

VIDEOCONFERÊNCIA E TRANSMISSÃO DE DADOS MÉDICOS EM TEMPO REAL PELA WEB

Rafael Mendes Pereira
{rafael_mpereira}@hotmail.com

Orientador: Renato Bobsin Machado
{renato}@unioeste.br

Co-orientadores: Feng Chung Wu, Hwei Diana Lee
{wufc, hwei}@unioeste.br

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Foz do Iguaçu
Centro de Engenharias e Ciências Exatas

RESUMO

O avanço das tecnologias computacionais e de comunicação, em conjunto com as necessidade da área médica, têm impulsionado o desenvolvimento de aplicações direcionadas à Telemedicina. Dentro desse contexto, neste trabalho é apresentado um modelo de um sistema de videoconferência e transmissão de dados em tempo real pela Web, aplicado a experimentos médicos. Como subsídio, será apresentada a arquitetura de conferência multimídia proposta pela *Internet Engineering Task Force*. Inicialmente o modelo será aplicado à transmissão de dados do Sistema de Aquisição e Análise de Dados Biomecânicos pertencente ao teste biomecânico Energia Total de Ruptura, podendo ser estendido, posteriormente, para outros domínios de conferência com transmissão de dados em tempo real.

ABSTRACT

The advance of computer and communication technology, aggregated with the medical area necessity, has impulsioned the development of Telemedicine applications. In this context, this work presents videoconferences video model and a real time transmission data through Web, applying to medical experiments. To support it, will be presented an multimidia conference architecture proposed by Internet Engineering Task Force. Primary, the model will be applied to data transmission of Biomechanical Data Aquisition and Analysis System belong to Total Energy of Rupture biomechanical tests, being able to be extended, after, to others conference domains of real time data transmission.

Palavras-chave: Telemedicina, Videoconferência e Tempo Real

1 INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento de tecnologias computacionais e das telecomunicações ampliou os meios de comunicação nos mais diversos âmbitos da sociedade. Uma área que tem se mostrado como uma aplicação potencial é a medicina, a qual possui grande números de processos que podem ser otimizados com a realização de serviços médicos à distância. Algumas das possíveis aplicações são consultas remotas, monitoração de pacientes e compartilhamento de informações entre médicos.

A aplicação de tecnologias de telecomunicações para a interação entre profissionais de saúde e pacientes é denominada Telemedicina [7]. Nesse contexto, iniciou-se o desenvolvimento de um projeto em telemedicina de Transmissão Segura de Dados em Tempo Real pela Internet [1]. Este estudo resultou em uma solução que forneceu subsídios para o acompanhamento remoto de experimentos médicos, realizando a

transmissão de dados em tempo real e possibilitando a interação dos pesquisadores por meio de comunicação por voz e mensagens de texto. A partir desses resultados, neste trabalho é proposta uma evolução do modelo desenvolvido, agregando as seguintes características: novos recursos multimídia, como videoconferência; sincronização dos dados de mídia com os dados do experimento e migração da solução para o ambiente Web. Para isso, é apresentado um estudo de tecnologias de videoconferência e transmissão de dados em tempo real sobre a Web.

O estudo de caso abordado neste trabalho consiste na troca de informações entre pesquisadores na realização do teste biomecânico Energia Total de Ruptura [13]. Este experimento consiste em um estudo da resistência de alças intestinais realizado em parceria entre o Laboratório de Bioinformática (LABI) da UNIOESTE/Foz do Iguaçu - PR e o Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP/Campinas - SP. O teste biomecânico ETR é composto por vários componentes, entre os quais o Sistema de Aquisição e Análise de Dados (SABI), o qual disponibiliza em tempo real gráficos sobre a resistência do corpo de teste durante os experimentos [11].

O modelo apresentado neste trabalho foi projetado para permitir a interação entre os pesquisadores, os quais poderão acompanhar remotamente a realização dos ensaios biomecânicos por meio de videoconferência e da transmissão em tempo real dos dados do aplicativo SABI.

2 CONFERÊNCIA MULTIMÍDIA

Embora a Internet não tenha sido projetada para a transmissão de dados de aplicações em tempo real, o aumento do poder de processamento dos computadores e da largura de banda, possibilitou o desenvolvimento de aplicações de multimídia. Essas aplicações geram e consomem fluxos de dados, tal como vídeo e áudio, em tempo real.

Desse modo, o desenvolvimento de soluções desse gênero deve considerar alguns requisitos de qualidade de serviço, como taxa de transmissão, tempo de atraso máximo, latência e fidelidade [12].

Além disso, arquiteturas de conferências multimídia têm sido projetadas para evitar que cada desenvolvedor necessite definir sua própria pilha de protocolos [10]. Os fatores determinantes para uma Arquitetura de Conferência são as comunicações entre grupos de pessoas e a entrega de informações em tempo real [2].

2.1 Arquitetura de Conferência Multimídia

Atualmente existem duas propostas de arquitetura de conferência multimídia, uma recomendada pela *Internet Telecommunication Union* (ITU) e outra pela *Internet Engineering Task Force* (IETF) [10].

O grupo de pesquisa da IETF propôs uma arquitetura genérica, compatível para grupos grandes e que permite a introdução de novas mídias e novas aplicações (Figura 1). A pilha de protocolos foi projetada para atender as seguintes premissas de uma conferência:

Conference Management				Media Agents			
Conference Setup & Discovery				Conference Control		Audio/Video	Shared Applications
SDP				RSVP	Distributed control	RTP/RTCP	Reliable multicast
SAP	SIP	HTTP	SMTP				
UDP		TCP		UDP			
IP and IP Multicast							
Integrated Services Forwarding							

Figura 1: Pilha de Protocolos da Arquitetura de Conferência Multimídia.

- Suporte à Comunicação de Grupos: Multidifusão;

- Serviços de Internet;
- Protocolo de Transporte;
- Estabelecimento e Controle de Conferências.

2.1.1 *Protocolos de Multidifusão*

Em uma conferência, as informações devem ser distribuídas para todos os participantes. Uma maneira de realizar a multidifusão de informações é a utilização de protocolos de multidifusão, tal como IP *Multicast* [2].

2.1.2 *Serviços de Internet*

Conferências multimídia necessitam distribuir, em tempo real, os fluxos de informações de áudio e vídeo utilizados na conferência. No contexto ISDN - *Integrated Services Digital Network*, rotas fixas são alocadas para esse propósito. Em contrapartida, o modelo de serviço tradicional de Internet (menor esforço) não faz a avaliação necessária de qualidade de serviço em redes congestionadas. Novos modelos de serviços (*DifServ*) são definidos na Internet juntamente com protocolos de reserva de capacidades como o *Resource Reservation Protocol* (RSVP) [2].

2.1.3 *Protocolo de Transporte*

A comunicação de dados em tempo real por meio de redes necessita de protocolos específicos de transporte devido as suas características de performance e sincronização. Para isso, foram definidos os protocolos *Real-Time Transport Protocol* (RTP) e *Real-Time Transport Control Protocol* (RTCP), que possibilitam o controle na transmissão de dados em tempo real [8].

O RTP é um protocolo que provê serviços ao transporte fim-a-fim de dados em tempo real, tais como áudio, vídeo, texto e outros tipos de dados. Suas principais características são: identificação do tipo de mídia transportada, numeração dos pacotes (para que a aplicação receptora possa reordenar os dados caso cheguem desordenados) e especificação do tempo exato da geração do dado (para efeito de sincronização, no caso de tipos de dados diferentes serem transmitidos simultaneamente) [8].

O protocolo funciona em nível de usuário e normalmente é empregado juntamente com o protocolo de transporte UDP - *User Datagram Protocol*, fazendo uso dos seus serviços de multiplexação e *checksum*. O UDP é mais utilizado, pois é preferida a entrega imediata dos pacotes ao atraso decorrente dos serviços providos do protocolo TCP - *Transmission Control Protocol* [10]. O protocolo RTP não contém controle de erros, confirmação e mecanismo para qualidade de serviço, deixando essa responsabilidade às camadas adjacentes [8].

Com o intuito de realizar o monitoramento de qualidade de serviço e um controle mínimo de sessão o protocolo RTCP é utilizado em conjunto com o RTP. O RTCP, por meio da troca constante de pacotes de controle entre os usuários da sessão, fornece um *feedback* sobre a qualidade de serviço da transmissão, possibilitando adaptar dinamicamente a codificação, readequando a taxa de transmissão em função da qualidade da rede [8].

Outras funcionalidades do RTCP são: o transporte de informações mínimas de controle de sessão (ex.: nome, e-mail, número de telefone) e a manutenibilidade de um identificador em nível de transporte, permitindo aos receptores associarem e sincronizar múltiplos fluxos de dados, tal como vídeo e som, de um mesmo emissor [8].

2.1.4 *Estabelecimento e Controle de Conferências*

Os usuários necessitam de mecanismos para a divulgação das conferências e para a descrição dos seus parâmetros. O protocolo *Session Announcements Protocol* (SAP) publica sessões *multicast*, especificando os endereços *multicast* e informações de horários [4]. As especificações dessas sessões podem ser realizadas por meio do protocolo *Session Description Protocol* (SDP). Entre elas estão:

- Nome e propósito da sessão;

- Hora e duração que a sessão estará ativa;
- Mídias utilizadas na sessão;
- Informação para a recepção dessas mídias (endereços, portas, formatos entre outros);
- Informações sobre a largura de banda utilizada na conferência;
- Informações de contatos dos responsáveis pela sessão.

Questões de segurança podem ser obtidas com o SDP, como a troca de chaves e informações de métodos de criptografia em conferências privadas [3].

Além disso, são necessários formalismos para o estabelecimento, a manutenção e a finalização de sessões. Essas funcionalidades podem ser implementadas por meio do protocolo *Session Initiation Protocol* (SIP), o qual será descrito na próxima sessão.

2.2 Session Initiation Protocol

O SIP é um protocolo que atua no nível de aplicação, responsável por estabelecer, modificar e terminar sessões (conferência) multimídia, tais como ligações telefônicas sobre a Internet, além de permitir outras funcionalidades como mensagens instantâneas [6]. Pode-se estabelecer sessões de duas partes (ligações telefônicas comuns), sessões de várias partes (onde todos podem ouvir e falar) e sessões de multidifusão (com um transmissor e muitos receptores). Essas sessões podem conter áudio, vídeo e outros tipos de dados [10].

Esse protocolo não é baseado em serviços, mas provê primitivas que podem ser utilizadas para implementar diversos serviços, tais como: localização e definição dos recursos do chamado, estabelecimento, gerenciamento e encerramento de sessões de comunicação.

O protocolo SIP é baseado na arquitetura Cliente/Servidor, sendo composto pelas seguintes entidades:

- Agentes de usuário (UA):
 - *User Agent Client* (UAC) - Entidade lógica responsável por gerar requisições SIP e receber respostas a esses pedidos;
 - *User Agent Server* (UAS) - Entidade lógica responsável por gerar respostas às requisições SIP.
- Servidores:
 - *Proxy Server* - Entidade intermediária que pode agir como um servidor ou um cliente, com o propósito de estabelecer chamadas entre os usuários. A sua tarefa compreende em encaminhar pedidos que recebe às entidades que fazem parte do caminho até o destino;
 - *Registrar* - Consiste em um servidor que aceita requisições de registros de usuários e guarda informações relativa a esses pedidos. Com isso, oferece um serviço de localização e tradução de endereços de domínio que controla;
 - *Redirect Server* - Consiste em um UAS que gera respostas de redirecionamento com o endereço do usuário requisitado.

O SIP é um protocolo de texto baseado no modelo de transação requisição/resposta do protocolo HTTP. Os UACs fazem as requisições e os UASs retornam respostas à esses pedidos. Uma mensagem consiste em um nome de método na primeira linha, seguida de um ou mais cabeçalhos (*headers*), uma linha vazia indicando o fim dos cabeçalhos e o corpo da mensagem que é opcional [6]. Algumas das mensagens definidas pelo protocolo são:

- INVITE - Solicita o início de uma sessão;
- ACK - Sinaliza o recebimento da resposta, de aceitação ou de erro, de uma mensagem INVITE;
- BYE - Solicita a finalização da sessão;

- OPTIONS - Consulta opções e capacidades de um *host*;
- CANCEL - Cancela uma requisição pendente;
- REGISTER - Registra em um servidor *Register* a localização atual do usuário;
- re-INVITE - Solicita o restabelecimento de uma sessão com a modificação de algum parâmetro.

A identificação de uma entidade final na arquitetura SIP é realizada por meio de um endereço chamado SIP URI - *Uniform Resource Identifier*. Esse endereço utiliza um formato equivalente ao um endereço de e-mail comum, tal como: *sip:utilizador@dominio*, *sip:utilizador@host*, *sip:utilizador@IP-address*, *sip:numero-telefone@gateway*. A primeira parte do SIP URI está associada ao utilizador, serviço ou número de telefone e a segunda parte consiste no domínio ou endereço de rede.

O SIP possui mecanismos de segurança para autenticação, criptografia e assinatura digital. O objetivo é prover a autenticação e privacidade dos participantes em uma sessão e prevenir ataques que permitam o desvio de mensagem ou provoquem a indisponibilidade do serviço [6].

3 REQUISITOS DO SISTEMA

A arquitetura de conferência multimídia descrita neste trabalho apresenta uma pilha de protocolos, de propósito geral, que atende as principais premissas de diversas topologias e tamanhos de conferências. Essa pilha pode ser personalizada, selecionando os protocolos de acordo com os requisitos da aplicação.

Dessa maneira, o modelo da solução foi desenvolvido definindo-se componentes e protocolos, baseado na proposta da IETF, que atendessem as premissas levantadas necessárias para tornar possível o acompanhamento remoto do teste biomecânico ETR.

O teste biomecânico ETR consiste em um ensaio, onde uma balança de alta precisão, captura a força aplicada a uma alça cólica submetida a uma força externa de tração variável com o tempo [13]. Esses dados são transmitidos ao SABI, que realiza cálculos e disponibiliza gráficos e relatórios estatísticos que auxiliam os pesquisadores na análise da resistência desse material biológico [11].

A partir dessas características, os requisitos identificados para tornar possível o acompanhamento remoto desse experimento foram:

- Transmissão de Vídeo do experimento (possibilitando visibilizar o comportamento da alça intestinal);
- Transmissão em tempo dos dados disponibilizado pelo SABI;
- Videoconferência (permitindo a interação entre os pesquisadores durante os experimentos);
- Segurança na transmissão dos dados (promovendo integridade e autenticação);
- Disponibilizar a solução na Web (permitindo o seu acesso por meio de *browsers*).

4 MODELO DA SOLUÇÃO

Com a definição dos requisitos, uma primeira solução foi desenvolvida, a qual atendeu às principais premissas. Essa solução proporcionou o estabelecimento de conferência entre os pesquisadores, com interação de voz e mensagens de texto, e a transmissão em tempo real, com mecanismos de segurança, dos dados do SABI.

Com isso, a evolução dessa solução foi realizado reavaliando o modelo proposto e acrescentado novos recursos. As características adicionadas foram: tornar a conferência multisessão; acrescentar vídeo à conferência; realizar a sincronização na reprodução dos dados de mídia com os dados do SABI e adaptar a solução para o ambiente Web.

Assim, foram definidos quatro componentes (Figura 2), os quais são descritos a seguir:

Servidor Web

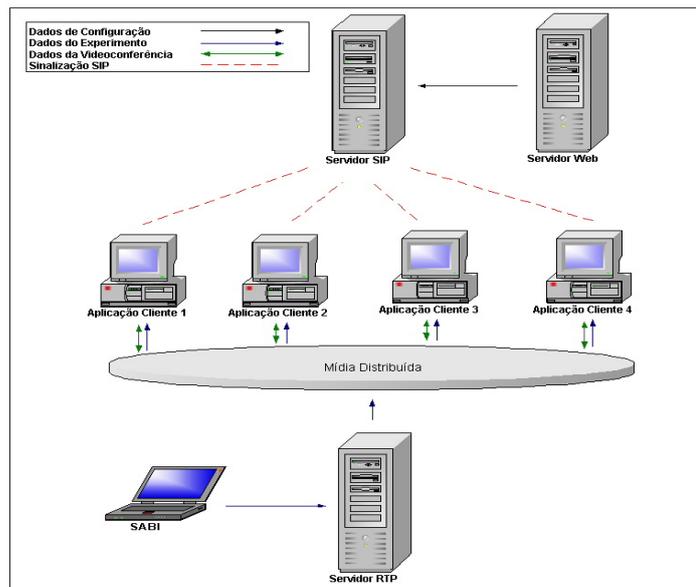


Figura 2: Modelo Proposto.

Esse componente consiste em um servidor HTTP, onde será possível realizar a configuração dos dados das conferências (ex.: data e hora do início/fim, e-mail dos convidados, endereço do Servidor RTP, etc). Essas informações serão utilizadas para o anúncio das conferências, a qual será divulgada com envio de e-mails aos convidados. Os dados de configuração também serão repassados ao Servidor SIP. No servidor Web ainda será disponibilizado, por meio de *Applets*, a Aplicação Cliente.

Servidor RTP

O Servidor RTP é responsável por distribuir os dados provenientes do SABI. Para isso, inicialmente será estabelecido uma conexão ponto-a-ponto com aplicativo SABI e posteriormente seus dados serão repassados aos demais participantes. Esse componente pode estar localizado fisicamente junto com o Servidor HTTP.

Servidor SIP

As sinalizações do protocolo SIP de estabelecimento, controle e encerramento de sessões, serão centralizadas no Servidor SIP. Esse componente, que consiste em um UAS, será responsável em estabelecer e finalizar o canal de mídia entre os participantes. Para isso, será utilizando a mensagem re-INVITE, onde serão adicionados ou removidos, por meio do SDP, os fluxos de mídias e o fluxo proveniente do Servidor RTP. O Servidor SIP também realizará, por meio de autenticação, o controle de acesso dos usuários.

Aplicação Cliente

O acesso dos usuários aos dados da conferências será realizado por meio da Aplicação Cliente, a qual será implementada em Applet, possibilitando o seu acesso pela Web. Esse componente consiste em um UAC e realizará o estabelecimento das sessões enviando a mensagem INVITE ao Servidor SIP. Essa aplicação será responsável por codificar o seu fluxo de mídia e decodificar os fluxos que receber, sincronizando a reprodução dos dados de mídia com os dados do Servidor RTP.

5 TECNOLOGIAS

O modelo proposto está sendo implementado aplicando-se a linguagem de programação JAVA. Estão sendo utilizadas as bibliotecas *Jain SIP* [5] e *Java Media Framework (JMF)* [9].

O pacote *Jain SIP* disponibiliza uma interface para o protocolo SIP conforme à RFC 3261. Essa interface possui métodos para formatar, enviar e receber mensagens SIP e fornece suporte para eventos, diálogos e transações entre os componentes SIP.

A transmissão dos dados em tempo real será realizada utilizando-se a JMF, a qual consiste em um

framework que possibilita a implementação de aplicações que utilizem os protocolos RTP e RTCP.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de sistemas distribuídos na medicina, possibilita a otimização e o desenvolvimento de novos serviços médicos a distância, tal como telemonitoramento, teleconsulta e telediagnóstico.

Neste trabalho foi apresentado um embasamento teórico e uma proposta de um modelo do sistema de telemedicina aplicado ao teste biomecânico Energia Total de Ruptura. Essa proposta foi elaborada baseada na arquitetura de conferência multimídia proposta pela IETF.

Esse modelo permitirá a transmissão, em uma conferência, de dados multimídia em conjunto com dados do aplicativo SABI, possibilitando aos pesquisadores de várias instituições a interação e o acompanhamento remoto da realização do teste biomecânico ETR.

A proposta definida apresentou-se modular e generalizável, permitindo a sua utilização em outras aplicações que necessitem da transmissão de dados em tempo real e a interação entre pessoas.

Atualmente a solução encontra-se em implementação, utilizando-se das tecnologias apresentadas nesse trabalho.

Referências

- [1] Bueno, M. A. F. “Transmissão segura de dados em tempo real pela web.” Foz do Iguaçu, 2003. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- [2] Handley, M.; Crowcroft, J.; Bormann, C.; Ott, J. “The internet multimedia conferencing architecture.” 2000a.
- [3] Handley, M.; Jacobson, V. “Sdp: Session description protocol.” RFC 2327, 1998.
- [4] Handley, M.; Perkins, C.; Whelan, E. “Session announcement protocol.” RFC 2974, 2000b.
- [5] NIST. “Project IP telephony.” Disponível em: <https://jain-sip.dev.java.net> Acesso em: out. 2004.
- [6] Rosenberg, J.; Schulzrinne, H.; Camarillo, G.; Johnston, A.; Peterson, J.; Sparks, R.; Handley, M.; Schooler, E. “Sip: Session initiation protocol”. RFC 3261, 2002.
- [7] Sabbatini, R. M. E. “Telemedicina: A assistência à distância.” Disponível em <http://www.nib.unicamp.br/papers/reporter-medico-03.htm> Acesso em: abr. 2004.
- [8] Schulzrinne, H.; Casner, S.; Frederick, R.; Jacobson, V. “Rtp: A transport protocol for real-time applications.” RFC 3550, 2003.
- [9] Sun. “Java *media framework* API (JMF).” Disponível em: <http://java.sun.com/products/java-media/jmf> Acesso em: out. 2004.
- [10] Tanenbaum, A. S. “Redes de computadores.” 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- [11] Voltolini, R. F.; Metz, J.; Machado, R. B.; Lee, H. D.; Wu, F. C.; Fagundes, J. J., Góes, J. R. N. “Sabi 2.0: Um sistema para a realização de testes biomecânicos em material viscoelástico não lineares.” In: The Fourth Congress of Logic, 2003, Marília.
- [12] Wang, Z. “Internet QoS - Architectures and mechanisms for quality of service”. 1. ed. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- [13] Wu, F. C. “Ação da concentração de oxigênio em cicatrização cólica comprometida ou não por isquemia: trabalho experimental em ratos.” Campinas, 2003. Tese (Doutorado em Cirurgia) - Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas.