

Desenho de Interface para Sistema de Armazenamento e Distribuição de Imagens Médicas em Ambientes Clínico-Hospitalares

Keylla Sá Urtiga, Keith Takizawa, Ramon A. Moreno, Marco Antonio Gutierrez

Instituto do Coração (InCor) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Brasil

Resumo – Atualmente, os hospitais e Instituições de Saúde têm necessidade de utilizar sistemas de transmissão e arquivamento de imagens médicas (PACS) de maneira a gerenciar os volumes crescentes de imagens produzidos. Os sistemas PACS comerciais envolvem custos de implantação muito altos, por isto, desenvolveu-se a idéia do projeto de um sistema PACS de baixo custo, que utilize *software* com Licença Pública GNU, para utilização em hospitais e provedores de serviços de saúde de pequeno e médio porte. Esse sistema é denominado Mini-WEBPACS e está sendo desenvolvido no Instituto do Coração – HCFMUSP de São Paulo com apoio financeiro do CNPq. O projeto utiliza uma interface WEB desenvolvida com as tecnologias atuais para o acesso às informações clínicas e as imagens médicas. O *design* da interface WEB é centrado no usuário e fundamentado na área de Interação Humano-Computador (IHC) e é o foco principal do trabalho aqui apresentado.

Palavras-chave: Informática Médica, PACS, DICOM, Interface com Usuário (IU), Usabilidade.

Abstract – Nowadays, the hospitals and Institutions of Health have necessity to use systems of transmission and storage of medical images (PACS) to manage the volumes increasing of produced images. The commercial PACS systems involve expensive costs of implantation, because of that, it was developed the idea of the project of a PACS system of low cost, that uses software with GNU Public License, for use in hospitals and healthcare providers of small and medium capacity. This system is called mini-WEBPACS and is being developed in the Institute of Heart - HCFMUSP of São Paulo with financial support of the CNPq. The project uses an WEB interface developed with the current technologies for the access to the clinical information and the medical images. The Design of WEB interface is centered in the user and based on the area of Human-Computer Interaction (HCI) and is the main focus of the work.

Key-words: Medical Informatics, PACS, DICOM, User Interface (UI), Usability.

Introdução

Há alguns anos, com a adoção do padrão de DICOM (*Digital Imaging and Communication*) pela Sociedade de Radiologia da América do Norte e pela Associação de Fabricantes de Equipamentos Médicos [1], tornou-se mais fácil conectar equipamentos de imagens médicas. Anteriormente, cada fabricante utilizava seu próprio formato para aquisição e codificação das imagens, bem como para seu armazenamento e comunicação em rede. Atualmente, imagens médicas podem ser capturadas de locais diversos e armazenadas digitalmente em um formato padrão. Mesmo equipamentos não DICOM também podem ser adaptados com o uso de interfaces de aquisição que convertem imagens de um formato proprietário para o DICOM. É o caso de fotografias digitais de dermatologia ou anatomia patológica e de filmes gerados por equipamentos antigos de ultra-som.

Estas imagens podem ser integradas em um hospital com o uso de um PACS (*Picture Archive and Communication System*). Um sistema PACS deve permitir que as imagens sejam vistas (somente por as pessoas autorizadas) a partir de qualquer estação de trabalho dentro de uma Instituição.

Os sistemas PACS estão atualmente sendo adotados pelas Instituições e hospitais, porém envolvem altos custos de implantação e treinamento. Sendo assim, muitas instituições têm optado por não desenvolver modos mais eficientes para controlar o fluxo de imagens médicas em sua rede.

Nesse cenário está sendo desenvolvido o projeto chamado mini-WEBPACS, o qual consiste em um sistema PACS, baseado em plataformas de *hardware* de baixo custo e uso de *software* com Licença Pública GNU [2]. Com o mini-WEBPACS, uma Instituição clínica poderá organizar e

disponibilizar em rede, imagens digitais de diversas modalidades, possibilitando a redução de custos de manipulação destas imagens, diminuindo a possibilidade de perda dos filmes e facilitando o intercâmbio das mesmas com outras Instituições, para fins clínicos, de pesquisa ou didáticos [3].

Neste trabalho apresenta-se a interface de acesso WEB do mini-WEBPACS. Um dos grandes desafios no desenho de interfaces com o usuário (IU) é adequar a interface do sistema às necessidades do usuário que irá usá-la, sendo este o foco principal deste trabalho. No processo de desenvolvimento deste sistema, um requisito importante foi oferecer ao usuário/médico uma interface cuidadosamente desenhada e fundamentada nos conceitos da Engenharia Cognitiva (EC), que formam uma das bases do paradigma dominante atualmente na área de IHC (Interação Humano-Computador). IHC trata do *design*, avaliação, e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano, que propiciem às pessoas executarem suas atividades com produtividade, satisfação e segurança. Sob a ótica da EC, o desenho da interface relaciona três tipos de conhecimento: (1) de *design* e tecnologia; (2) de pessoas, princípios do funcionamento mental e (3) conhecimento da tarefa [4]. Os princípios da Engenharia da Usabilidade também foram considerados no processo de desenho das páginas de acesso e controle do sistema. Tais princípios são: facilidade de aprendizado, de uso e satisfação subjetiva do usuário [5]. A relevância da engenharia da usabilidade no desenvolvimento de IU para sistemas de informação em saúde é reconhecida na literatura [6,7].

Na Figura 1 é mostrada a arquitetura geral do sistema.

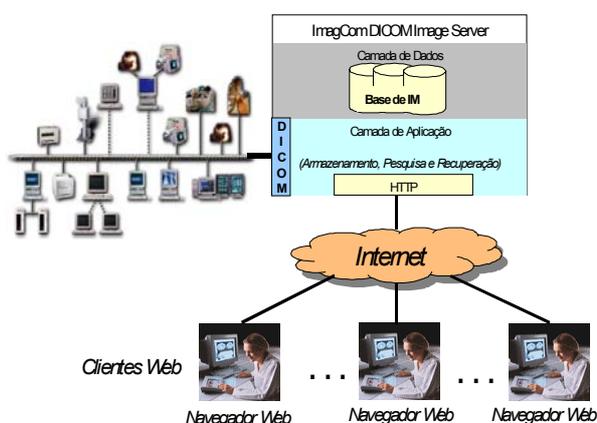


Figura 1 – Diagrama esquemático do mini-WEBPACS (extraído de [8]).

Metodologia

A metodologia do projeto baseou-se no uso de arquiteturas padrão (TCP/IP, DICOM, WEB) e *software* livre. O mini-WEBPACS é suportado por um servidor LINUX (plataforma Intel de 1Ghz, 256MB de RAM e 120GB de disco) com um banco de dados relacional (PostgreSQL [9]) e um servidor DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), que está sendo desenvolvido neste projeto utilizando linguagem Java, com o uso de um conjunto de classes oferecido por uma biblioteca DICOM, a dcm4che [10], distribuída sob os termos da GNU.

A biblioteca dcm4che é uma implementação do protocolo DICOM em Java de autoria da empresa Tiani Medgraph AG [11]. É um projeto amadurecido, versão 1.0.7, com um conjunto de classes implementadoras do protocolo DICOM, além de outras de auxílio ao desenvolvedor: as de camada J2EE e IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) [12], e as de autenticação e segurança. Optou-se por utilizá-la devido sua distribuição e modificação livre. Entre suas desvantagens podemos citar a falta de documentação, API incompleta ou inexistente e ausência de material de apoio para os programas exemplos.

O programa implementado deverá receber, executar e responder coerentemente às requisições de serviço originadas de equipamentos e/ou aplicações compatíveis com o padrão DICOM. O processamento das requisições utilizará o banco de dados PostgreSQL.

As páginas de acesso e controle do sistema foram desenvolvidas utilizando a ferramenta e-Gen© Developer [13]. Esta ferramenta é nacional e caracteriza-se por ser um ambiente RAD (*Rapid Application Development*), que proporciona o desenvolvimento rápido de aplicações para Web, totalmente escrito em Java e baseado no *framework* Jakarta Struts [14]. O código gerado pela ferramenta é padronizado e a maior parte das alterações necessárias podem ser realizadas dentro do ambiente, com fácil acesso às aplicações geradas anteriormente. Assim, a manutenção da aplicação se torna simples e pode ser realizada por qualquer membro da equipe, podendo este modificar ou incluir quaisquer funcionalidades, adequando o sistema às necessidades de cada Instituição. As linguagens de programação predominantes no desenvolvimento do sistema foram o JSP (Java Server Pages) e JavaScript. Embora a ferramenta e-Gen seja capaz de gerar a maior parte do código das páginas, inúmeras customizações foram necessárias para que a interface do sistema pudesse atingir o nível de usabilidade desejado. A falta de documentação foi

outra dificuldade encontrada no uso desta ferramenta.

A interface do mini-WEBPACS é basicamente consultiva, ou seja, a maior parte das ações do usuário ante o sistema são para a recuperação de imagens e informações médicas armazenadas no servidor.

A solução de *design* adotada foi disponibilizar, em uma única tela, as quatro modalidades de busca possíveis: busca por nome do paciente, busca por matrícula, busca por número do exame e busca por modalidade do exame. Essas opções de consulta foram agrupadas em duas partes consecutivas denominadas “abas”, são elas: Busca por Nome e Busca por Exame. Este *design* dispensa o uso de menus *drop-down* e o objetivo é mostrar claramente as alternativas possíveis a cada passo da interação, de forma que o usuário perceba rapidamente que tudo que é possível fazer no sistema está visível. Usuários dessa interface não precisam lembrar o que está disponível, pois o sistema o relembra quando necessário [4], isso significa minimizar a carga cognitiva do usuário.

As opções “busca por nome do paciente” e “busca por matrícula” constituem a aba Busca por Nome, e são apresentadas como página inicial do sistema por serem o tipo de consulta mais utilizada pelos médicos. Seguindo o mesmo critério de disposição, agrupou-se “busca por número do exame” e “busca por modalidade” na aba Busca por Exame. O usuário pode alternar entre as diferentes opções apenas clicando sobre as abas.

Na aba “Busca por Nome” o usuário pode optar entre fazer a busca pela matrícula ou pelo nome do paciente. Caso o usuário possua o número e a modalidade do exame, uma busca mais refinada pode ser feita através da opção “busca por número do exame”. Alternativamente, pode-se fazer a “busca por modalidade. Os diferentes tipos de busca oferecidos ao usuário representam apenas caminhos distintos para se obter um resultado comum – a visualização do exame do paciente.

Os resultados das consultas foram organizados na forma de relatório e os dados distribuídos em colunas. A forma de apresentação escolhida dispõe os resultados logo abaixo dos seus respectivos formulários. Este artifício de *design* provê o *feedback* imediato ao usuário, pois devolve o resultado de sua ação e o apresenta no mesmo ambiente em que foi realizada a pesquisa. Isso diminui consideravelmente o número de páginas do sistema, concentra as principais tarefas do usuário evitando que este se perca entre páginas de busca e resultado, além de conter um número mínimo de ações possíveis. Cada elemento

em uma interface acarreta uma sobrecarga ao usuário. O mini-WEBPACS possui poucas ações, as necessárias à tarefa, isso significa uma melhor usabilidade, pois o usuário pode se concentrar em entender essas poucas ações [4]. Igualmente nos dois relatórios, a primeira coluna (Paciente) possui os links de acesso às demais páginas do sistema e está organizada em ordem alfabética. Os links conduzem o usuário às páginas de laudo e visualização de exames. O visualizador de imagens DICOM está demonstrado na Figura 2.

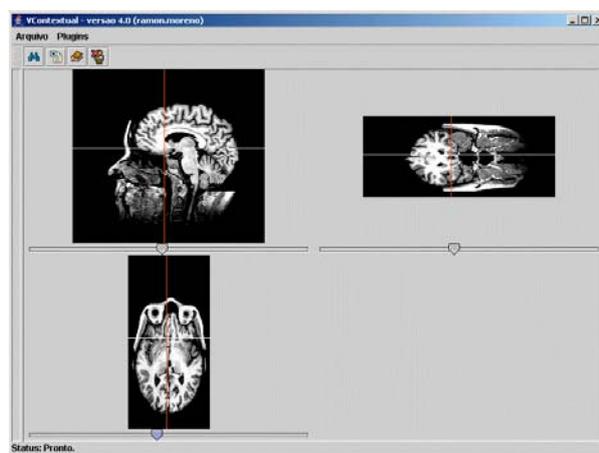


Figura 2 – Visualizador de imagens DICOM.

Além dos serviços de consulta e visualização de imagens, o mini-WEBPACS oferece aos médicos autorizados, a possibilidade de laudos serem visualizados, inseridos ou alterados a partir da interface WEB. A tela de exibição de laudos possui botões que se apresentam ora habilitados ora desabilitados, indicando para o usuário o que pode ser feito em cada documento específico. Algumas telas do sistema estão demonstradas nas figuras 3, 4,5.

Acredita-se que é sempre melhor o usuário operar um sistema sem ter que usar o *help* e no processo de *design* primou-se por isto. Porém, uma completa documentação, interativa e visual, feita em *HTML (HiperText Markup Language)*, foi preparada para explicar todo o funcionamento do sistema e dar o suporte necessário ao usuário caso surjam dúvidas ao interagir com a aplicação.

O uso destas tecnologias dispensa qualquer custo de licença, reduzindo ainda mais o investimento dos usuários. A segurança e o controle do acesso às informações foram feitos por um Serviço de Diretório utilizando o protocolo *LDAP (Lightweight Directory Access Protocol)*. Esse serviço pode ser integrado a uma solução mais completa e abrangente para transações seguras envolvendo encriptação e autenticação, utilizando serviços baseados em *Secure Socket Layer* [15].

Busca por Nome **Busca por Exame**

Busca por Nome do Paciente

Paciente

ATENÇÃO: Exemplo de Busca por nome do Paciente: Jose Pereira da Silva ou Jose%

Busca por Matrícula

Matrícula

Resultado Busca por Nome ou Matrícula do Paciente

Paciente	Matrícula	Nascimento
Jose da Silva Rocha	1111111	23/02/1980

[Imprimir](#) | [Sair do Sistema](#) | [Ajuda?](#)

Figura 3 – Tela Inicial (Busca por Nome).

InCor - HCFMUSP **Mini Web-Pacs**

Usuário: Alexandre Murakami 07/10/2004 10:02:15 ?

Busca por Nome **Busca por Exame**

Busca por Nº do Exame

Nº do Exame

Modalidade

Busca por Modalidade

Período

Modalidade

Resultado Busca por Nº ou Modalidade do Exame

Paciente	Matrícula	Nº do Exame	Modalidade	Data do Exame
Paula Lopes Silva	33333333	13	PET	15/08/2004

Figura 4 – Tela “Busca por Exame”.

Laudo e Exame	
Paciente: Paula Lopes Silva	Matrícula: 33333333
Sexo: F	Nascimento: 1960-05-12
Laudo Médico	
Numero do Procedimento : 166500	
<p>TÉCNICA Anestesia local com xilocaina a 2%. Punção da artéria femoral direita. Administrado vaso dilatador coronário. Introduzidos os catéteres de Judkin tipo Coronária direita, esquerda e catéter angiográfico sucessivamente, por técnica percutânea. Foram realizadas injeções seletivas de contraste na artéria Coronária direita, esquerda em várias projeções assim como injeção no exame foi completado com injeções em : Aorta. Manometria em mmHg - Repouso D5 D1 D2 M OVE 230 10 18 --- AO 130 50 --- 76</p>	
<p>CONCLUSÕES Situs Solitus. Manometria Elevação da PDF do VE. Gradiente de pressão entre VE e Ao. Circulação Coronária Circulação coronária com obstruções uniarterial. Cineangiocardiografia Insuficiência aórtica discreta. Descrição das Artérias Artéria Coronária</p>	
NºExame: 13	Data do Exame: 15/08/2004
Modalidade: PET	Última modificação em: 7/10/2004
<input type="button" value="Ver Imagem"/>	<input type="button" value="Inserir"/>
<input type="button" value="Atualizar"/>	<input type="button" value="Finalizar e Liberar"/>
<p>ATENÇÃO: Após clicar o botão "Finalizar e Liberar" o laudo não mais poderá ser editado.</p>	

Figura 5 – Tela de Laudos.

Resultados

O desenvolvimento desse projeto resultará num produto pronto para ser distribuído **gratuitamente** sob Licença Pública GNU para hospitais e clínicas interessadas no Brasil. Os softwares poderão ser fornecidos para *download* ou em mídia CD ROM. Os equipamentos (*hardware*) necessários são tais que podem ser adquiridos no mercado nacional, sem a necessidade de importação.

As principais vantagens do Mini-WEBPACS para um hospital ou clínica podem ser resumidas em [3]:

1. **Acessibilidade:** A informação está disponível para todo o pessoal médico no momento em que se requeira. Não é preciso contar com processos intermediários de solicitação, nem longos tempos de espera.
2. **Segurança:** O acesso da informação está predefinido e controlado por meios eletrônicos (senhas de acesso, perfis de controle, etc.).
3. **Facilidade de armazenamento:** Os processos de armazenamento de informações estão automatizados. A intervenção do pessoal técnico-administrativo se minimiza.
4. **Economia:** Os custos da implantação e operação deste sistema não são superiores aos

custos de manejo de filmes em sistemas de radiologia convencional. Conta-se também que os benefícios ao paciente devido ao incremento na eficiência são importantes.

5. **Emprego das bases de dados:** A qualidade do cuidado ao paciente se incrementa significativamente ao se permitir buscas e comparações entre imagens e procedimentos bem como se manter por longo prazo seu histórico digital.

6. **Visualização múltipla:** Uma imagem pode ser visualizada em lugares distintos simultaneamente, de tal maneira que um especialista possa fazer um diagnóstico no serviço de radiologia enquanto, ao mesmo tempo, um médico no consultório examina as imagens preliminarmente.

7. **Intercâmbio de imagens:** Vários hospitais e clínicas poderão transferir, via Internet, as imagens relativas a pacientes transferidos, ou atendidas em emergências.

8. **Interface centrada no usuário:** Do ponto de vista do usuário a interface "é" o sistema [4]. A IU do Mini-WEBPACS disponibiliza para o usuário/médico uma interface simples, rápida e fácil de usar, cujos controles permitem operações e efeitos relativamente óbvios, minimizando a ocorrência de erros e provendo um *feedback* imediato e útil.

Discussão e Conclusões

O projeto aqui proposto preocupou-se, em primeiro lugar, em desenvolver uma solução que reverta em melhoria de atendimento para pacientes clínicos. Nossa primeira preocupação é pois social. O projeto pretende atender não só instituições de grande porte, aptas a grandes investimentos em equipamentos e em tecnologia, mas também pequenos hospitais e centros de saúde. O InCor, através do seu Serviço de Informática, vem desenvolvendo projetos onde uma das preocupações maiores é sempre a de atender com qualidade e com o uso soluções de baixo custo, as expectativas e necessidades das instituições. É nesse sentido que o projeto aqui proposto está sendo desenvolvido, para servir como fator de estreitamento (do ponto de vista tecnológico) entre instituições que podem investir milhares de dólares em sistemas digitais para controle de imagens médicas e aquelas, que por um motivo ou outro, não podem dispor para tais investimentos.

Ademais, por ser a interface com o usuário o foco principal do trabalho apresentado é pertinente justificar que, a IU que é fácil de usar, fácil de aprender, e que permite ao usuário alcançar um alto nível de eficiência pode melhorar significativamente a aceitabilidade do usuário ao sistema.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio e financiamento que viabilizou o desenvolvimento deste projeto.

Referências

1. ACR-NEMA Committee (1993), Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): Version 3.0. National Electrical Manufacturers Association.
2. GNU (2004). General Public License. Available at: URL: www.gnu.org/copyleft/lesser.html. Accessed May 20, 2004.
3. Figueiredo, J.C.B., Furuie, S.S., Gutierrez M.A., Motta G.H.M.B., Moreno, R.A (2002), "Sistema Compacto para Armazenamento e Distribuição de Imagens Médicas em Ambientes Clínico-Hospitalares", *Anais do Congresso Brasileiro de Informática em Saúde -CBIS'2002*, Natal, 29 Sept – 02 Out.
4. Rocha, H.V., Baranauskas, M.C. (2003), *Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador*, Campinas: NIED/UNICAMP.
5. Nielsen, J., *Usability Engineering* (1993), Cambridge: Academic Press.
6. Coble J.M., Karat J., Orland M.J., Kahn M.G. (1997), "Interactive usability testing: ensuring a usable clinical workstation", *Proc AMIA Annu Fall Symp*, p.744-748.
7. Kushniruk A.W., Patel V.L., Cimino J.J. (1997), "Usability testing in medical informatics cognitive approaches to evaluation of information systems and user interfaces", *Proc AMIA Annu Fall Symp*, p.218-222.
8. Santos M., Ruiz E.E.S., (2002), "Desenvolvimento de Aplicações DICOM com uso de tecnologias Web: Um servidor e Cliente DICOM", *Anais do Congresso Brasileiro de Informática em Saúde -CBIS'2002*, Natal, 29 Sept – 02 Out.
9. PostgreSQL (2004). Available at: URL: <http://www.postgresql.org/>. Accessed May 20, 2004.
10. SourceForge.net (2004). Available at: URL: <http://sourceforge.net/projects/dcm4che/>. Accessed May 20, 2004.
11. Tiani (2004). Available at: URL: www.tiani.com. Accessed May 20, 2004.
12. RSNA (2004). Radiological Society of North America. Available at: URL: <http://www.rsna.org/IHE>. Accessed May 20, 2004.
13. E-Gen Developer (2003). Available at: URL: www.egen.com.br. Accessed May 10, 2004.
14. Struts (2004). The Apache Software Foundation. Available at: URL: <http://jakarta.apache.org/struts/>. Accessed May 10, 2004.
15. Motta G.H.M.B., Furuie S.S., "Um Modelo de Autorização e Controle de Acesso para o Prontuário Eletrônico do Paciente", *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, v.17, n. 3.

Contato

Keylla Sá Urtiga keyla@incor.usp.br
Grupo de Apoio
Serviço de Informática - InCor - HC-FMUSP
São Paulo – SP Fone: (11) 3069-5548