

Aplicações Multimídia em Tempo Real *

Edmundo de Souza e Silva Berthier A. Ribeiro-Neto
Rosa Maria M. Leão Sérgio V. A. Campos Leana Golubchik
Don Towsley Richard Muntz Adriane de Quevedo Cardozo †
Flávio Pimentel Duarte ‡ João Caram

Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Depto. de Ciência da Computação, COPPE/Sistemas, NCE
Universidade Federal de Minas Gerais,
Depto. de Ciência da Computação.

1 Introdução

A Internet começa a transportar dados provenientes de uma grande variedade de aplicações incluindo bibliotecas digitais, vídeo, áudio e serviços de imagens, educação e colaboração a distância, ambientes virtuais ligados em rede e entretenimento. Uma característica comum destas aplicações é a natureza contínua dos dados gerados por elas. Em aplicações deste tipo, existem fortes relações temporais que definem a forma pela qual os dados a serem entregues são escalonados. Essas relações temporais, aliadas ao alto consumo de banda (de cada aplicação e do agregado de várias aplicações), e a necessidade de grande espaço de armazenamento, trazem desafios significativos para o projeto de tais sistemas. As aplicações necessitam de um mínimo de qualidade de serviço (QoS), contudo elas usarão uma rede que ainda por diversos anos não suportará a qualidade exigida. A grande variabilidade na qualidade das conexões de redes impõe severos requisitos de projeto principalmente no caso de aplicações interativas, por exemplo aplicações de vídeo sob demanda, e de voz.

Pelos motivos acima, é necessário que se desenvolvam técnicas para melhorar a QoS oferecida às aplicações. Entretanto, existem vários problemas ainda em aberto relacionados a qualidade destas aplicações. Estas técnicas podem atuar em dois níveis: na rede ou

*Este trabalho é parcialmente apoiado pelo CNPq e FAPERJ.

† A. Cardozo possui bolsa de mestrado do CNPq.

‡ F. Duarte possui bolsa de mestrado da Capes.

na aplicação. No caso de atuarem na aplicação, elas devem permitir que a mesma possa se adaptar a variações da qualidade da conexão da rede.

O objetivo deste trabalho é o de descrever três aplicações multimídia que desenvolvemos e que estão atualmente operacionais nos nossos laboratórios e alguns dos estudos sendo realizados com essas aplicações. Essas aplicações estão sendo utilizadas como *testbed* para novos algoritmos para melhorar a QoS.

Ao longo dos últimos anos desenvolvemos as seguintes aplicações: uma ferramenta de transmissão de voz [7] com características ímpar de recuperação de pacotes, uma ferramenta *whiteboard* TGWB totalmente distribuída [2], um servidor de vídeo sob demanda (ALMADEM-VoD). O desenvolvimento desta última aplicação foi capitaniado por colegas da UFMG em projeto de cooperação conjunta patrocinado pelo CNPq [5]¹. Além disso estamos também introduzindo uma série de modificações no servidor VoD RIO, inicialmente desenvolvido na UCLA [8], de forma a incorporar novos atributos para melhorar a QoS e torná-lo um protótipo operacional e robusto, para ampliar a sua utilização, notadamente em **telemedicina** e **ensino a distância**.

Um fator comum dessas aplicações é a natureza contínua dos seus dados. Neste caso, estreitas relações temporais existem, definindo o escalonamento de quando o dado deve ser entregue. Estas relações temporais acopladas com a grande necessidade de banda do agregado das aplicações, e grande necessidade de armazenamento, e a alta variabilidade da QoS oferecida pela rede, impõe desafios peculiares no projeto de tais sistemas.

2 Projeto e Experimentos

Nesta seção abordaremos alguns dos problemas focalizados e testes sendo realizados. Descreveremos os objetivos dos testes e as implementações sendo realizadas.

Consideremos inicialmente a ferramenta de transmissão de voz. A qualidade de áudio recebida é fortemente dependente de vários fatores, como o *jitter* e o descarte de pacotes na rede. Neste trabalho temos estudado o processo de perda na rede e proposto novos mecanismos de recuperação de pacotes, mais eficientes do que outros na literatura [7]. Atualmente estamos estendendo os resultados obtidos anteriormente e investigando questões relacionadas a adaptabilidade dinâmica do algoritmo de [7]. Uma versão totalmente nova da ferramenta de transmissão de voz foi implementada. Esta nova versão tem embutida uma série de funções para a coleta e análise de dados em tempo real de forma a re-alimentar o algoritmo de recuperação de pacotes e verificar a QoS sendo obtida. As funções de análise de dados permitem ainda o estudo do processo de perda na rede, visando posterior modelagem analítica. O processo de perda é fundamental para o estudo da eficácia de mecanismos de compensação de QoS na aplicação.

¹Projeto concluído em Maio de 2000

O modo como os dados são alocados nos discos de servidores de VoD (*layout* dos dados, e o modo como um servidor opera para servir as requisições influem diretamente no seu desempenho [9] e conseqüentemente na QoS final, portanto é importante que se desenvolvam conjuntamente mecanismos eficientes de *layout* e de recuperação da informação levando também em conta a variabilidade dos retardos de transmissão e as taxas de transmissão dos vídeos armazenados. O servidor VoD RIO baseia-se em *layout* aleatório e o servidor VoD-ALMADEM *layouts* aleatório e *striping* estão sendo implementados de forma a realizar uma série de comparações [6, 1].

Para o servidor VoD RIO, elaboramos um modelo de controle de admissão a ser usado em *tempo real* pela aplicação. O controle leva em consideração a possibilidade do uso de funções de VCR tipo *rewind*, *fast forward*, etc. Implementamos também mecanismos de gerenciamento de *buffers* de forma a manter a QoS exigida mesmo com alta variabilidade da QoS oferecida pela rede. Futuramente este servidor será acoplado a proxies desenvolvidos pela Universidade de Massachusetts.

Em paralelo, além dos dois *layouts* mencionados acima, dois modos de operação - server-driven(ciclos) e client-driven(sem ciclos) foram desenvolvidos. Testes tem sido realizados sobre as implementações, tentando determinar de forma experimental qual combinação possibilita um melhor desempenho para um servidor multimedia de propósito geral.

Ambos os servidores estão sendo disponibilizados nos laboratórios da UFMG e UFRJ. Desta forma teremos uma faixa de metodologias abrangente para a realização de uma bateria de testes envolvendo inclusive nossos parceiros no exterior.

O Whiteboard TGWB [3] possui características que não estão disponíveis em outras ferramentas semelhantes. Foi implementado no topo do TGIF, uma ferramenta poderosa de desenho, baseada em vetor e de código fonte aberto. TGWB tem uma arquitetura completamente distribuída e qualquer usuário pode modificar simultaneamente o desenho da tela. O TGWB implementa um mecanismo de consistência de dados e multicast confiável, e supõe apenas uma arquitetura de rede do tipo IP-multicast *best effort*. O TGWB atualmente está sendo acoplado sobre os servidores VoDs dos nossos laboratórios de forma a prover uma plataforma integrada para ensino à distância.

Outros experimentos estão atualmente sendo realizados entre a UFRJ, UMD e UFMG. Por exemplo, no caso de transmissão de voz em tempo real, estamos empregando caminhos múltiplos com gargalos independentes. Dado K caminhos, $K - 1$ dos destinos atuam como *relays* a nível de aplicação para o K -ésimo destino [4]. A caracterização de tráfego está também sendo investigada nestes experimentos.

3 Resumo

Implementamos uma série de mecanismos para compensar a variação da QoS oferecida pela rede, talhados para aplicações de meio contínuo, multimídia e tempo real. O conjunto de aplicativos desenvolvidos pelo grupo, alguns em parceria com universidades no exterior nos fornece um ambiente de testes ímpar para investigar uma série de problemas importantes de redes. Nossa premissa básica é a utilização de mecanismos na aplicação, e não na rede. Dispomos ainda de ferramentas de análise por nós desenvolvidas para criar modelos dos mecanismos e avaliar o ganho obtido. Nossa ferramenta de geração de tráfego também auxilia nos testes de caracterização do processo de perda na rede.

Referências

- [1] João Caram. Estudo comparativo entre leiaute aleatório e leiaute por faixas para alocação de dados em servidores multimídia. Master's thesis, DCC/UFMG.
- [2] C.E.F. de Brito, R.S. de Moraes, D.J. Oliveira, and E. de Souza e Silva. Comunicação Multicast Confiável na Implementação de uma Ferramenta Whiteboard. In *17th Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores*, pages 222–237, Maio 1999.
- [3] Edmundo de Souza e Silva and William C. Cheng. Reliable multicast communication and the implementation of tgwb, a shared whiteboard tool. Technical report, UFRJ, 2000.
- [4] Edmundo de Souza e Silva, Leana Golubchik, John C.S. Lui, and Don Towsley (project coordinators). Large Wide-Area Applications. In *Internet2 Network Research Workshop*, Chicago, IL, USA, April 2001.
- [5] E. de Souza e Silva *et al.* ALMADEM - Applications and Analysis of Multimedia High Performance Networks. In *Proceedings of the Project Evaluation Workshop: ProTeM-III*, pages 455–479. ProTeM-CC/CNPq/Brazil, 1999.
- [6] Daniela Alvim Seabra dos Santos. Performance analysis of a distributed video on demand service. Master's thesis, DCC/UFMG, 2001.
- [7] D.R. Figueiredo and E. de Souza e Silva. Efficient Mechanisms for Recovering Voice Packets in the Internet. In *Proceedings of IEEE/Globecom'99, Global Internet: Application and Technology Symposium*, pages 1830–1837, Dezembro 1999.
- [8] J. R. Santos and R. Muntz. Performance analysis of the rio multimedia storage system with heterogeneous disk configurations. In *Intl. ACM Multimedia Conference*, Bristol, United Kingdom, September 1998.
- [9] J. R. Santos, R. Muntz, and B. Ribeiro Neto. Comparing random data allocation and data striping in multimedia servers. In *Proceeding of ACM Sigmetrics 2000*, pages 44–55, 2000.