada anteriormente. Um servidor de aplicações móveis comunicar-se-ia com o Prontuário Eletrônico através desses serviços.
- Modificação da aplicação já existente, com o uso de *XSL* para a produção de páginas de tipos diferentes. Essa alternativa é bastante interessante, já que o Prontuário Eletrônico já se utiliza de transformações *XSL* para a produção de suas páginas.
- Adição de uma nova camada de software, para conversão dinâmica das páginas em outros tipos de formato. Essa alternativa também é interessante, já que não necessita de nenhum tipo de modificação no software já existente. Além disso, o método funciona não só para o Prontuário Eletrônico, mas também para qualquer tipo de aplicação Web. Alguns sistemas comerciais, como o *2Roam* e o *ScoutWeb* ([9]), utilizam esse método.

A alternativa escolhida foi esta última. Foi implementado um servidor de Internet que faz a

conversão dinâmica das páginas do Prontuário Eletrônico, interceptando as páginas *HTML* originais e convertendo-as para um novo formato *XML* (*XHTML*, *WAP*, *Voice XML*) através do uso de *XSL*. Novas requisições de página feitas pelo dispositivo são igualmente interceptadas e convertidas para o formato aceito pelo Prontuário Eletrônico (ver Figura 3 e Figura 4).

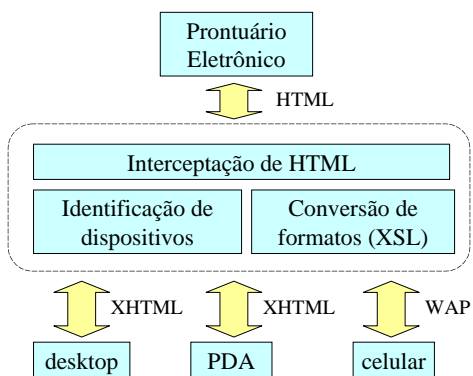


Figura 3 - Arquitetura do sistema



Figura 4 - O protótipo em funcionamento. À esquerda, vê-se uma página do Prontuário Eletrônico original. No centro e à esquerda, vê-se telas convertidas para novos formatos (*XHTML* para *PDA* e *WAP* para celular).

Um sistema baseado em *cookies* e *JavaScript* faz a identificação de computadores comuns e *PDA*s. Para outros tipos de dispositivos, a identificação não é automática. O usuário informa ao sistema o tipo de dispositivo através do uso de diferentes *URL*'s (cada *URL* é associada a um tipo de dispositivo).

Outros sistemas desenvolvidos

Paralelamente à adaptação do Prontuário Eletrônico, uma outra aplicação foi desenvolvida

dentro do projeto *MobMed*, mas com uma metodologia diferente da exposta até agora, visando uma implantação imediata e usando ferramentas largamente empregadas para o desenvolvimento de aplicações convencionais. O objetivo dessa aplicação é auxiliar a operação de *head-count* dentro do hospital. Uma vez por dia, é feita uma espécie de "censo" do hospital. Todos os quartos são visitados pela equipe de enfermagem e é identificado qual paciente ocupa cada leito do hospital. Os dados coletados são conferidos com os dados cadastrados nos bancos de dados do hospital e as possíveis divergências podem ser verificadas.

A aplicação desenvolvida utiliza um leitor de código de barras acoplado a um *PDA* para auxiliar o censo. Serão colocadas etiquetas de código de barras em todos os leitos e pacientes do hospital. Dessa forma, a operação de *head-count* torna-se muito mais rápida.

A aplicação foi desenvolvida utilizando a ferramenta *Oracle Forms*. Para o acesso à aplicação, foi utilizado um emulador de terminal no *PDA*. Nos testes iniciais, a aplicação tem funcionado bem, com o único inconveniente de funcionar apenas *on-line*.

Resultados

O protótipo de Prontuário Eletrônico implementado apresenta resultados preliminares promissores. Por um lado, a conversão automática das páginas do Prontuário Eletrônico proporciona maior facilidade na implementação, pois evita o trabalho manual de recriação das páginas. Além disso, a solução apresentada é bastante geral, pois pode ser aplicada não só para o Prontuário Eletrônico, como também para qualquer aplicação com interface Web.

Entretanto, as páginas produzidas automaticamente são de difícil utilização. Quando as páginas Web originais foram produzidas, não se previa o seu uso em dispositivos móveis. Por exemplo, em várias páginas, faz-se necessária a digitação de texto, que é fácil em um computador de mesa, mas impraticável em dispositivos portáteis, como em um celular.

Dentro desse problema de interface, podemos destacar o sistema de identificação do usuário (*login*). O método tradicional de *login*, através da utilização de um nome de usuário e senha é inadequada para dispositivos como *PDA* e celular, onde a entrada de texto é difícil. Para um sistema baseado em *VoiceXML*, ela é totalmente impraticável. Novas formas de *login* serão testadas futuramente.

Discussão e Conclusões

Uma das grandes dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do projeto é a ausência de padrões de métodos e ferramentas para a área de computação móvel. Os métodos utilizados para o desenvolvimento dos aplicativos aqui descritos possuem limitações sérias. Entretanto, não existe nenhum método que satisfaça totalmente os requisitos necessários.

Podemos concluir do nosso trabalho que a adaptação de interfaces Web para outros formatos, apesar de ser facilmente implementável, não é um método eficaz. A interface Web traz bons resultados para aplicações voltadas a computadores tradicionais, mas, quando adaptada para outros dispositivos, traz resultados questionáveis. O que podemos concluir é que os dispositivos portáteis possuem restrições bastante específicas em suas interfaces e, portanto, programas feitos para dispositivos portáteis devem prever essas limitações. A previsão de uso concomitante de interfaces de vídeo/teclado/mouse e de áudio, também enfrenta problemas de falta de ferramentas. Ainda não estão disponíveis tecnologias com robustez suficiente para atender ambos paradigmas de interface homem-máquina.

Não foram incluídas, nesta primeira versão, questões relativas à segurança de informações além das já implantadas na versão tradicional do sistema. A conexão entre o Prontuário Eletrônico e o conversor de páginas pode utilizar mecanismos de criptografia, assim como as conexões entre o conversor e os dispositivos cliente. Isso traz algum nível de confiabilidade na transmissão, embora o uso de redes sem fio traga uma série de riscos extras à segurança de informações ([10]).

Tanto a aplicação de Prontuário Eletrônico quanto a aplicação de *head-count* exigem conexão *on-line* com o servidor. Isso requer a existência de uma ampla área de cobertura da rede sem-fio, o que pode ser inviável em alguns casos. Neste momento, estamos reavaliando a arquitetura utilizada nos aplicativos desenvolvidos. Uma das soluções em estudo é o uso de banco de dados para PDA e sincronização de informações através da rede sem fio. Um dos problemas dessa solução é o uso de informações antigas (não sincronizadas) pelo profissional de medicina durante uma tomada de decisão. Outro problema é o caráter não generalista da solução (já que ela só pode ser adotada em PDA's).

Entretanto, dessa forma, pretendemos utilizar uma mesma arquitetura tanto para sistemas *on-line* (como é o caso do Prontuário Eletrônico) quanto para sistemas *off-line* (como é o caso da aplicação de *head-count*). A partir da reavaliação da arquitetura, iremos modificar as aplicações já

existentes e criar outras, para podermos testar a aplicabilidade das tecnologias de computação móvel dentro do hospital.

Referências

- [1] Furuie, S., Rebelo, M., Gutierrez, M., Moreno, R., Nardon, F., Motta, G., Figueiredo, J., Bertozzo, N., Fiales, V. (2002), "Prontuário Eletrônico em Ambiente Distribuído e Heterogêneo: a Experiência do InCor", *VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*, Natal, RN. Disponível em: <http://www.avesta.com.br/anais/dados/trabalhos/64.pdf>. Acesso em: 26/05/2004.
- [2] *VoiceXML Forum*. Disponível em: <http://www.VoiceXML.org>. Acesso em: 26/05/2004.
- [3] *XForms - The Next Generation of Web Forms*. Disponível em: <http://www.w3.org/MarkUp/Forms>. Acesso em: 26/05/2004.
- [4] *J2EE JavaServer Pages Technology*. Disponível em: <http://java.sun.com/products/JSP>. Acesso em: 26/05/2004.
- [5] *JavaServer Faces*. Disponível em: <http://java.sun.com/j2ee/javaserverfaces>. Acesso em: 26/05/2004.
- [6] Arshad, U., Mascolo, C., Mellor, M. (2003), "Exploiting Mobile Computing in Health-care", *3rd International Workshop on Smart Appliances*, Rhode Island, Estados Unidos. Disponível em: <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/c.mascolo/www/iwsawc.pdf>. Acesso em: 26/05/2004.
- [7] Coscia, E., Dodero, G., Gianuzzi, V., Virtuoso, S. (2001) "Wireless networking with a PDA: the Ward-in-Hand project", *CORBA and XML: towards a bioinformatics integrated network environment*, Genova, Itália. Disponível em: <http://www.disi.unige.it/person/DoderoG/wih/nettab.pdf>. Acesso em: 26/05/2004.
- [8] *The Ward-In-Hand Project*. Disponível em: <http://www.wardinhand.org>. Acesso em: 26/05/2004.
- [9] Mcginity, M., Metz, C. "Build your weapon – Designing Future-Proof Wireless Applications", *PC Magazine*, Abril de 2001. Disponível em: <http://www.pcmag.com/article2/0,4149,23038,00.asp>. Acesso em: 26/05/2004.
- [10] Baker, D. B. (2001), *Wireless (In)Security for Health Care*. Estados Unidos: Science Applications International Corporation. Disponível em: <http://www.himss.org/content/files/WirelessInsecurityV11.pdf>. Acesso em: 26/05/2004.

Contato

Alexandre Murakami
alexandre.murakami@incor.usp.br
Serviço de Informática - InCor - HC-FMUSP
Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44
CEP 05403-000 - São Paulo - SP