

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/268266679>

INFRA-ESTRUTURA DE INFORMÁTICA PARA SISTEMAS DE APOIO AO DIAGNÓSTICO APLICADA A SERVIDORES PACS

Article

CITATIONS

5

READS

147

3 authors, including:



Ana Maria Marques Da Silva

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

107 PUBLICATIONS 267 CITATIONS

SEE PROFILE



Eduardo Bezerra

Federal University of Santa Catarina

109 PUBLICATIONS 458 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Monte Carlo simulations for dosimetry [View project](#)



Dental CBCT [View project](#)

INFRA-ESTRUTURA DE INFORMÁTICA PARA SISTEMAS DE APOIO AO DIAGNÓSTICO APLICADA A SERVIDORES PACS

D. S. Cotrim¹, A. M. Marques da Silva², E. A. Bezerra¹

¹PUCRS, Faculdade de Física/Núcleo de Pesquisa em Imagens Médicas, Porto Alegre, Brasil.

²PUCRS, Faculdade de Informática, Porto Alegre, Brasil.

e-mail: dscotrim@inf.pucrs.br; ana.marques@pucrs.br; eduardo.bezerra@pucrs.br

Abstract

Several CAD systems using digital image processing methods have been developed for diagnosis and aid support for clinical use. However, in some cases, these techniques are not applied to the images stored directly in PACS servers. This scene establishes the viability to build a computational framework with the capability to make available and to identify the needs for executing different types of image processing schemes for patients' examinations, with features and methodologies defined by medical user. A computational framework to create a virtual environment to make available different medical image processing procedures to be executed directly in the PACS is described in this paper. It can be explained as a result of the intrinsic difficulty related to the integration of these techniques to the hospital production environment.

Palavras-chave: Infra-estrutura de informática; Sistemas de Apoio ao Diagnóstico; CAD; DICOM; PACS.

Introdução

Os sistemas de diagnóstico auxiliados por computador (CAD – *Computer-Aided Diagnosis*) têm a função de processar imagens através de algoritmos de análise pré definidos, cujo objetivo é disponibilizar informações que forneçam subsídios aos médicos especialistas. Sua finalidade é melhorar a consistência da interpretação da imagem, mediante o uso da resposta do computador, como mais uma referência. O diagnóstico do radiologista está fortemente relacionado à experiência profissional e à subjetividade na análise visual, com variações inter e intra sujeitos. Assim, uma dupla leitura por um radiologista e um computador pode melhorar a eficiência do diagnóstico [1]. O aumento da complexidade dos sistemas de CAD e os grandes volumes de dados disponíveis nos PACS (*Picture Archiving and Communication Systems*) vem exigindo, cada vez mais, a necessidade de criação de estruturas computacionais que forneçam suporte ao seu desenvolvimento.

Uma das maiores dificuldades de aplicação dos sistemas CAD está relacionada à integração dos

diferentes tipos de técnicas de apoio ao diagnóstico e/ou aos complexos processamentos desenvolvidos para as imagens existentes nos servidores PACS. Atualmente, os PACS simplesmente armazenam as imagens e possibilitam o acesso para a visualização.

Este cenário estabelece a viabilidade e necessidade de construir uma infra-estrutura de informática integrada ao servidor PACS. Este trabalho apresenta a descrição desta infra-estrutura, cujo objetivo é disponibilizar ferramentas modulares (*plugins*) para processamento das imagens e identificar o contexto das imagens no momento do seu armazenamento, para execução de CADs específicos.

Infra-estrutura para Apoio ao Diagnóstico

A infra-estrutura proposta neste trabalho possibilita a criação de um ambiente para disponibilização e execução dos CADs. O ambiente proposto define os padrões de acesso aos componentes básicos das imagens (camada de dados) e interação com os usuários (camada de apresentação), com a disponibilização de bibliotecas. Nesta estrutura, a metodologia desenvolvida em um sistema de CAD específico está na camada de aplicação.

A camada de dados de um sistema de CAD utiliza, além das tabelas internas, basicamente as informações contidas nos sistemas de informação HIS/RIS (hospital e de radiologia) e referências às imagens. O acesso às informações dos sistemas do hospital e da radiologia pode ser fornecido pelo PACS através do *Worklist* definido no DICOM (*Digital Imaging Communication in Medicine*), com a criação de interfaces de dados para as informações clínicas utilizadas pelos sistemas de CAD.

A camada de aplicação (*application layer*), disponibilizada através de uma ferramenta modular (*plugin*), pode ser executada no PACS, a partir da identificação executada por agentes sensíveis ao contexto, com a utilização do conceito de ontologias [2], que formalizam o conhecimento aplicado a cada tipo de processamento. Nesta camada de aplicação, o objetivo é identificar a relevância de execução para as imagens acessadas e ou armazenadas.

A terceira camada (camada de apresentação ou *presentation layer*) fornece a interface gráfica com o usuário (Graphical Interface User - GUI). Esta interface

utiliza elementos comuns entre os sistemas de CAD, como, por exemplo, as respostas gráficas, textuais e solicitações de ações interativas. A referência lógica para as imagens fornecida pelo PACS pode ser estendida para trabalhar no conceito de referências em camadas, como os softwares de manipulação gráfica modernos. Desta forma, uma aplicação específica de CAD poderia disponibilizar os resultados do processamento em uma ou mais camadas, que posteriormente seriam ativadas pelo software de visualização com suporte a este recurso.

Metodologia

Um sistema de armazenamento de imagens PACS é baseado no protocolo de comunicação DICOM e requer dados de outros sistemas de informação para seu efetivo funcionamento. Estes dados complementares estão no sistema hospitalar (HIS) e no sistema de radiologia (RIS). Assim, muitas funções de controle do PACS têm como base as informações passadas por estes sistemas, tais como, roteamento, busca de imagens (*prefetching*), agendamento, localização, agrupamento automático, etc. Os registros eletrônicos dos pacientes contidos no sistema hospitalar são informações complementares durante o processo de diagnóstico radiológico e estão diretamente relacionados às funções básicas de um PACS. Neste contexto, é importante suprir as limitações de um armazenamento simples e buscar formas de fornecer subsídios aos radiologistas. Quando uma solução PACS consegue suprir estas necessidades, o conceito de MIII (*Medical Imaging Informatics Infrastructure*) está sendo aplicado [3]. A necessidade de um ambiente MIII é evidenciada em ambientes educacionais e de pesquisa diagnóstica.

A Figura 1 mostra alguns componentes de uma arquitetura MIII, que consiste basicamente de: uma base de imagens associadas às informações clínicas e diagnósticas (PACS, HIS e RIS); ferramentas de processamento de imagens e reconhecimento de padrões (CADs); consoles de visualização; visualização por renderização 3D; comunicação através de rede local ou remota; bases de conhecimento com suporte a mineração de dados (Indexação); e integração (*Gateway e WEB Server*).

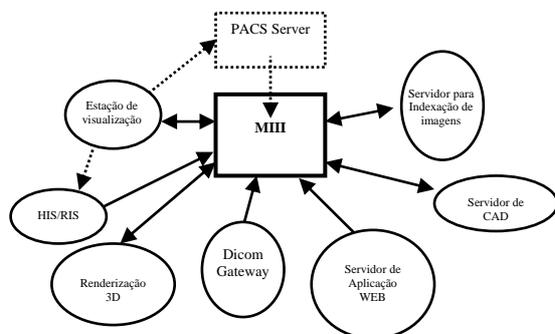


Figura 1: Arquitetura de Ambiente MIII [3].

As linhas pontilhadas na Figura 1, ligadas à estação de visualização mostram a independência de

funcionamento do PACS em relação ao MIII. Entretanto, pode-se verificar o valor agregado que esta solução fornece ao PACS. A comunicação entre o MIII e o PACS é realizada via protocolo DICOM, visto que os sistemas HIS e RIS comunicam-se via HL7 (*Health Level Seven*). Esta estrutura adicional ao PACS tem, na realidade, a função de complementar a visualização das imagens adquiridas para realização do laudo médico, que é a função principal de um servidor de imagens. Como subsídio para visualização das imagens pelo radiologista, informações são apresentadas sobre patologias de forma categorizada, são exibidas imagens similares adicionais para referência e são localizados artefatos internos nas imagens.

Com o aumento do volume de imagens armazenadas digitalmente e com o crescimento das funcionalidades de um PACS novas formas para fornecer subsídios ao diagnóstico radiológico baseadas no conceito MIII devem ser buscadas, pois tal conceito está fortemente associado às estruturas de hardware e ao desenvolvimento de softwares específicos.

O processamento de imagens associado ao CAD permite a criação de um repositório de imagens relevantes para cada diagnóstico e está interligado com a indexação destas imagens (informações clínicas). Cada diagnóstico está associado a um contexto, sendo as imagens armazenadas no servidor PACS através de uma nova indexação relacionada à execução dos processamentos específicos para determinadas imagens que estabelecem a relação de conformidade de contexto. Assim, é possível executar técnicas de apoio ao diagnóstico e análise, antes mesmo da visualização. Os médicos podem solicitar o resultado dos processamentos caso seja solicitado. Ainda é possível identificar imagens relevantes categorizadas pelos conceitos da ontologia que estão armazenadas no PACS para ratificar ou excluir possibilidades de padrões nas imagens em processo de diagnóstico. Esta arquitetura também permite o desenvolvimento de ferramentas de mineração de dados (*Data Mining*) para orientar os radiologistas com informações relevantes da patologia analisada.

A infra-estrutura desenvolvida neste trabalho está baseada na possibilidade de divisão dos sistemas de CAD em camadas. Na Figura 2, Pietka [4] apresenta uma proposta de arquitetura de desenvolvimento de um sistema em três camadas. Estas são respectivamente divididas em camada de dados (*data layer*), camada de aplicação (*application layer*) e camada de apresentação (*presentation layer*).

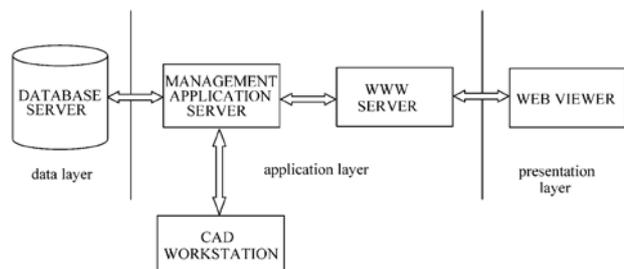


Figura 2: Arquitetura do CAD dividida em três camadas [4].

A primeira camada (*data layer*) fornece acesso aos dados utilizados pela camada de aplicação (*application layer*) que é propriamente a implementação da metodologia de processamento para auxílio ao diagnóstico. A terceira camada (*presentation layer*) é responsável pela apresentação dos resultados e interação com os usuários.

Freqüentemente, as implementações de CAD não incluem componentes que poderiam ser úteis em aplicações clínicas, de pesquisa ou de ensino. Como exemplo, pode-se citar a impossibilidade de comparação de uma imagem com imagens de referência e o acesso aos dados remotos. Outras duas questões são a falta de padronização do pré-processamento das imagens nos servidores e a incompatibilizada para compartilhamento de casos de referência entre diferentes instituições. Neste sentido, um sistema de CAD deixou de ser considerado uma ferramenta básica de auxílio ao radiologista, pois tais sistemas utilizam sofisticadas arquiteturas e são executados em ambientes computacionais complexos.

A proposta de desenvolvimento das camadas de forma independente apresentada por Pietka [4] traz o benefício da customização ideal para o seu desenvolvimento e validação da aplicação. Entretanto, estes sistemas tendem a ser utilizados de forma isolada pela complexidade do desenvolvimento de um sistema multi camada com desempenho eficiente e pela própria dificuldade de integração aos ambientes de produção.

A infra-estrutura proposta neste trabalho busca fornecer uma alternativa para estes problemas, com a abstração das camadas de dados e de apresentação. Propõe-se que estas camadas sejam parcialmente implementadas no próprio servidor PACS, que fornece uma biblioteca de métodos de acesso às imagens e funcionalidades de interação com os usuários.

Resultados da implementação

A infra-estrutura de informática desenvolvida foi implementada em JAVA e integrada ao PACS [5], servidor de imagens PACS desenvolvido. Foi utilizado o framework Hibernate [6] para realizar a persistência dos dados da aplicação no banco.

Na Figura 3, é apresentada a interface gráfica de cadastro de CAD da aplicação que é utilizada para disponibilização dos *plugins* e definição dos contextos de execução dos processamentos cadastrados em relação às informações identificadas das imagens recebidas.

Esta tela permite a seleção do *plugin* a ser disponibilizado no PACS (classe ou arquivo .jar) e definição do contexto de execução através da seleção dos conceitos e atributos da ontologia com seus respectivos valores. Os conceitos podem ser adicionados ou retirados para definir a ontologia do CAD que está sendo disponibilizado.

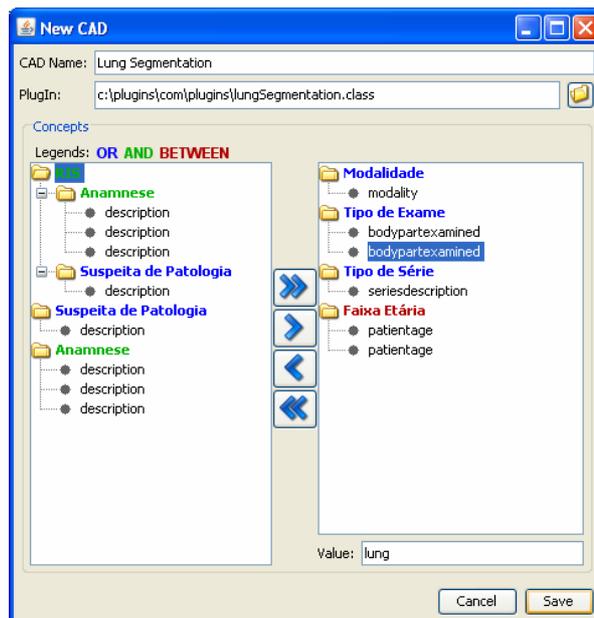


Figura 3: Tela de definição de contexto.

A Figura 4 apresenta o diagrama de classe da arquitetura integrada ao PACS. O servidor PACS recebe o estudo (imagens) a ser armazenado através do comando *storage* do protocolo DICOM.

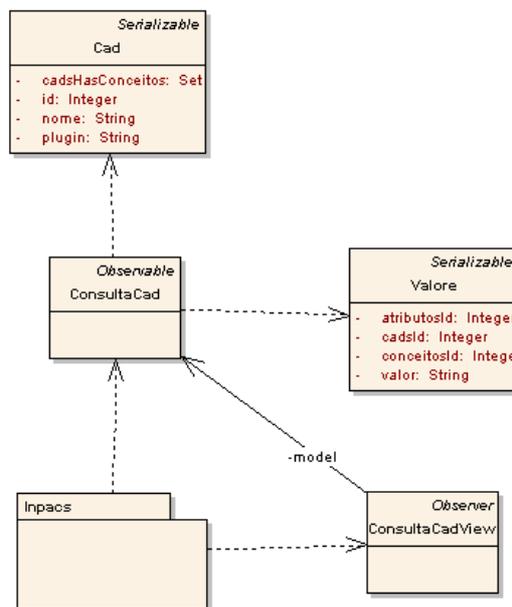


Figura 4: Diagrama de classes da arquitetura integrada ao PACS.

O identificador do estudo (*studyInstanceUID*) é passado para classe *ConsultaCad*, que tem a função de percorrer todos os CADs cadastrados e cruzar os dados das imagens recebidas com os dados da classe *Valore*, a fim de identificar os possíveis CADs a serem executados. A interface gráfica para execução dos CADs sugeridos é implementada na classe *ConsultaCadView*. O algoritmo de consulta de CADs implementados é semelhante ao utilizado para

apresentar a ontologia na interface gráfica, seguindo a mesma lógica recursiva para percorrer todos os CADs e seus respectivos conceitos e atributos. Quando é estabelecida a associação dos conceitos e atributos entre a imagem e o CAD, é realizada a validação dos valores contidos na tabela *Valore*. Caso a imagem satisfaça todos os valores (ou intervalos) dos atributos, o CAD é sugerido para execução.

Discussão e Conclusões

O estudo de caso apresentado tem o objetivo de mostrar a viabilidade do desenvolvimento de infraestrutura de informática para sistemas de CADs integrada aos servidores PACS. A criação de um ambiente único que seja primordialmente ergonômico e permita a exploração de todos os dados relacionados, dentro de um grande universo híbrido com imagens de diferentes tipos e informações textuais, ou mesmo, estruturadas, permitiria a pesquisa nos diferentes tipos de informações, o suporte ao diagnóstico e ao ensino.

Um aspecto importante para a criação desta infraestrutura é a superação de problemas éticos, de segurança e usabilidade [7]. A infra-estrutura de informática proposta neste trabalho tem o objetivo de estimular a criação de um ambiente integrado com estas características.

O aumento da complexidade dos sistemas de apoio ao diagnóstico (CAD) estabelece a necessidade de criação de um projeto de infra-estrutura de informática baseado em software livre, com uma arquitetura aberta.

Outro ponto importante a ser destacado é a possibilidade de desenvolvimento de uma arquitetura aberta também para visualização de imagens médicas, baseada em camadas, com a capacidade de inclusão de novas funcionalidades de apoio ao diagnóstico. Desta forma, os CADs desenvolvidos através de *plugins* teriam acesso a todas as bibliotecas de interação, apresentação e comunicação, sendo responsáveis apenas pela camada de aplicação do sistema.

Ressalte-se que a criação desta infra-estrutura deve ser uma iniciativa desenvolvida em conjunto por centros de pesquisas em imagens médicas e grupos de especialistas médicos, que participem do desenvolvimento desta tecnologia estrutural e não apenas focados em aplicações de CADs.

A criação de uma arquitetura para disponibilizar e identificar diferentes tipos de processamento a serem executados em servidores PACS tem o objetivo estimular a disponibilização dos diferentes tipos de sistemas de apoio a diagnóstico desenvolvidos nos ambientes de produção dos hospitais.

Para estudos futuros pretende-se disponibilizar na arquitetura proposta diferentes exemplos de aplicações de CAD desenvolvidas por pesquisadores de diversos centros e grupos do país.

Referências

[1] Furuie, S.S.; Gutierrez, M.A.; Bertozzo, N.B.; Figueiredo J.C.B.; Yamagutti, M. “Archiving and

Retrieving Long-Term Cineangiographic Images in a PACS”. *Computers in Cardiology*, v.26, p.435-438, 1999.

[2] Gruber, T. R. A. Translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*, 5 (2):199-220, 1993.

[3] Huang, H. K.,D. Sc., FRCR (Hon.), “PACS and Imaging informatics: Based Principles and Application”, 2004, John Wiley and Sons, p. 488, NY, NY.

[4] Pietka, E, Gertych, A, Witko K. Informatics infrastructure of CAD system. *Computerized Medical Imaging and Graphics* Vol. 29 (2004) 157–169.

[5] Padilha, F O; Cotrim, D S; Silva, A M M, “Ambiente Distribuído de alta disponibilidade para o armazenamento e recuperação de imagens médicas. In: X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2006, Florianópolis, SC, Anais do X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2006.

[6] Hibernate, Framework. Disponível em: <http://www.hibernate.org>. Último acesso em: 17/03/2007.

[7] Andrew Todd-Pokropek, Medical Imaging and Health Informatics, Medical Physics and Bioengineering University College London,& INSERM U494 Paris.