

Control Mechanisms for Packet Audio in the Internet

(Jean-Chrysostome Bolot e Andrés Vega-García)

Prof. Dr. Célio V. N. Albuquerque

Etienne César R. de Oliveira
Doutorando em Computação

Objetivo e Motivações

Embora este artigo tenha sido escrito há mais de uma década, a motivação permanece atual. Os autores ressaltam as dificuldades inerentes à transmissão de áudio através da Internet, uma rede que dispõe de uma única classe de serviço denominada de melhor esforço (*best effort*), e ainda descrevem e analisam um conjunto de mecanismos de controle capaz de lidar com características dinâmicas da Internet, tais como perdas e atrasos, possibilitando a adaptação dos processos de codificação e decodificação de áudio.

A comercialização de estações de trabalho com recursos de *hardware* necessários ao estabelecimento de uma áudio-conferência, o aumento da largura de banda da Internet e o desenvolvimento do Mbone, associados à oferta de ferramentas capazes de prover ligações telefônicas com qualidade através da Internet e a uma fração do custo de uma ligação telefônica tradicional constituem motivações para realização deste trabalho.

Proposta

A proposta deste trabalho é eliminar ou minimizar os efeitos indesejáveis provenientes da perda de pacotes e do *jitter* na qualidade do áudio recebido pelo destinatário. Para isso foram desenvolvidos três mecanismos:

- 1) Ajustar o tempo de apresentação dos pacotes de áudio recebidos, minimizando o impacto do efeito negativo do *jitter*;
- 2) Adicionar redundância aos pacotes de áudio transmitidos, possibilitando a recuperação de informações no caso de perda de pacotes;
- 3) Controlar a taxa de envio de pacotes de áudio, ajustando a taxa de transmissão de acordo com as características dinâmicas da rede, minimizando a perda de pacotes.

Através de observações na transmissão de pacotes de voz de 320 bytes (40 ms de voz) com codificação PCM, realizadas entre INRIA (França) e UCL (Inglaterra), foi possível identificar que a quantidade de pacotes perdidos de forma consecutiva, tanto em redes *unicast* quanto em redes *multicast*, variou de 1 a 12 pacotes. No entanto, após uma distribuição de frequência destas ocorrências, percebeu-se que a maioria das ocorrências implicava na perda de um ou dois pacotes.

Os autores adotaram um mecanismo que permite a reconstrução de pacotes perdidos com base na proposta conhecida por FEC (*Forward Error Correction*), acrescentando, ao pacote corrente, pacotes anteriores codificados com algoritmos com maior capacidade de compressão e menor qualidade de voz, tais como ADM4, ADM2, GSM, LPC etc.

Além disso, os autores propõem um mecanismo capaz de controlar a taxa de envio de pacotes e a quantidade de perdas, ajustando, na origem, a taxa de transmissão e a quantidade de informação redundante. Para que este mecanismo seja eficaz, os seguintes objetivos devem ser alcançados:

- 1) Ajustar a taxa de envio de pacotes para a rede;
- 2) Ajustar a quantidade de informação redundante acrescentada aos pacotes;
- 3) Determinar as informações de retorno acerca de perdas medidas no destinatário;
- 4) Definir um mecanismo de controle na origem que trate as informações de retorno e ajuste a taxa de envio e a quantidade de informação redundante.

Em um experimento controlado com um enlace de 100 Kbps, os autores avaliaram que o uso de mais de três fontes de transmissão, utilizando a codificação PCM e sem os mecanismos de controle de taxa de transmissão e de erro, tornou medíocre a qualidade do sinal recebido. Já com o mecanismo de controle implementado, ao passo que a rede entra no processo de congestionamento, o controle de QoS informa às fontes a ocorrência de perdas, que então reduz a taxa de transmissão, alterando o codificador de PCM para ADM6, ADM5, ADM4 até GSM. A qualidade da voz recebida varia muito pouco, pois os codificadores relacionados mantêm um nível de avaliação semelhante, de acordo com o MOS.

Vantagens

O mecanismo proposto é capaz de lidar de forma mais adequada com as variações de tráfego da Internet, possibilitando o recebimento de um sinal de voz com relativa qualidade, mesmo através de enlaces congestionados.

Desvantagens e Limitações

Como o mecanismo de controle necessita que os destinatários enviem informações acerca das perdas ocorridas, de forma a ajustar adequadamente a taxa de transmissão (tipo do codificador), seria interessante que os autores efetuassem testes com uma quantidade bem superior de destinatários, de forma a avaliar se a solução proposta é, de fato, escalável. Além disso, a manutenção da transmissão em um limite inferior definido pelo usuário não fornece garantia de que a transmissão não colaborará para a manutenção do congestionamento.