

FERRAMENTAS PARA VISUALIZAÇÃO DE IMAGENS MÉDICAS EM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO*

Edilson Carlos Caritá¹, André Luiz Mendes Matos², Paulo Mazzoncini de Azevedo-Marques³

Resumo **OBJETIVO:** Apresentar a implementação de “toolkits” para visualização de imagens médicas no padrão DICOM e fazer uma revisão dos fundamentos e características deste padrão. É apresentado o VDTApplication para visualização das imagens locais e remotas, e o VDTApplet, que possibilita a visualização das imagens utilizando um navegador. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Os “toolkits” foram implementados utilizando a linguagem de programação Java. Para seu desenvolvimento foram consideradas as variações do padrão DICOM, tornando-o um sistema genérico, capaz de ler e abrir imagens geradas por diferentes modalidades de diversos fabricantes. As ferramentas foram avaliadas qualitativamente por médicos, considerando a interface do sistema, a qualidade das imagens e o ajuste da imagem. **RESULTADOS:** A avaliação foi feita com base em conceitos de 1 (muito ruim) a 5 (muito bom) para cada item, sendo os resultados: 5 para interface do sistema, 4 para qualidade das imagens e 3 para ajuste da imagem. Baseando-se nos conceitos obtidos pode-se classificar as ferramentas como boas. **CONCLUSÃO:** As ferramentas são práticas, amigáveis e deverão ser incorporadas ao projeto PACS (“picture archiving and communication system”) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo.

Unitermos: Imagens médicas; DICOM; Radiologia sem filme; Visualizador de imagens médicas.

Abstract *Image viewing tools used in a medical school.*

OBJECTIVE: To present the process of implementation of toolkits for visualization of medical images using DICOM and to review the basis and characteristics of this protocol. In this paper we present a VDTApplication for visualization of local and remote images, and a VDTApplet that allows the visualization of images on a web browser. **MATERIALS AND METHODS:** The toolkits were implemented using Java programming language. For the development of this toolkit we considered the different version of the DICOM protocol, creating a generic system capable of reading and opening images generated by different modalities of different manufacturers. The tools were evaluated qualitatively by doctors taking into account the system’s interface, image quality and image adjustment. **RESULTS:** The evaluation score ranged from 1 (very poor) to 5 (very good) for each item, with the following results: 5 for system interface, 4 for image quality and 3 for the image adjustment. Based on the scores obtained we concluded that the tools can be considered good. **CONCLUSION:** These results allowed us to conclude that these tools are practical, user friendly and should be added to the PACS (picture archiving and communication system) of “Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo”, Ribeirão Preto, SP, Brazil.

Key words: Medical images; DICOM; Filmless radiology; Medical images visualization.

INTRODUÇÃO

Atualmente, os hospitais de grande e médio porte, visando melhorar a qualidade dos serviços e o atendimento aos pacientes, estão integrando seus sistemas de informação, para que estes sigam os conceitos ado-

tados mundialmente, que são: sistema de informação hospitalar (“hospital information system” – HIS), sistema de informação em radiologia (“radiology information system” – RIS) e sistema de comunicação e armazenamento de imagens (“picture archiving and communication system” – PACS)⁽¹⁻³⁾.

Essa integração possibilita a criação de sistemas de gerenciamento de imagens e redes locais de larga escala, permitindo que as informações dos pacientes e as imagens sejam compartilhadas e visualizadas local e remotamente. Quando a integração está

completa, temos um sistema de radiologia sem filme, que se refere a um hospital com ambiente de rede amplo e integrado, no qual o filme foi completamente ou em grande parte substituído por sistemas eletrônicos que adquirem, arquivam, disponibilizam e exibem imagens.

A implantação de um serviço de radiologia “filmless” tem resultado em grande número de avanços operacionais, incluindo melhoria no gerenciamento das imagens e leitura mais rápida, possibilitando acessos quase que em tempo real, eliminação de certo número de passos no processo de disponibilização das imagens, eliminação de exames perdidos e melhoria na produtividade do trabalho em grupo.

Para que os sistemas citados pudessem ter êxito em seus propósitos, foi definido,

* Trabalho realizado junto ao Centro de Ciências das Imagens e Física Médica (CCIFM) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), Ribeirão Preto, SP. Apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

1. Bacharel em Tecnologia em Processamento de Dados, Mestre em Engenharia Elétrica, Doutorando em Clínica Médica na subárea de Investigação Biomédica pela FMRP-USP, Docente do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnológicas da Universidade de Ribeirão Preto (Unaerp).

2. Bacharel em Tecnologia em Processamento de Dados, Mestre em Clínica Médica na subárea de Investigação Biomédica, Doutorando em Clínica Médica na subárea de Investigação Biomédica pela FMRP-USP.

3. Engenheiro Eletrônico, Doutor em Física Aplicada, Docente do CCIFM/FMRP-USP.

Endereço para correspondência: Prof. Dr. Paulo Mazzoncini de Azevedo Marques. Rua Ceará, 3005, ap. 022, Jardim Paulistano. Ribeirão Preto, SP, 14090-300. E-mail: pmarques@fmrp.usp.br

Recebido para publicação em 17/5/2002. Aceito, após revisão, em 13/10/2003.

em 1993, um padrão para transferência de imagens e informações associadas, conhecido como DICOM 3.0 (“digital imaging and communications in medicine”).

O DICOM é um padrão para comunicação e armazenamento de imagens médicas e informações associadas, atualmente utilizado por quase todas as modalidades de exames.

O padrão DICOM contém uma arquitetura para troca de informações e também para definição de protocolos de comunicação⁽⁴⁾.

O padrão foi desenvolvido por um comitê de trabalho, formado por membros do American College of Radiology (ACR) e da National Electrical Manufacturers Association (NEMA), que iniciou os trabalhos em 1983, tendo por objetivo o desenvolvimento de um padrão para comunicação digital de informações e imagens⁽⁵⁾. O comitê publicou a primeira versão em 1985, que foi chamada de ACR-NEMA 300-1985 (ou ACR-NEMA Version 1.0), e a segunda versão em 1988, chamada de ACR-NEMA 300-1988 (ou ACR-NEMA Version 2.0). A terceira versão do padrão, nomeada DICOM 3.0, foi apresentada em 1993, quando foi criado o protocolo de comunicação para rede^(6,7).

O padrão DICOM diferencia-se dos outros formatos de imagens, como JPEG, TIFF, GIF e outros, por permitir que as informações dos pacientes sejam armazenadas juntamente com a imagem, mas de forma estruturada. Isto é, elas são armazenadas contendo delimitadores, conhecidos como “tags”, que identificam e limitam as informações. A imagem propriamente dita no padrão DICOM é baseada no formato JPEG, com ou sem compressão, dependendo do equipamento que a gerou.

A grande vantagem dessa estrutura é permitir a leitura do arquivo e extração das informações necessárias para uma comunicação direta, ou seja, gerenciar as imagens e informações dos pacientes de forma coerente, mantendo sua integridade⁽⁸⁾.

Atualmente, outras tecnologias estão sendo associadas ao DICOM, proporcionando uma maior interligação entre os sistemas, trazendo vantagens para o fluxo de trabalho e possibilitando a implementação da função “worklist” do padrão DICOM, que é responsável pela distribuição das in-

formações entre os sistemas assim que o exame é realizado.

Outro padrão também usado para a integração entre os sistemas é o HL7 (“health level 7”), que tem o objetivo de simplificar a implementação de interfaces entre diferentes aplicações computacionais de diferentes fabricantes concorrentes.

O HL7 está concentrado no nível de aplicação padronizando o modelo de dados. Com sua utilização é possível definir os dados e as mensagens a serem transferidos pela rede, sendo que este padrão não procura assumir uma arquitetura particular física ou lógica para a implementação de sistemas de saúde⁽⁹⁾.

O comitê técnico do IHE (Integrating the Health Care Enterprise), além do DICOM e do HL7, está explorando o uso de outros padrões, tais como o XML (“extensible markup language”), buscando mostrar a importância dos padrões para o desenvolvimento do prontuário eletrônico do paciente⁽¹⁰⁾.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Centro de Ciências das Imagens e Física Médica (CCIFM) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade

de São Paulo (FMRP-USP), adequando-se aos conceitos adotados mundialmente para a implementação de um sistema de radiologia “filmless”, vem desenvolvendo aplicações para leitura e visualização de imagens no padrão DICOM.

Uma das aplicações implementadas foi o VDTApplication (“visual Dicom toolkit application”) (Figura 1), que é um conjunto de ferramentas que possibilita a recuperação, visualização, processamento e estudo de padrões em imagens médicas utilizando a linguagem Java da empresa SUN Microsystems. A partir das bibliotecas e funções do VDTApplication, juntamente com a tecnologia “Applet” da linguagem Java, foi criado o VDTApplet (“visual Dicom toolkit Applet”) (Figura 2), com a finalidade de visualização de imagens por intermédio de navegadores.

O recurso tecnológico “Applet” da linguagem Java possibilita a criação de programas que poderão ser executados remotamente em uma rede de computadores — intranet ou internet —, não sendo necessária a instalação do sistema no computador de cada usuário. Para utilizá-lo, deve-se acessar um determinado endereço através de navegadores, como, por exemplo, Internet Explorer ou Netscape.

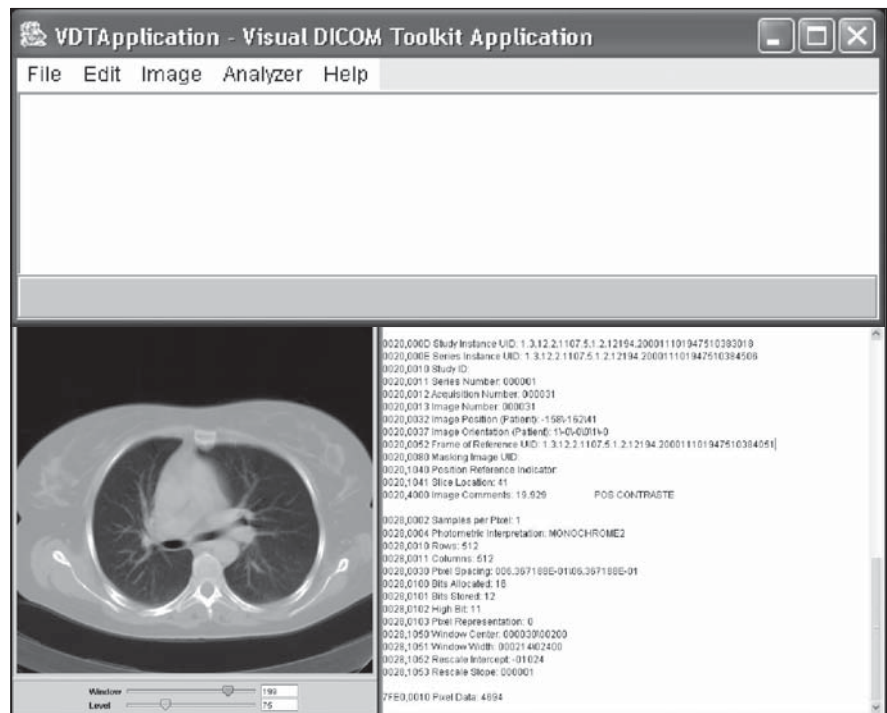


Figura 1. Tela com o VDTApplication.

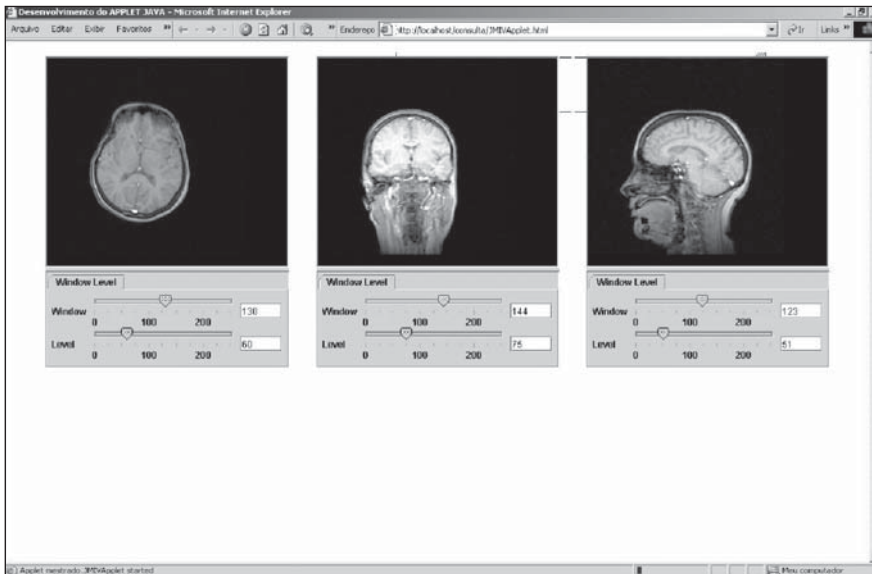


Figura 2. Tela com o VTDApplet.

O VDTApplication e o VTDApplet foram criados segundo o modelo do programa “JBuilder”, da empresa Borland. O “JBuilder” é voltado para o desenvolvimento de programas baseados na linguagem Java “pura”. A linguagem Java possui diversas vantagens, como a portabilidade para outras plataformas e sistemas operacionais (Windows, Linux, Unix e MacOS), estabilidade e um conjunto de bibliotecas com recursos de comunicação e gráficos, como, por exemplo, a JAI (“Java advanced imaging”), que foi utilizada no desenvolvimento dos visualizadores.

O VTDApplet possibilita a visualização de imagens nos padrões JPEG, GIF, TIFF, BMP, PNG, PNM e também no padrão DICOM.

Durante o desenvolvimento do VDTApplication e do VTDApplet para a visualização de imagens no padrão DICOM, foram consideradas as variações deste padrão, como, por exemplo, se o delimitador das informações a serem gravadas em um arquivo DICOM é “implícito” ou “explícito”, bem como se a sintaxe é “BigEndian” ou “LittleEndian”. Isto foi necessário, tendo em vista a necessidade de que o VTDApplet visualize uma maior variedade de imagens gravadas no padrão DICOM. Esta variedade de padrões se deve à flexibilidade incorporada ao DICOM para que os fabricantes de equipamentos possam utilizá-lo da maneira que melhor lhes atenda.

O VTDApplet possui ferramentas, tais como: ajuste de brilho e contraste, visualização das informações das imagens — padrão de cores utilizado, dimensão da imagem, resolução —, e no caso de imagens no padrão DICOM, informações sobre o equipamento que realizou o exame, o tipo do exame, os dados do paciente, etc.

O VTDApplet está sendo integrado ao RIS para permitir a visualização das imagens de exames realizados no Serviço de

Radiologia do Hospital das Clínicas da FMRP-USP (HCFMRP-USP), possibilitando aos médicos autorizados que consultem, além das informações do paciente e do exame, sua(s) imagem(ns) associada(s).

O RIS foi desenvolvido em parceria pelo CCIFM e o Centro de Informações e Análises (CIA) do HCFMRP-USP, com o objetivo de minimizar o tempo no processo de disponibilização e consulta de laudos através da rede “ethernet” do hospital⁽¹¹⁾.

O núcleo do RIS é o exame ao qual estão associados um número de identificação e outras informações referentes ao paciente, informações sobre sua realização e sobre o seu laudo. O sistema permite a emissão de relatórios de produtividade e técnicos, facilitando o gerenciamento e controle da qualidade do serviço⁽¹¹⁾.

O RIS trabalha sobre a plataforma do gerenciador de banco de dados Oracle, com interface ao usuário feita em Delphi, permitindo consulta “on-line” de laudos por meio de microcomputadores conectados à rede “ethernet” do hospital (Figura 3).

A consulta aos laudos contidos no RIS é feita mediante fornecimento do número do registro do paciente ou nome, e o resultado é a lista de todos os exames do paciente e suas condições (não laudados, laudados provisórios ou definitivos), bastando então selecionar o exame de interesse para



Figura 3. Tela com os módulos do RIS.

visualizar seu laudo; pode-se também fazer uma busca por enfermidades, por meio de palavras-chaves presentes nas descrições dos laudos.

As imagens visualizadas por meio do VDTApplet possuem dois módulos de arquivamento: “on-line” e “off-line”. As imagens do módulo “on-line” estão armazenadas em um servidor e indexadas em uma base de dados; já as imagens que estão em módulo “off-line” são armazenadas em CD-ROM, sendo estes gerados a partir de um servidor DICOM da Siemens (Magic View 300).

Os “toolkits” desenvolvidos foram avaliados qualitativamente por dois médicos especialistas do HCFMRP-USP, que consideraram os seguintes parâmetros: interface do sistema, tempo de recuperação da imagem, qualidade das imagens e ferramenta de ajuste da imagem. Os médicos utilizaram as aplicações por período determinado, com diferentes imagens, que foram escolhidas aleatoriamente por eles.

A avaliação foi realizada seguindo os critérios da Tabela 1.

Tabela 1 Índices para avaliação das aplicações.

Índice	Descrição
1	Muito ruim
2	Ruim
3	Satisfatório
4	Bom
5	Muito bom

RESULTADOS

As aplicações desenvolvidas foram testadas com imagens de duas modalidades: tomografia computadorizada (Somatom, Siemens) e ressonância magnética (Magnetom Vision, Siemens).

As avaliações foram feitas por um radiologista e um neurologista do HCFMRP-USP.

Considerando a Tabela 1, os médicos avaliaram as aplicações, sendo os resultados apresentados na Tabela 2.

No geral, as aplicações desenvolvidas foram consideradas boas, sendo sugeridas apenas melhorias nas ferramentas para ajuste de brilho e contraste ou janelamento das imagens.

Tabela 2 Resultado da avaliação feita pelos médicos especialistas.

Processo	M-1	M-2
Interface do sistema	4	5
Tempo de recuperação da imagem	4	4
Qualidade das imagens	4	4
Ferramenta de ajuste da imagem	3	3

M-1, médico 1; M-2, médico 2.

DISCUSSÃO

O padrão DICOM tem auxiliado bastante no desenvolvimento de sistemas para indexação e recuperação de imagens médicas, porém por ser um padrão que possui uma certa flexibilidade, isto eleva a complexidade para o desenvolvimento de ferramentas para manuseá-lo.

A idealização de uma aplicação via navegador contempla o propósito de que todo usuário já possui em seu computador um navegador, o que minimiza o tempo de instalação do sistema.

Outro aspecto relevante da utilização de um “Applet” em um navegador é que as futuras atualizações do “toolkit” serão efetuadas somente no servidor, ou seja, não é necessário atualizar o “toolkit” em cada computador que realiza a visualização das imagens. Além disso, o tempo de treinamento também é reduzido, pois a grande maioria dos usuários já conhece a internet e seus recursos.

Existem atualmente, no mercado, várias soluções para visualização de imagens no padrão DICOM, todavia, além do conhecimento adquirido durante o desenvolvimento de um visualizador próprio, temos uma aplicação voltada para as reais necessidades do Serviço de Radiodiagnóstico do HCFMRP-USP.

Os visualizadores desenvolvidos aumentaram a “performance” do RIS, pois, além de poder consultar e verificar os laudos dos exames, o médico tem acesso às imagens dos exames de um determinado período. Em continuidade aos trabalhos, a próxima etapa será a implementação de um servidor DICOM Web, possibilitando assim a implantação de um PACS.

As vantagens com a implementação de um PACS são várias, dentre elas destacando-se a melhoria no atendimento ao paciente, a eficiência operacional, a redução de custos e o aumento da produtividade⁽¹²⁾.

O PACS pode reduzir várias das ineficiências de um departamento de radiologia. Essas limitações incluem não poder ter a radiografia em vários departamentos ao mesmo tempo, o tempo de retorno do filme é relativamente longo, e ainda pode ocorrer a perda ou o extravio do filme⁽¹⁰⁾.

Atualmente, vários departamentos de radiologia, apostando nas vantagens teóricas, estão adotando o sistema de radiologia sem filme e descobrindo que há redução de custo associado com os filmes, bem como acesso mais rápido aos exames pelos médicos, porém ainda não é possível demonstrar o ganho de produtividade pelos radiologistas ou grupo de trabalho⁽¹⁰⁾.

Os visualizadores desenvolvidos contemplam a primeira etapa da padronização do Serviço de Radiologia do HCFMRP-USP, visando a um sistema completo de radiologia “filmless”.

REFERÊNCIAS

- Bakker AR. HIS and RIS and PACS. Nato Ansi Series – Picture archiving and communications system (PACS) in medicine. Springer-Verlag, 1991:157–62.
- Johnson ND, Garofolo G, Geers W. Demystifying the hospital information system/radiology information system integration process. *J Digit Imaging* 2000;13(2 Suppl 1):175–9.
- Arenson RL, Andriole KP, Avrin DE, Gould RG. Computers in imaging and health care: now and in the future. *J Digit Imaging* 2000;13:145–56.
- Hori SC. Primer on computers and information technology. Part four. A nontechnical introduction to DICOM. *RadioGraphics* 1997;17:1297–309.
- National Electrical Manufacturers Association. NEMA Digital imaging and communications in medicine (DICOM). Washington, DC: NEMA, 2001.
- Fritz SL. DICOM standardization. *Filmless radiology*. Springer Verlag, 1999:435–8.
- Freire HJP. Proposta de um sistema de banco de dados para tomografia por ressonância magnética nuclear. (Dissertação de Mestrado). São Carlos, SP: Instituto de Física de São Carlos – USP, 1997.
- Kimura M, Tani S, Baatar S, *et al.* Implementation of multi-vendor DICOM standard image transfer in hospital wide ATM network. *Comput Methods Programs Biomed* 1998;57:85–9.
- Abrahão MTGA, MF. A utilização do HL7 na comunicação de sistemas de informação em saúde. *Anais do XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*, 2000:1128–32.
- Siegel E, Reiner B. Work flow redesign. The key to success when using PACS. *AJR* 2002;178:563–6.
- Azevedo-Marques PM, Santos AC, Elias Júnior J, Goes WM, Castro CR, Trad CS. Implantação de um sistema de informação em radiologia em hospital universitário. *Radiol Bras* 2000;33:155–60.
- Beird LC. The importance of a picture archiving and communications system (PACS) manager for large-scale PACS installations. *J Digit Imaging* 1999;12(2 Suppl 1):37.