

Armazenamento de Imagens Médicas com InterBase

GERALDO HENRIQUE NETO¹, WDSOON DE OLIVEIRA¹
FABIO VALIENGO VALERI²

CUML – Centro Universitário Moura Lacerda¹
Bacharelado em Ciência da Computação
Av. Dr. Oscar de Moura Lacerda – CEP 14076-510 – Ribeirão Preto – SP
Instituto Vítório Valeri de Diagnósticos Médicos²
Av. Nove de Julho, 1347 – CEP 14015-170 – Ribeirão Preto - SP
¹ geraldo.henrique@netsite.com.br, ¹ wdson@bol.com.br, ² valeri@valeri.com.br

Resumo: Atualmente, sistemas que armazenam e gerenciam imagens médicas de forma sistematizadas, tem proporcionado grandes benefícios para a medicina. Esses sistemas são de extrema importância para centros de diagnósticos por imagens, entretanto, as imagens nos possibilita abstrair informações muitas vezes não correlacionadas em laudos textuais. Outro benefício em armazenar imagens, é a criação de um banco de dados de imagens médicas, solucionando questões relacionadas à conservação das imagens.

Palavras chave: PACS, DICOM, InterBase, Imagens Médicas.

1 Introdução

Atualmente percebe-se o uso cada vez mais constante e intenso da computação na área da saúde. Esta inovação tecnológica, que a princípio começou de maneira “gradativa”, é hoje considerada por muitos uma das ferramentas mais importantes e indispensáveis nesse seguimento^[4,10].

O desenvolvimento da atividade clínica é marcada pela procura contínua de diagnósticos precisos e de ação terapêuticas adequadas. Para dar suporte a essa tarefa da melhor maneira possível, o clínico faz uso de uma imensa variedade de informações, dentre as quais podemos destacar particularmente as imagens, que proporcionam uma interpretação direta e cada vez mais precisa^[10].

Ao longo do tempo, vários fatores têm contribuído para o desenvolvimento e aplicação que se fazem referência à imagens e sua atuação na medicina: a evolução de forma acelerada da tecnologia dos computadores e sua capacidade cada vez maior de processamento; o desenvolvimento de novas técnicas de aquisição, o aperfeiçoamento de algoritmos capazes de executar de maneira automática tarefas morosas e complexas^[2,3,10].

Com a inovação da tecnologia da informação na área da medicina, visando melhorar a qualidade dos serviços

e o atendimento dos pacientes, hospitais e clínicas de pequeno e grande porte estão realizando a integração de seus sistemas de informações para tecnologias utilizadas mundialmente, dentre elas, podemos citar: (*HIS – Hospital Information System*), (*RIS – Radiology Information System*) e (*PACS – Picture Archiving and Communication System*). Essa integração possibilita a criação de gerenciamento e armazenamento de imagens, possibilitando que as informações dos pacientes e suas respectivas imagens sejam compartilhadas, sua recuperação e visualização passam ser realizadas localmente e remotamente^[11].

Para que esses sistemas pudessem obter êxito em seus objetivos, foi criado, em 1993, um padrão de imagens e informações, chamado DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*), que entre outras finalidades define a forma de efetuar o armazenamento e transmissão de imagens médicas de maneira padronizada^[5]. A obtenção das imagens digitais pode ser realizada através de scanner, câmeras digitais ou simplesmente utilizando o padrão “DICOM”, visto que esse padrão é gerado pelos equipamentos atuais que utilizam imagens médicas, tais como, tomografia computadorizada, ressonância magnética, ultrasonografia, mamografia, dentre outros^[10].

O armazenamento de imagens médicas de maneira padronizada têm proporcionado inúmeros fatores

favoráveis, como: possibilidade de criação de uma biblioteca digital de imagens médicas, permitindo a organização, catalogação, disponibilização de acesso, conservação e apoio ao ensino e pesquisa; telemedicina: onde podemos enviar imagens e informações de pacientes para pólos especializados, a fim de uma segunda opinião diagnóstica ou até mesmo auxiliando o ensino e pesquisa^[10]. A figura 01, apresenta alguns exemplos de diagnóstico por imagem, utilizando tecnologia atual, proporcionando imagens de alta resolução.



Figura 01: Exemplo de imagens médicas^[10]

Os sistemas PACS, apesar do interesse e das funcionalidades que proporcionam, infelizmente não tem sido utilizado como se esperava, fato que se justifica principalmente pelo elevado investimento na implantação (PACS da Siemens tem o custo aproximando de 1,5 milhões de dólares). Com a existência de intranets e conseqüentemente da integração das tecnologias “Web” com os diversos equipamentos médicos existentes, possibilitando o desenvolvimento de sistemas de armazenamento de imagens médicas a um custo bem reduzido. Fazendo uso de tecnologia “Web” (internet), torna-se possível a visualização dessas imagens em qualquer parte do mundo, fato que torna-se imprescindível a padronização das imagens médicas para padrões mundiais de comunicação digital, a citar o DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*)^[10]. Um fator considerado de extrema importância na utilização de sistemas PACS, é a possibilidade de permitir a manipulação e visualização de imagens médicas sem a necessidade de utilização dos convencionais filmes, reduzindo, de maneira significativa, o custo da manutenção desses exames^[1,2].

2 Imagem Digital

Uma imagem refere-se à função bidimensional de intensidade de luz $f(x,y)$, onde x e y denotam as coordenadas espaciais e o valor de f em qualquer ponto (x,y) é proporcional ao brilho (ou nível de cinza) da imagem naquele ponto. A imagem digital pode ser considerada como sendo uma matriz cujos índices de linhas e colunas identificam um ponto na imagem, e o correspondente valor do elemento da matriz identifica o nível de cinza naquele ponto. Os elementos dessa matriz digital são chamados de elementos da imagem, elementos da figura “pixels”^[9].

3 PACS

PACS – *Picture Archiving and Communication System*, sistemas que proporcionam o armazenamento e comunicação de imagens de uma forma normalizada, possibilitando que as informações dos pacientes e suas respectivas imagens sejam compartilhadas e visualizadas em monitores de alta resolução, distribuídos em locais fisicamente distintos^[12]. A figura 02, apresenta um exemplo de Sistemas Mini-PACS, onde imagens oriundas de diversos aparelhos são armazenadas em um servidor de imagens centralizado.

O PACS tem como objetivo principal realizar a integração e comunicação eficiente de vários equipamentos médicos que trabalham com imagens como por exemplo: TC – Tomografia Computadorizada, RS – Ressonância Magnética, US – Ultra-som, RX – Raio X, etc. Com essa finalidade, a NEMA – *National Equipment Manufactures Association* e a ACR – *American College of Radiology* criaram um formato padrão de dados e imagens, o DICOM, que define o armazenamento e transmissão de imagens médicas de maneira padronizada.

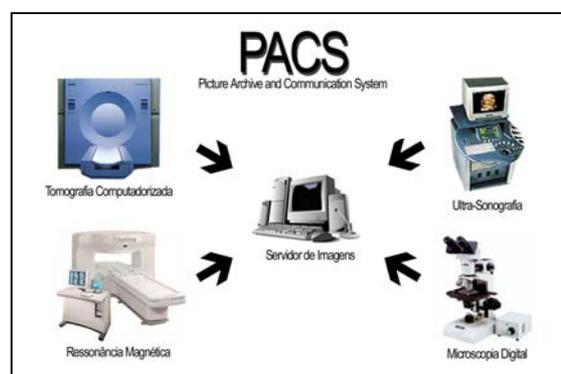


Figura 02: PACS^[10]

4 Padrão DICOM

O *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) é um padrão desenvolvido por um comitê de trabalho formado por membros do *American College of Radiology* (ACR) e do *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) que iniciou os trabalhos em 1983, este comitê foi constituído com a finalidade de desenvolver um padrão digital de informações e imagens. 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 de DICOM 3.0 foi apresentada em 1993, que tinha como objetivos principais: promover a comunicação de informações de imagens digitais, sem levar em consideração os fabricantes dos aparelhos; facilitar o desenvolvimento e expansão dos sistemas PACS e permitir a criação de uma base de dados de informações de diagnósticos que possam ser examinadas por uma grande variedade de aparelhos distribuídos fisicamente em entidades de saúde. A figura 03, descreve o protocolo DICOM com suas principais características.

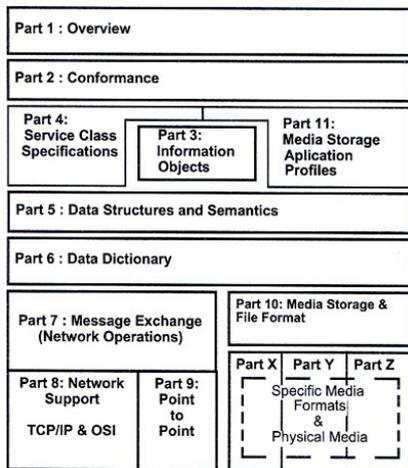


Figura 03: Partes presentes e propostas na extensão do protocolo DICOM^[5]

Uma das principais vantagens em utilizar o padrão DICOM, é que esse padrão é diferente dos demais formatos conhecidos comercialmente como (JPEG, TIF, BMP e outros), pois permite que as informações dos pacientes sejam armazenadas, de forma estruturada, juntamente com a imagem, isto é, elas são armazenadas utilizando ponteiros, conhecidos como “tags” que identificam e limitam as informações. A imagem

DICOM é baseada no formato JPEG com ou sem compressão, dependendo do equipamento que a gerou^[12].

5 Obtenção de Imagens Médicas

A obtenção das imagens na área da medicina pode ser realizada utilizando inúmeros recursos, como, por exemplo, câmeras digitais (colposcopia, peniscopia, vulvoscopia, patologia, dermatologia, etc), scanners (através da “varredura” por linhas, obtém a imagem digital) e simplesmente utilizando o padrão DICOM, visto que esse padrão atualmente é encapsulado nos equipamentos de produção de imagens médicas de tecnologia atual.

A aquisição das imagens médicas é de extrema importância para a fase de processamento das imagens, portanto as imagens oriundas de exames médicos devem estar com uma “qualidade regular” no que se refere a visualização com uma boa resolução. Tal fato em questão, pode interferir indiretamente na interpretação da imagem, podendo ocasionar um erro de interpretação, e conseqüentemente um diagnóstico não preciso, resultando prejuízo para o paciente.

6 Compressão de Imagens

Uma grande quantidade de dados é produzida quando uma função de intensidade de luz bidimensional é amostrada e quantizada para criar uma imagem digital. Essa quantidade de dados gerada pode ser tão grande que inviabiliza o armazenamento, o processamento e a comunicação.

A compressão de imagens tem como objetivo reduzir a quantidade de dados necessária para representar uma imagem digital. A base do processo de redução é a remoção de dados redundantes. Do ponto de vista matemático, isto corresponde a transformar uma matriz de pixels de duas dimensões num conjunto de dados estatisticamente decorrelacionados. A transformação é aplicada antes do armazenamento ou transmissão da imagem^[9].

As técnicas de compressão incluem-se em duas grandes categorias: com preservação da informação e com perda. A categoria que trata da compressão com preservação da informação é sem margem de dúvida, imprescindível para o armazenamento de imagens médicas, permitindo que a imagem seja comprimida e descomprimida sem perder informação, fator relevante que pode decidir uma determinada impressão diagnóstica.

A tabela 01 apresenta uma amostragem típica de imagens provenientes de diversos aparelhos,

respectivamente com a resolução utilizada e espaço necessário para o armazenamento.

Tabela 01: Espaço necessário para o armazenamento^[2]

Tipo de Imagem	Resolução Típica	Espaço
Radiografia	2048x2048x12 bits	32 MB
Mamografia	4096x5120x12 bits	160 MB
CT	512x512x12x n.º imagens	15 MB
RM	256x256x12x50 imagens	6.3 MB
Ultra-sons	256x256x8 bits	1.5 MB
Medicina nuclear	128x128x8 bits	0.4 MB

7 Banco de Dados

A escolha do banco de dados para realizar o armazenamento de imagens é um dos grandes obstáculos em se desenvolver sistemas de armazenamento de imagens. No mercado existem inúmeros banco de dados “robustos”, a citar como exemplo o “Oracle”, entretanto, devido ao seu alto custo de aquisição para pequenos projetos de pesquisa, torna-se inviável sua utilização. Dentre os sistemas de gerenciamento de banco de dados relacionais (SGBDR) existentes para utilização, optamos pelo InterBase, por ser um sistema “open source”.

O InterBase é um banco de dados relacional (SGBDR), onde incorpora conceitos subjacentes ao modelo de dados relacional. Os sistemas gerenciadores de banco de dados têm o recurso de fornecer ao usuário uma visão abstrata dos dados e permite que os dados sejam recuperados de forma rápida e eficiente, fator considerável quando se trabalha com um alto fluxo de imagens (dados). O InterBase versão 6.0 é um produto de código-fonte aberto “open source”, podendo ser utilizado gratuitamente, sua plataforma de trabalho incluem o Windows 95/98/NT.

Uma das características essenciais do InterBase é o suporte ao SQL (*Structured Query Language*). Os blobs (*Binary Large Object*) é o tipo de dado mais conveniente para o armazenamento de imagens, são criados como parte de uma linha de dados, entretanto, como um blob poder ter tamanho “variável”, o que realmente é armazenado na linha de dados é a identificação do blob (blobid). Os dados do blob são armazenados separadamente em páginas especiais para blobs^[8].

8 Resultados

Atualmente, inúmeras instituições que trabalham com diagnósticos por imagem não possuem um sistema de armazenamento de imagens. Determinado fato ocorre

porque sistemas de armazenamento de imagens é considerado por muitos como sistemas que envolvem grandes investimentos para implantação e manutenção.

Primeiramente, quando se define o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento e armazenamento de imagens médicas, deve ser definido o tipo de imagem a ser armazenada e que padrão será utilizado, por exemplo, definir se a imagem a ser armazenada é oriunda de aparelhos que trabalham com diagnóstico por imagem como, (Tomografia Computadorizada, Ressonância Magnética, Ultra-sonografia, Mamografia, dentre outros) e, se for, qual é o padrão de imagem que o aparelho trabalha, (DICOM, JPEG, TIF, etc).

Levando em consideração alguns fatores, foi definido que a primeira fase do projeto realizará o armazenamento e visualização somente de imagens colposcópicas, vulvoscópicas e penoscópicas no padrão JPEG. A aquisição dessas imagens é realizado utilizando uma câmera digital, onde o médico é quem realiza a digitalização das imagens mais relevantes a ser anexados nos laudos dos respectivos exames. O sistema também esta armazenando imagens no padrão DICOM, não realizando sua visualização. Até o presente momento foram armazenadas cerca de 100 imagens colposcópicas que se encontram com a seguinte dimensão (640x480x72pixels), atingindo o tamanho de 900 kbytes (cada imagem). A recuperação e visualização das imagens estão sendo satisfatória, no que se refere ao “desempenho” do sistema. As próximas fases a serem implementadas, envolvem a associação das imagens com o laudo textual do paciente, conversão de imagens para o padrão DICOM e visualização deste mesmo padrão. A figura 04 corresponde a tela principal do sistema, desenvolvido a partir de uma ferramenta de programação orientada a objetos (POO).

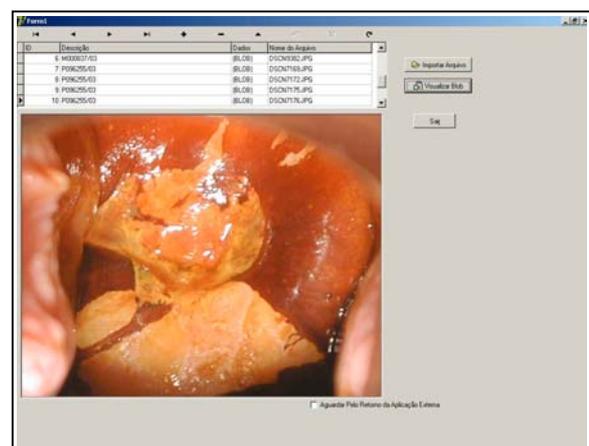


Figura 04: Tela principal do sistema em desenvolvimento

9 Conclusão

O armazenamento de imagens médicas tem proporcionado grandes benefícios para a medicina, entretanto o uso de textos não é suficiente em determinadas situações.

Através das imagens, médicos podem abstrair informações muitas vezes não correlacionadas em laudos textuais. Tal fato torna fundamental seu armazenamento e gerenciamento de maneira padronizada.

As imagens armazenadas possibilita também a visualização em monitores de alta resolução, oferecendo melhor definição dos parâmetros empregados na interpretação médica.

Vários estudos estão sendo realizados com o objetivo de desenvolver sistemas de busca de imagens por semelhança, utilizando “*histogramas métricos*”^[11]. Esse tipo de recurso recupera imagens semelhantes a uma imagem preestabelecida, por exemplo, recuperar do banco de imagens, todas as imagens de RX-Tórax semelhante a imagem do paciente “João da Silva” que apresenta uma massa pulmonar em sua imagem torácica, permitindo apoiar médicos, alunos e professores a realizar uma interpretação precisa e conseqüentemente, um diagnóstico mais acurado.

Dentre outros recursos que o armazenamento de imagens nos promove, não podemos deixar de citar, a telemedicina, onde dados e imagens são transmitidos utilizando tecnologia “*web*” (internet) para pólos especializados com o objetivo de uma segunda opinião diagnóstica em patologias complexas, ou simplesmente com o intuito de auxiliar o ensino e pesquisa.

Com a criação de um banco de dados de imagens médicas, o sistema soluciona, com a digitalização e armazenamento, questões relacionadas à conservação das imagens, quesito fundamental na atividade docente, pois representam as formas básicas da aquisição do conhecimento.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao amigo Venilton José Vieira, pela sua contribuição e apoio no desenvolvimento do projeto.

Referências Bibliográficas

- [1] SIEMENS MEDICAL. On-Line Disponível em <<http://www.siemens.com.br>>. Acesso em: 10 de maio de 2003.
- [2] COMPUTER GRAPHICS & MEDICINE. On-Line Disponível:<<http://www.inf.ufrgs.br/cg/publications/nede1/tutorial-cg&m.pdf>>. Acesso em: 10 de maio de 2003.

- [3] STANDARDS IN MEDICAL INFORMATICS. On-Line. Disponível em: < <http://www.ie.bgu.ac.il/mdss/CH06-FINAL.pdf>>. Acesso em: 24 de novembro de 2003.
- [4] SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS. On-Line. Disponível em: <<http://www.syngo.com>>. Acesso em: 31 de julho de 2003.
- [5] MEDICAL IMAGE FORMAT FAQ. On-Line. Disponível em: < <http://www.faqs.org/faqs/medical-image-faq/part1/>>. Acesso em: 02 de novembro de 2003.
- [6] ALVES, W. P. Programação Gráfica em Delphi 6. 9.ed. São Paulo. Érica, 2002.
- [7] MATEUS, C.A. C++ Builder 5. 7.ed. São Paulo. Érica, 2000.
- [8] SILVA, J. M. S. InterBase 6 – Guia do Desenvolvedor. Rio de Janeiro. Book Express, 2000.
- [9] GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E.. Processamento de Imagens Digitais. São Paulo. Edgard Blücher. 2000.
- [10] NETO, G. H.; RIBEIRO, G. C.; OLIVEIRA, W.; VALERI, F. V.. Processamento e Armazenamento de Imagens Médicas. 3º Congresso Nacional de Iniciação Científica e 1º Congresso Internacional de Iniciação Científica. São Paulo – Brasil, 2003 (in: Anais do 3º CONIC e 1º COINT, 786).
- [11] BUENO, Josiane M.. Suporte à Recuperação de Imagens Médicas Baseada em Conteúdo através de Histogramas Métricos. Dissertação (Doutorado em Ciências – Área de Ciências de Computação e Matemática Computacional). USP/São Carlos – São Paulo. 2001.
- [12] CORBAMED. On-Line. Disponível em: < <http://www.avesta.com.br/anais/dados/trabalhos/382.pdf>> . Acesso em: 13 de junho de 2003.