

Proposta de Gerenciamento de Exames Médicos Utilizando uma Aplicação DICOM

Neimar Neitzel¹, Renato Bobsin Machado¹, Hwei Diana Lee¹,
Feng Chung Wu^{1,2}, Joylan Nunes Maciel¹, João José Fagundes²,
Juvenal Ricardo Navarro Góes²

¹Laboratório de Bioinformática (LABI)
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)
Parque Tecnológico Itaipu – PTI – Caixa Postal 1511 – 85856-970
Foz do Iguaçu – PR – Brasil.

²Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Campinas – SP – Brasil

mar.neitzel@gmail.com, rmachado@itaipu.gov.br

Abstract. *The development of diverse Telemedical applications has been motivated by research both in the computational and medical areas. In order to contribute with the diagnosis and the remote accompaniment of patients, it is presented in this work a Serving Application model. This application will be responsible for the process of acquisition and management of medical examinations, from hospital equipment following the DICOM protocol. The solution will also make possible the storage of the examinations in a centered database, facilitating the search and the remote access to these examinations*

Resumo. *O desenvolvimento de diversas aplicações em Telemedicina tem sido motivado pelas pesquisas realizadas conjuntamente pelas áreas computacional e médica. Buscando contribuir para o diagnóstico e o acompanhamento remoto de pacientes, neste trabalho é apresentado um modelo de uma Aplicação Servidora. Esta aplicação será responsável pelo processo de aquisição e gerenciamento de exames médicos, a partir de equipamentos hospitalares seguindo o protocolo DICOM. A solução também realizará o armazenamento dos exames em uma base de dados centralizada, facilitando a busca e o acesso remoto aos exames.*

1. Introdução

As áreas de transmissão de dados e sistemas distribuídos têm apresentado grandes avanços tecnológicos, possibilitando a transferência cada vez mais rápida de grandes quantidades de dados por meio das redes de computadores. Motivado por este cenário e pelas necessidades da área médica, o Laboratório de Bioinformática – LABI – da UNIOESTE em parceria com o Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP vem desenvolvendo pesquisas na área de Telemedicina. Nessa linha foram desenvolvidos protótipos para a transmissão de dados médicos em tempo real pela Web, permitindo a interação entre pesquisadores por meio de recursos multimídia [Maciel et al. 2006, Pereira et al. 2004, Bueno et al. 2004].

Os resultados alcançados nas pesquisas realizadas motivaram a expansão dessas aplicações [Maciel et al. 2006]. Neste cenário observa-se que grande parte dos exames médicos gerados por equipamentos de tomografia-computadorizada, ultra-sonografia, ressonância magnética, entre outros, são armazenados de forma digital em bases de dados. Deste modo, neste trabalho é proposta a criação de uma Aplicação Servidora – AS –, que irá adquirir, através de uma rede de comunicação de dados, imagens e dados de exames a partir de diferentes equipamentos hospitalares e os armazenar em uma base de dados centralizada. Isso permitirá o acesso e a transmissão dessas imagens e dados através de uma rede TCP/IP [Tanenbaum 1997], e a interação com Aplicações Clientes – AC –, baseadas no protocolo Digital Imaging and Communication in Medicine – DICOM – [ACR-NEMA 2006].

Com o intuito de fazer uma busca em diferentes equipamentos hospitalares, o projeto será subsidiado pelo protocolo DICOM, o qual consiste em uma padronização para a comunicação entre equipamentos hospitalares e o armazenamento de exames médicos.

2. Materiais e Métodos

Em 1993, o comitê de trabalho da American College of Radiology – ACR – e do National Electrical Manufactures Association – NEMA – [ACR-NEMA 2006], desenvolveu a terceira versão do padrão de informação de imagens médicas digitais, o qual foi intitulado DICOM 3.0. O padrão DICOM é aceito internacionalmente e foi desenvolvido para permitir a transmissão e o armazenamento de imagens médicas digitais, independente dos fabricantes dos equipamentos. Essa característica permite o desenvolvimento de aplicativos para o gerenciamento da comunicação de informações e imagens médicas digitais.

2.1. Comunicação DICOM

A comunicação entre aplicações especificadas pelo protocolo DICOM é feita por um conjunto de serviços que realizam a troca de dados em redes TCP/IP. Na Figura 1 é apresentada a hierarquia de protocolos de aplicações baseadas na arquitetura DICOM.

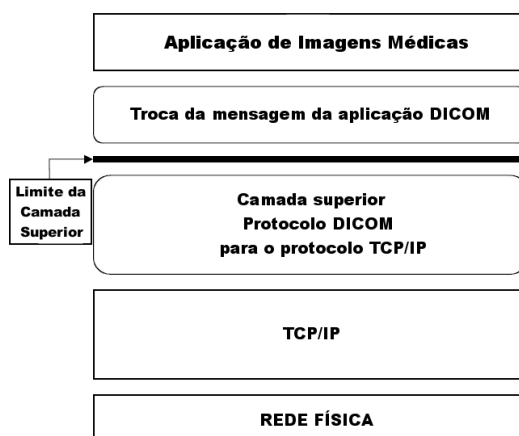


Figura 1. Arquitetura do protocolo de rede DICOM [ACR-NEMA 2006].

A camada Aplicação de Imagens Médicas é responsável pela interface com o usuário e geração dos pedidos de comunicação. A área de troca de mensagens codifica e decodifica as mensagens enviadas e recebidas pela aplicação. A Camada Superior

do DICOM realiza a interação com a arquitetura de protocolos TCP/IP, possibilitando a utilização de seus serviços.

As mensagens trocadas entre as aplicações definem o modo de início e término de uma comunicação. As principais mensagens descritas pelo protocolo para o gerenciamento da comunicação são a A-ASSOCIATE e a A-RELEASE, as quais serão descritas a seguir.

A primitiva A-ASSOCIATE realiza o início da comunicação entre duas aplicações DICOM, conforme é apresentado na Figura 2. Nessa figura apresenta-se a seqüência de mensagens para o estabelecimento de comunicação entre aplicações DICOM.

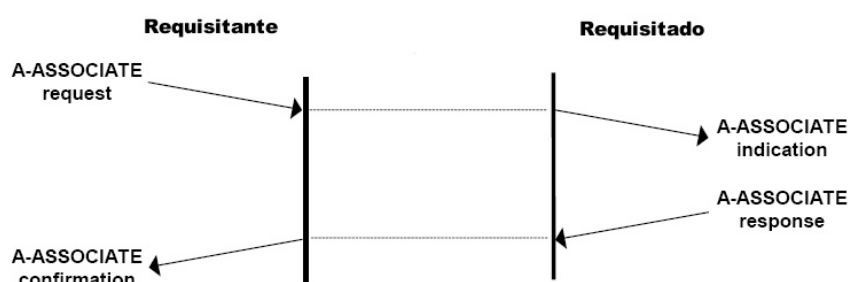


Figura 2. Estabelecimento de uma comunicação DICOM [ACR-NEMA 2006].

A aplicação que inicia a comunicação, envia uma solicitação de A-ASSOCIATE *request* para a aplicação a qual deseja se conectar. Nessa mensagem estão presentes informações relativas ao tipo de serviço que a aplicação solicita e as categorias de transferências de dados suportadas. A aplicação remota recebe o pedido de A-ASSOCIATE *indication*, e deve verificar quais dos serviços presentes na mensagem são suportados, assim como definir para cada serviço as premissas que serão utilizadas durante a comunicação. Os demais serviços não suportados serão marcados como rejeitados. Depois de realizar todas as verificações, a aplicação remota responde o pedido com a primitiva A-ASSOCIATE *response*, contendo uma lista dos serviços e codificações aceitos e rejeitados. A aplicação solicitante, ao receber a A-ASSOCIATE *confirmation*, verifica os serviços aceitos.

A primitiva A-RELEASE segue a mesma dinâmica de mensagem da A-ASSOCIATE, porém com o objetivo de finalizar a comunicação entre as aplicações.

A estrutura das mensagens DICOM é dividida em um *Command Set* seguido por uma série de *Data Sets* conforme é ilustrado na Figura 3. Os *Command Sets* são formados por *Command Elements*, os quais são constituídos por *Tag*, *Value Length* e *Value*. O *Command Element* tem a finalidade de indicar as operações e notificações a serem executadas com o *Data Set*.

O campo *Tag* é um identificador que contém a codificação da operação que será realizada;

O campo *Value Length* contém o tamanho do campo *Value*;

O campo *Value* contém todas as informações referentes a operação.

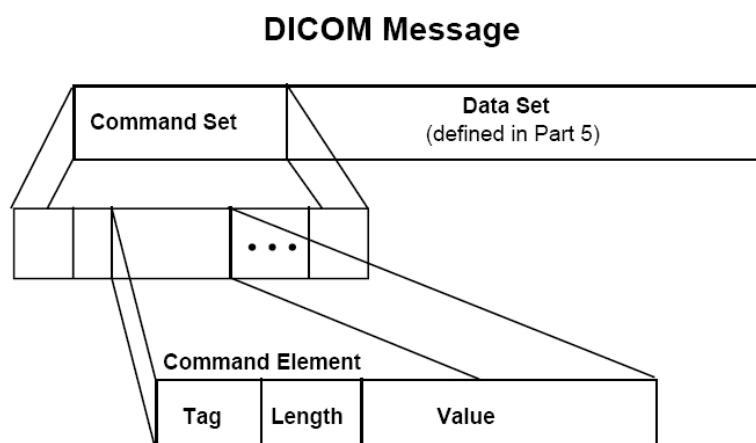


Figura 3. Mensagem DICOM [ACR-NEMA 2006].

2.2. Estrutura do Arquivo DICOM

O arquivo DICOM é definido como *Data Sets* e sua estrutura é dividida em *Data Elements*, estrutura similar ao *Command Element*, apresentado na Figura 3.

O arquivo é dividido em duas partes, o cabeçalho e uma imagem ou um conjunto de imagens. Cada *Data Element* representa uma informação referente ao cabeçalho. Os principais *Data Elements* são referentes aos pacientes, equipamentos, tipo de exame e imagens. Os *Data Elements* relativos aos pacientes são compostos por informações tais como nome, idade, estudo de caso, entre outros; Os *Data Elements* referentes a imagem contém o tamanho, tipo de compressão utilizada e a quantidade de imagens.

2.3. Modelo da Solução Proposta

A AS apresentada neste projeto, destina-se a aquisição e ao gerenciamento de exames médicos baseados no padrão DICOM, possibilitando a busca remota por esses exames e a transmissão dos mesmos através de uma rede TCP/IP. O modelo da aplicação proposta é apresentado na Figura 4.

Os equipamentos hospitalares presentes na Figura 4, tais como tomografia-computadorizada, ultra-sonografia, ressonância magnética, entre outros, possuem dados e exames dos pacientes em formato DICOM.

A AS mantém a comunicação com os equipamentos hospitalares através de uma rede TCP/IP. Por meio dessa interface, a AS realiza a aquisição de exames médicos e os armazena em uma base de dados centralizada, conforme a arquitetura do modelo de comunicação DICOM (Seção 2.1). A AS disponibiliza o acesso para AC por meio de uma rede TCP/IP. Essa arquitetura permite que AC realizem requisições de exames de um paciente para a AS, a qual irá pesquisar em sua base de dados e retornar o arquivo referente ao exame solicitado. Essa característica da AS possibilita o acesso remoto aos exames no formato DICOM. Desse modo, especialistas poderão avaliar os exames de um paciente remotamente.

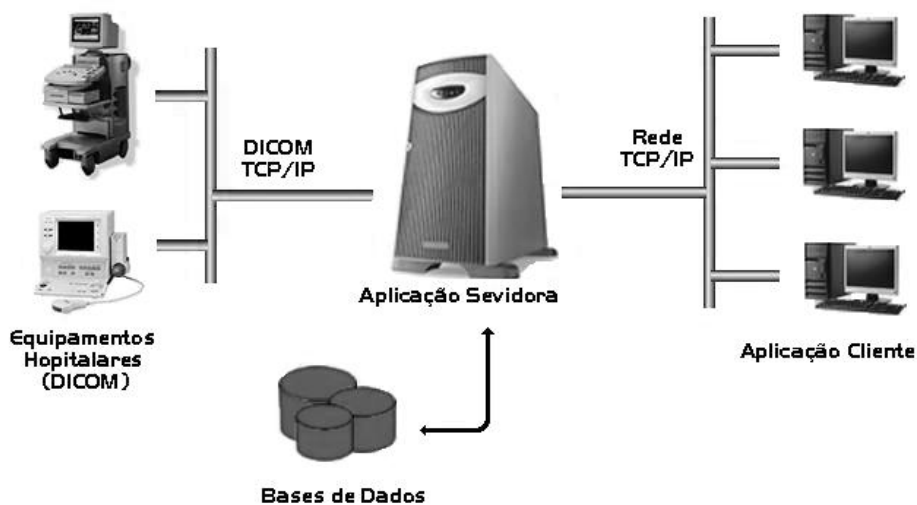


Figura 4. Arquitetura do modelo proposto.

2.4. Implementação e Avaliação do Modelo

Para a implementação da AS serão utilizadas a linguagem de programação Java [Deitel 2003], e o Sistema Gerenciador de Banco de Dados MySQL [Korth and Silberschatz 1995]. Para auxiliar na manipulação e apresentação dos dados, no formato DICOM [ACR-NEMA 2006], serão utilizadas bibliotecas que implementam este protocolo, facilitando a criação de objetos DICOM e o processo de transmissão dos dados.

A análise de desempenho será baseada em um conjunto de exames com carga de dados no intervalo de 10 a 150 MB, variando-se de 10 em 10 MB. Os experimentos serão realizados transmitindo-se esses exames em distintas tecnologias de rede: Ethernet 10 Mbps, Ethernet 100 Mbps, Ethernet 1000 Mbps e em ambiente *Asymmetric Digital Subscriber Line* – ADSL –. Os resultados serão avaliados aplicando-se métodos estatísticos.

3. Resultados e Discussão

Para o desenvolvimento do projeto foram estudados protocolos e arquiteturas para a AS, a qual está em fase de definição. A próxima etapa do projeto será a implementação do modelo, para posterior avaliação do desempenho e validação da solução por meio de reuniões com especialistas das áreas médica e computacional. Para a implementação do modelo serão seguidas as especificações do protocolo DICOM, referentes a troca de mensagens, comunicação e armazenamento.

Considerando que os protótipos anteriores [Maciel et al. 2006, Pereira et al. 2004, Bueno et al. 2004] da linha de pesquisa do LABI utilizaram a tecnologia Java, a qual é livre, multiplataforma e possui facilidades de extensão para ambiente Web, a solução proposta será desenvolvida na Linguagem de programação Java.

Para o armazenamento dos dados na AS será utilizada a tecnologia de bancos de dados MySQL, centralizando o acesso a exames anteriores e atuais de um paciente.

Deste modo, torna-se desnecessário que as AC conectem-se a diferentes equipamentos hospitalares para buscar exames realizados por pacientes.

O padrão DICOM também especifica a interação da conexão com a rede TCP/IP, o que possibilita a disponibilização dos exames via rede e permite aos especialistas acessarem os dados dos pacientes remotamente por meio da Internet. Deste modo, pode-se ampliar o campo de diagnóstico e o acompanhamento remoto de exames médicos, permitindo a interação entre os especialistas durante o diagnóstico.

A partir da solução proposta será disponibilizado para médicos e especialistas o acesso aos exames médicos digitais, por meio de equipamentos, tais como *Personal Digital Assistant* – PDA –, notebooks e microcomputadores, que estejam conectados a uma rede. Adicionalmente, a AS poderá ser integrada ao sistema de transmissão de dados em tempo real desenvolvido pelo LABI [Maciel et al. 2006].

4. Conclusões

A AS proposta neste trabalho possibilitará a aquisição, o gerenciamento, o armazenamento e a transmissão de imagens médicas digitais seguindo o padrão DICOM por meio de redes TCP/IP. A utilização desta solução permitirá que médicos e especialistas tenham acesso remoto aos exames realizados em distintos equipamentos hospitalares de maneira centralizada. O desenvolvimento da AS possibilitará a implementação de AC que facilitem o diagnóstico e o acompanhamento remoto dos pacientes.

Agradecimentos

Ao Programa de Desenvolvimento Tecnológico Avançado – PDTA/FPTI-BR – pelo auxílio por meio da linha de financiamento de bolsas.

Referências

- ACR-NEMA (2006). *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)*. Rosslyn, Virginia - USA.
- Bueno, M. A. F., Machado, R. B., Lee, H. D., Wu, F. C., Fagundes, J. J., and Góes, J. R. N. (2004). Conferência multimídia em experimentos médicos. In *Anais do I WorkComp Sul*, Florianópolis - SC.
- Deitel, P. J. D. H. M. (2003). *Java: Como Programar*. Bookman, Porto Alegre - Brasil, 4th edition.
- Korth, H. F. and Silberschatz, A. (1995). *Sistema de Banco de Dados*. Makron Books, São Paulo - Brasil, 2th edition.
- Maciel, J. N., Machado, R. B., Wu, F. C., Lee, H. D., Fagundes, J. J., and Góes, J. R. N. (2006). Protótipo de conferência multimídia e transmissão de dados de experimentos médicos em tempo real pela web. In *Anais do VI Workshop de Informática Médica*, Vila Velha - ES.
- Pereira, R. M., Machado, R. B., Wu, F. C., and Lee, H. D. (2004). Videoconferência e transmissão de dados médicos em tempo real pela web. In *Anais da 1ª Semana de Computação do Oeste do Paraná - SECOP*, Foz do Iguaçu - PR.
- Tanenbaum, A. S. (1997). *Redes de Computadores*. Campus, Rio de Janeiro - Brasil, 3th edition.