

T@lemed: um estudo de caso de tele-saúde baseado em imagens de ultra-som

Alécio Pedro Delazari Binotto¹, Márcio Soares Torres², Ilias Sachpazidis³, Ricardo Gomes⁴, Carlos Eduardo Pereira⁵

^{1,2}Departamento de Pesquisa Aplicada
CETA - Centro de Excelência em Tecnologias Avançadas SENAI, Brasil
³Departamento de Computação Cognitiva e Imagens Médicas
Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung, Alemanha
⁴Departamento de Informática
Complexo Hospitalar Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre, Brasil
⁵Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

Resumo - O crescimento da Internet rápida (a cabo e também sem fios, inclusive por satélite) no Brasil e o recente avanço de métodos de compressão de imagem permitiram a execução de tele-consultas interativas baseadas em imagens médicas. Atualmente, um dos problemas desafiadores em tele-medicina é a tele-consulta em tempo-real em casos de emergência. Neste artigo, descreve-se o Projeto T@lemed no Estado do Rio Grande do Sul e os resultados preliminares em dois anos de operação. Além disso, apresenta-se a extensão do projeto no Estado do Pará, através de comunicação via satélite. A plataforma de tele-medicina usada pode realizar tele-consultas baseadas em imagens do tipo *on-line* (tele-consulta em tempo-real) ou *off-line*.

Palavras-chave: Tele-medicina, Tele-consulta, Imagens Médicas, Tempo-real, Comunicação via Satélite.

Abstract - The growth of fast wired and wireless internet (including communication via satellite) in Brazil and the recent advance of image compression methods allowed rapid tele-consultation based on medical images. At the present time, one of the challenging problems in tele-medicine is the real-time tele-consultation in case of emergency. In this paper, the ongoing T@lemed Project in the State of Rio Grande do Sul is described and the preliminary results acquired during two years of operation are presented. In addition, we describe its extension in the Pará State, through a satellite communication. The platform, used for medical tele-consultations, is able to perform both on-line (in real-time) and off-line image-based tele-consultations over the Internet connection.

Key-words: Tele-medicine, Tele-consultation, Medical images, Real-time, Satellite Communication.

Introdução

Atualmente, a tele-medicina está evoluindo como um tópico de pesquisa para a melhoria de serviços de saúde e incremento da qualidade de vida da população. Baseado neste avanço, o serviço médico qualificado de excelência que se encontra nos grandes centros médicos é estendido para áreas remotas, pobres e de difícil acesso.

As aplicações em tele-medicina são intensamente baseadas em imagens, sendo tanto para tele-consulta como para uma simples segunda opinião médica, ambas através da Internet. Porém, esta estratégia depende completamente da largura da banda de Internet para as transmissões de imagem, impossibilitando em alguns casos a tele-consulta em tempo-real ou até mesmo *on-line*. No Projeto T@lemed, foi usada uma plataforma de tele-consulta baseada no projeto europeu chamado

TeleInVivo [1]. A rápida descrição da plataforma é apresentada seção de Trabalhos Relacionados e Sistema TeleConsult.

Para este estudo de caso, utilizou-se imagens adquiridas de equipamentos de ultra-som. Este tipo de equipamento pode prover uma vasta gama de imagens em diversas especialidades, é considerado um aparelho de relativo baixo custo e o software pode adquirir e digitalizar as imagens ou vídeos (seqüência de imagens) de ultra-som no formato DICOM. Entretanto, não há nenhuma restrição para se usar com qualquer outro tipo de imagem digital (podendo ser via rede DICOM) ou mesmo arquivos.

O artigo está organizado da seguinte forma: inicia-se com uma breve motivação, descrevendo o projeto de pesquisa em andamento chamado *T@lemed*. Segue-se com uma revisão de trabalhos relacionados e apresenta-se o sistema usado para tele-consulta,

denominado *TeleConsult*. Em seqüência, a extensão do projeto usando comunicação via satélite é descrita (projeto T@his). Por fim, discutem-se os resultados preliminares da pesquisa, seguidos por conclusões e direções para trabalhos futuros.

Motivação

No Estado do Rio Grande do Sul, o Hospital Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre é um importante centro de referência médico e atende grande parte da população residente no estado que carece de infra-estrutura médica especializada. Muitos dos pacientes atendidos residem em cidades remotas do interior e se deslocam a Santa Casa apenas para a realização de exames de rotina de ultra-som. Em média, 2.000 exames por mês são executados para este tipo de paciente.

A transferência de um paciente do interior para realizar exames na Santa Casa representa um alto custo logístico devido às longas e típicas distâncias das cidades, implicando no risco de transporte nas rodovias, traumas (transferência, cidade grande, familiares afastados) e também financeiro. Além disso, acaba ocupando a capacidade do hospital com pacientes que, na maioria dos casos, poderiam ser atendidos em sua própria cidade através de uma ferramenta específica e com a ajuda de um doutor especialista. Na realidade, a maioria das cidades tem uma estrutura básica de doutores generalistas que, na maioria dos casos, não pode dar um diagnóstico final e correto sem ajuda de uma segunda opinião médica. Essa é uma realidade de vários países.

Os sistemas de tele-medicina evitam, então, esta constante transferência de paciente e tornam possível que apenas os dados dos exames sejam transferidos, ou seja, ocorre uma discussão dos exames entre os médicos através da tele-consulta. Seguindo o conceito de tele-medicina, o Projeto T@lemed [2] usa uma plataforma de tele-consulta, o TeleConsult, que permite uma discussão médica sobre as imagens on-line em tempo-real e também off-line. Neste caso, entre médicos especialistas da Santa Casa e médicos de hospitais de cidades remotas.

Trabalhos Relacionados

A sistema TeleConsult é baseado na plataforma TeleInViVo [1], que é uma estação de trabalho de tele-medicina usada em áreas isoladas, como ilhas, áreas rurais e áreas de situação de crise (guerras). É composta por um dispositivo feito sob encomenda, um PC portátil com capacidade de telecomunicação e uma estação de ultra-som 3D portátil.

A plataforma TeleInViVo combina custo baixo, leveza, mobilidade e uma gama extensiva

de exames (exames disponíveis pelos transdutores do ultra-som 3D). A estação de trabalho usa técnicas avançadas de computação gráfica para adquirir dados tridimensionais de ultra-som, apresentadas em [3], [4] e [5]. Além disso, compreende exames de várias especialidades, variando de ginecologia a cardiologia.

A próxima seção explora o software utilizado, o qual se baseia nos conceitos apresentados em [6] e é utilizado no T@lemed.

O Sistema TeleConsult

O software TeleConsult [7] provê várias funcionalidades. Como exemplo, podem-se fazer anotações digitais nas imagens médicas enviadas ao médico especialista visando delinear alguma região de interesse a ser discutida. O envio pode ser realizado de modo off-line, onde são enviadas mensagens (imagens + anotações + primeiros diagnósticos + outros dados relevantes ao diagnóstico) em determinado momento (à noite, por exemplo) e algum tempo depois o médico especialista responde; ou em modo on-line. Neste último modo, dependendo da largura de banda, as mensagens são transmitidas em poucos segundos e a discussão (anotações na imagem + *chat* + medições + interação), ou seja, tele-consulta baseada nestas imagens, é realizada em tempo-real. Isto se deve, pois a imagem é apenas transferida uma única vez (do ponto remoto ao especialista) e os dados da discussão são muito *pequenos* (coordenadas de círculos que delimitam região da imagem, posicionamento na imagem, textos, medições, setas, escala de cores e brilho, etc), podendo trafegar em tempo-real pela Internet.

Cabe mencionar que as imagens são transferidas de forma criptografada e que dados pessoais do paciente são ocultados.

As Figuras 1 e 2 mostram a interface gráfica com o usuário (médico).

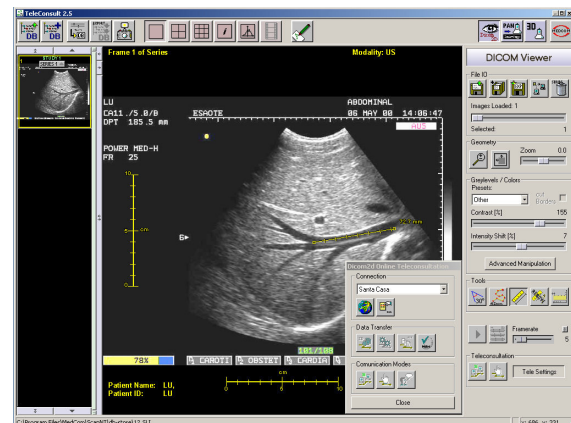


Figura 1 – Interface principal do software TeleConsult

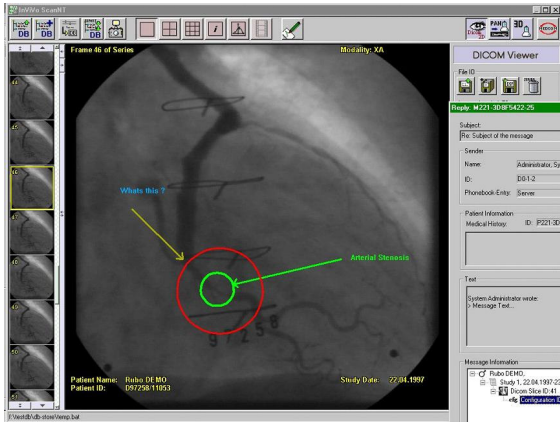


Figura 2 – Anotações e comentários em tempo-real em tele-consulta

A experiência prática mostra que a tele-consulta off-line é a mais utilizada, pois raramente os dois médicos estão disponíveis no mesmo momento para tele-consulta (principalmente o especialista). Em alguns casos de emergência, o médico remoto liga ao hospital para que o especialista discuta a questão em tempo-real.

De uma forma mais clara, no modo on-line, ambos médicos visualizam a mesma imagem ou série de imagens. Todas as interações com *mouse*, chat e anotações são transferidas em tempo-real e cria-se um esquema de mestre/escravo para manipulação das imagens.

O sistema adquire as imagens de ultrassom através de um hardware (placa) comum de captura de vídeo instalado no computador. Toda a visualização efetuada pelo ultrassom é capturada pelo sistema (através da saída de vídeo – BNC/RCA), o qual armazena as imagens, transformando-as no padrão DICOM. A Figura 3, abaixo, mostra o esquema montado.

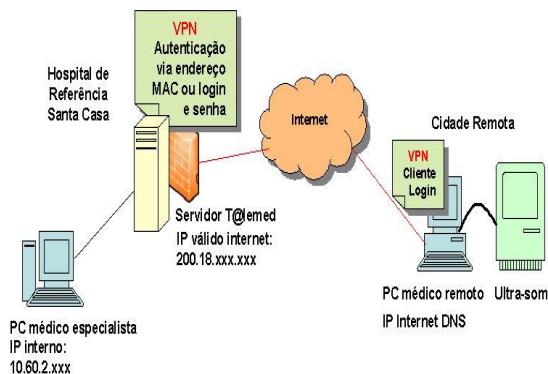


Figura 3 – Esquema da rede de comunicação de dados

O sistema trabalha e converte qualquer imagem DICOM, podendo também se comunicar com equipamentos médicos através da rede DICOM e através do protocolo de rede TCP/IP.

Além disso, o sistema possui um pequeno banco de dados que armazena informações do

paciente, índices para recuperação das imagens digitais e todo o histórico das tele-consultas.

Como questão de segurança, para a Santa Casa, foi implementada uma VPN (*Virtual Private Network*) para que as cidades remotas sejam autenticadas pelo hospital e usufruam de um canal seguro de comunicação.

Tele-Consulta via Satélite usando a Tecnologia AmerHis

A comunicação via satélite é a principal solução para o desenvolvimento de áreas extremamente remotas. Entretanto, em comparação com a Internet rápida, este tipo de comunicação ainda apresenta um alto custo financeiro e carência de largura de banda no chamado *upload* (envio de dados para rede).

Recentemente, em Agosto de 2004, foi lançado ao espaço o satélite denominado Amazonas (do consórcio Hispasat), o qual apresenta embutido um moderno sistema processador multimídia chamado AmerHis [8], desenvolvido pela Agência Espacial Europeia (ESA). AmerHis é um avançado sistema de comunicação via satélite baseado no processador embarcado 9343 DVB padrão (-S para *downlink* e -RCS para *uplink*) da Alcatel, presente no Amazonas.

O Amazonas cobre especificamente 4 regiões (Figura 4): Europa, Brasil (banda Ku), América do Norte e do Sul. Para estas regiões, o satélite oferece serviços multimídia (*VoIP*, vídeo conferência, serviços baseados no padrão MPEG-2 e IP, etc) e aplicações em tempo-real com uma largura de banda de até 8Mbits/s. Essa largura de banda é assegurada nas duas direções de transferência de dados, isto é, tanto no *download* (recebimento de dados da rede), quanto no *upload*, sendo a primeira solução a resolver o problema de *upload*.



Figura 4 – Cobertura satélite Amazonas [9]

A partir desta tecnologia, formou-se uma equipe de projeto pelas instituições CETA, Fraunhofer IGD, Alcatel e Governo do Estado do Pará para desenvolver o projeto piloto chamado T@his, uma extensão do T@lemed, vencedor de edital de projetos da ESA. Através de VPN oferecida pelo satélite Amazonas, o projeto T@his interligará a capital do Estado do Pará, Belém, as cidades remotas de Breves, Portel e Gurupá, todas localizadas na Ilha do Marajó em meio a Amazônia (Figura 5).

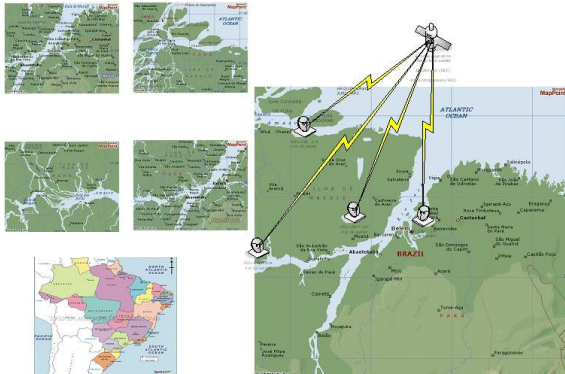


Figura 5 – Interligação via satélite entre Belém, Breves, Portel e Gurupá

O Hospital de Clínicas Gaspar Vianna, em Belém, será o centro médico de referência para as cidades remotas, as quais atualmente utilizam uma pobre comunicação para Internet. A Figura 6 esquematiza a VPN a ser realizada entre o hospital em Belém e em Breves. A conexão com as outras cidades será idêntica.

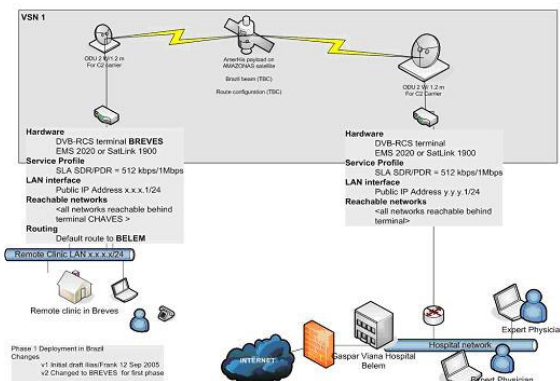


Figura 6 – Esquema de comunicação entre o hospital em Belém e Breves

Serão instaladas antenas e amplificadores em todos os pontos para transmitir tais dados e o software TeleConsult (a ser adaptado para o protocolo de comunicação via satélite) para as aplicações de tele-consulta entre os hospitais das quatro cidades.

O Projeto T@his está em seu início e estima-se que em Outubro de 2006 a primeira tele-consulta seja realizada.

Resultados Preliminares

O Projeto T@lemed engloba dois centros hospitalares no Brasil que provêm serviços médicos para cidades remotas: Hospital Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul, e FAHUCAM, em Vitória, Estado do Espírito Santo.

Como os autores deste artigo fazem parte do subprojeto Rio Grande do Sul, os resultados preliminares apresentados referem-se apenas a esta parte do projeto. A Tabela 1 mostra as quatro cidades pilotos conectadas a Santa Casa em ordem cronológica de implantação, a especialidade que obteve o maior número de tele-consultas em cada cidade e seu respectivo volume de tele-consultas.

Tabela 1 – Tele-consultas efetuadas no RS

Cidade	Especialidade	Nº de tele-consultas
Lagoa dos Três Cantos (1,7 mil habitantes)	Abdominal e Urológica	261
São Borja (67 mil habitantes)	Abdominal e Ginecologia	92
Mostradas (9,3 mil habitantes)	Ginecologia	30
Cidreira (11 mil habitantes)	Abdominal	10

Curiosamente, a pequena cidade de Lagoa dos Três Cantos, a primeira a implantar o sistema, se tornou um caso especial. O município implementou há alguns anos um bem-sucedido programa de saúde preventiva. Com o projeto, o médico local se fixou no município e está realizando um programa de prevenção com o auxílio deste modelo de tele-medicina. A maioria de seus pacientes é submetida preventivamente ao exame de ultra-som (569 consultas durante o projeto) e através da tele-consulta (utilizada em 261 consultas, quase em 46% dos casos) conseguiu realizar diagnósticos rápidos. Como exemplo, o médico preventivamente percebeu uma pequena anomalia em um paciente e, tele-consultando seu colega especialista da Santa Casa, teve que encaminhar urgentemente o paciente para um hospital referência, salvando-o de uma provável complicação.

Em oposição a Lagoa dos Três Cantos e São Borja (que dispõe de médico radiologista), a experiência com a cidade de Mostardas não foi de total sucesso. O médico local apresentava

certa aversão a pedir segunda opinião médica ao colega e não apresentava familiaridade com informática.

Todavia, nota-se que quanto mais se usa este modelo de tele-medicina, menor é o questionamento do médico generalista, ou seja, tecnologicamente e educacionalmente, um curso prático é ministrado pelo médico especialista.

Conclusões e Trabalhos Futuros

Um dos objetivos do Projeto T@lemed é estabelecer uma rede de tele-consulta no Brasil e estabelecer uma conexão a centros médicos europeus, formando uma rede. O custo-benefício deste modelo de tele-consulta é uma atividade final do projeto e será avaliado.

Neste momento, a plataforma proposta objetiva reduzir a disparidade do nível de serviços médicos entre os centros desenvolvidos e as áreas isoladas e menos favorecidas, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população.

Adicionalmente, acredita-se na diminuição do número de leitos e ocupação dos aparelhos nos hospitais de referência, visto que uma quantidade menor de pacientes precisa viajar das cidades remotas para as cidades urbanas para receber um diagnóstico. Em último caso, os pacientes mais graves são encaminhados. Além disso, acredita-se em um diagnóstico mais orientado e precoce das patologias na população remota, levando medicina especializada a pequenos centros, fixação dos médicos locais, aumento da relação dos pacientes com seus médicos e estrutura locais e diminuição de custos financeiros.

A experiência de campo trazida pelo projeto permitiu que a equipe vislumbrasse algumas extensões para o modelo de tele-medicina implantado. Nesse sentido, duas possibilidades se destacam: a utilização de diagnóstico remoto para imagens que não são operador-dependentes (raios X e tomografia computadorizada, por exemplo) e o desenvolvimento de equipamentos portáteis para tele-medicina, que permitiriam maior mobilidade no atendimento.

Por fim, este mesmo estudo será efetuado no Projeto T@his, não apenas avaliando o custo-benefício do modelo de tele-medicina, mas também o custo-benefício do uso de Internet via satélite com a tecnologia AmerHis. Atualmente, testes e modificações na plataforma TeleConsult estão sendo realizados visando esta comunicação via satélite. Estimamos que em meados do segundo semestre deste ano, as antenas serão instaladas no estado do Pará e a primeira tele-consulta efetivada.

Agradecimentos

Agradecemos ao programa europeu @lis (Aliança para a Sociedade da Informação) pelo suporte financeiro do Projeto T@lemed. Agradecemos também a ESA (Agência Espacial Européia) pelo suporte financeiro dado ao Projeto T@his. Por fim, agradecemos a SESP (Secretaria Executiva de Saúde Pública do Estado do Pará) pela parceria no Projeto T@his.

Referências

- [1] TeleInViVo. (2006) <http://www.igd.fhg.de/teleinvivo>. Acesso em Junho de 2006.
- [2] T@lemed. (2006) <http://www.alis-telemed.net>. Acesso em Junho de 2006.
- [3] Sakas, G. e Hartig, J. (1992) "Interactive Visualization of Large Scalar Voxel Fields", *Proceedings IEEE Visualization'92 Conference*, Boston MA, IEEE Press, p.29-36.
- [4] Sakas, G. (1993) "Interactive volume rendering of large fields", *Visual Computing*, n.9, v.8, p.425-438.
- [5] Sakas, G., Walter, S., Grimm, M. e Richtscheid, M. (2000) "Free hand acquisition, reconstruction and visualization of 3D and 4D ultrasound", *Radiologe*, v40, p.295-303.
- [6] Ferrer-Roca, O., Vilarchao-Cavia, J., Troyano-Luque, J. M. e Clavijo, M. (2001) "Virtual Sonography through the Internet: Volume Compression Issues", *Journal of Medical Internet Research*. (<http://www.jmir.org/2001/2/e21/>).
- [7] Kontaxakis, G., Walter, S. e Sakas, G. (2000) "EU-TeleInViVo: an integrated portable telemedicine workstation featuring acquisition, processing and transmission over low-bandwidth lines of 3D ultrasound volume images", *Information Technology Applications in Biomedicine: Proceedings of IEEE EMBS International Conference*, p. 158 – 163.
- [8] Wittig, M., Petz, F., Zeppenfeldt, F., Pirio, S., Davis, I., Bailey, J. e Casas, J. (2005) "AmerHis: The First Switchboard in Space". *ESA Bulletin*, v121, p.21-27.
- [9] Satélite Amazonas. (2006) <http://www.hispasat.com/Detail.aspx?SectionsId=69&lang=en>. Acesso em Agosto de 2006.