

## Adaptive Playout Scheduling and Loss Concealment for Voice Communication over IP Networks

(Yi J. Liang, Nikolaus Färber and, Bernd Girod)

Prof. Dr. Célio V. N. Albuquerque

**Etienne César R. de Oliveira**  
**Doutorando em Computação**

### Objetivo e Motivações

A limitação atual de QoS na Internet é um dos maiores desafios para comunicação de voz em tempo real. Atrasos excessivos, perda de pacotes e *jitter* prejudicam a QoS. Em função destas dificuldades, os autores propõem um novo esquema de escalonamento para o *playout* de pacotes de voz, de forma a equalizar o atraso de armazenamento e as perdas para comunicação de voz em tempo real sob redes IP. Neste esquema, o atraso da rede é estimado a partir de estatísticas anteriores e o tempo de *playout* é ajustado de forma adaptativa. Diferentemente dos trabalhos anteriormente publicados, o ajuste não ocorre somente após o término de falas em rajadas, mas também durante as falas em rajada. A reconstrução da fala é alcançada através de pacotes individuais de voz utilizando uma técnica modificada, baseada no algoritmo WSOLA (*Wave-form Similarity Overlap-Add*).

### Proposta

Em função do serviço de melhor esforço (*best-effort*), provido pela Internet através do protocolo IP, pacotes de dados são encaminhados com atrasos arbitrários e podem, inclusive, ser perdidos. A limitação de QoS é o maior desafio para a comunicação de voz em tempo real sobre redes IP (VoIP), pois o atraso fim-a-fim excessivo prejudica a conversação e técnicas de controle de erro como retransmissão não devem ser aplicadas. Deve-se ressaltar que a perda de qualquer pacote degrada a qualidade da reconstrução da fala, assim como a variação do atraso (*jitter*) dificulta a correta reconstrução dos pacotes de voz no formato original.

Muitos esforços têm sido despendidos em diferentes camadas de comunicação com intuito de reduzir o atraso, amenizar o *jitter* e recuperar as perdas. Na camada de aplicação, o uso de técnicas passivas de recuperação baseadas no receptor apresenta a vantagem de não requerer cooperação da origem, além disso, operam de forma independente da infraestrutura de rede. Outra importante funcionalidade que pode ser implementada no receptor é a ocultação de pacotes perdidos, ou seja, a recuperação de informações perdidas através de redundância em pacotes vizinhos, além do escalonamento de pacotes de voz.

Os autores apresentam resultados comparativos, representados pela figura 1, com três algoritmos diferentes para ajuste do limite do *playout* (*playout deadline*). O primeiro algoritmo (a) possui um limite de *playout* fixo, o segundo algoritmo (b) efetua ajustes somente nos períodos de silêncio e o terceiro algoritmo (algoritmo proposto) (c) faz ajustes

nos períodos de silêncio e de fala contínua. O algoritmo proposto apresenta o melhor resultado, sendo capaz de evitar a maioria das perdas de pacotes.

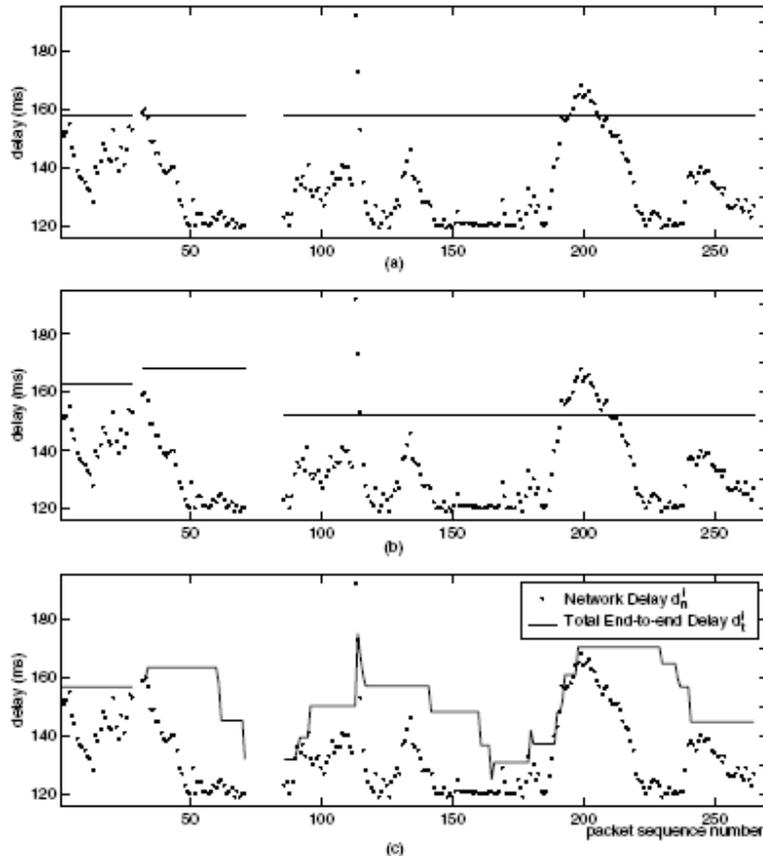
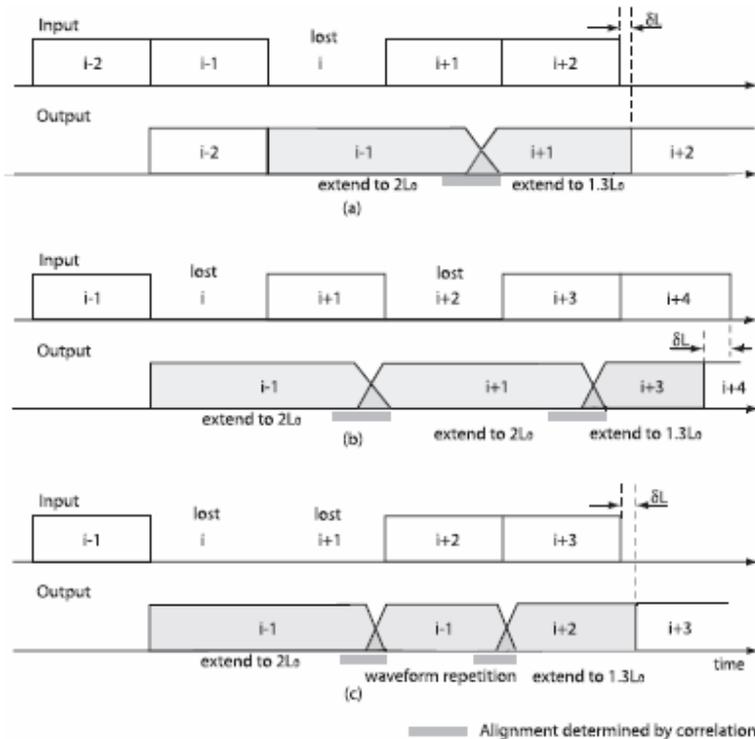


Figura 1 – Comparação entre Algoritmos

O algoritmo proposto fixa que o ajuste do limite de *playout* deve considerar a qualidade da fala, ou seja, o tempo limite para espera de um pacote não pode causar prejuízos à qualidade da fala. O escalonamento dos pacotes de voz é implementado pelo algoritmo WSOLA, cujo método de interpolação de pacotes de voz baseia-se exclusivamente no domínio do tempo. Os autores efetuaram modificações no algoritmo WSOLA, possibilitando a extração de uma quantidade superior de trechos para análise, independente do padrão de fala.

Para cada pacote de voz é calculado um tempo específico de espera, com base nos últimos  $w$  pacotes recebidos. Para que cada pacote possa ser apresentado, ele terá que chegar dentro do dentro limite calculado.

O processo de ocultação de perdas é provido através da junção de pacotes adjacentes. Os pacotes adjacentes são estendidos de forma que possam ser reunidos em um ponto adequado. Embora este método introduza um atraso de ao menos um pacote de voz, o resultado final apresenta uma boa qualidade de voz e é capaz de lidar com vários padrões de perdas. A figura 2 exemplifica as ações do processo de ocultação de erros.



**Figura 2 - Processo de Ocultação de Erros**

Nas simulações realizadas, o algoritmo proposto obteve os melhores resultados, quando comparado com os outros dois algoritmos avaliados: (1) com um limite de *playout* fixo; (2) efetua ajustes somente nos períodos de silêncio. Na maioria das avaliações, o algoritmo proposto obteve um ponto a mais que os demais algoritmos, baseado no método MOS.

### Vantagens

Além dos resultados apresentados, que demonstram claramente uma qualidade superior, os autores afirmam que o algoritmo proposto atua de forma independente do CODEC, possibilitando o seu uso de forma ampla e irrestrita.

### Desvantagens

Como as simulações foram baseadas somente com o algoritmo G.711 (PCM), seria adequado para real avaliação do algoritmo proposto que outros CODECs fossem avaliados.