

O melhor esforço vs aplicações multimídia

Redes Multimídia

Prof. Emerson Ribeiro de Mello

Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC
campus São José
mello@ifsc.edu.br

11 de agosto de 2011



- ① Estratégias para tratar a variação de atraso
- ② Estratégia para abrandar a perda de pacotes



- ① Estratégias para tratar a variação de atraso
- ② Estratégia para abrandar a perda de pacotes



- A camada de rede da Internet opera com o **melhor esforço**
 - Tenta entregar um datagrama IP da melhor maneira possível
- Não é possível prever o atraso fim a fim para um único pacote ou mesmo a variação de atraso e taxa de perdas para um fluxo de mídia
- A **falta de garantias** torna um desafio o uso de aplicações multimídia interativas de tempo real



- Características da aplicação:
 - Conversa ocorre em rajadas, durante a fala é gerado 8.000 *bytes* por segundo
 - Dados transmitidos em porções de 20 milisegundos, ou seja, cada porção leva 160 *bytes*
 - As porções são transmitidas sobre o UDP



- Características da aplicação:
 - Conversa ocorre em rajadas, durante a fala é gerado 8.000 *bytes* por segundo
 - Dados transmitidos em porções de 20 milisegundos, ou seja, cada porção leva 160 *bytes*
 - As porções são transmitidas sobre o UDP
- Problemas
 - Perda de pacote
 - É possível tolerar até 10% de perdas
 - Atraso fim a fim e variação de atraso
 - Pacotes que chegarem com atraso grande são considerados perdidos e são descartados



A remoção da variação de atraso nessa aplicação pode se dar através de três mecanismos

- **Uso de um número de sequência para cada porção**
 - O emissor incrementa-o a cada pacote
- **Marcação temporal para cada porção**
 - O emissor indica o instante que aquela porção foi gerada
- **Atraso na reprodução**
 - O atraso deve ser suficientemente grande de forma que a maioria dos pacotes sejam recebidos antes do tempo que serão reproduzidos
 - O atraso pode ser fixo ou pode variar ao longo da sessão de áudio



Atraso de reprodução fixo

- Tenta reproduzir cada porção exatamente q milisegundos após a porção ter sido gerada
- Uma porção gerada no instante t será reproduzida no instante $t + q$
- Se uma porção chegar após o instante $t + q$, esta será descartada



Atraso de reprodução fixo

- Tenta reproduzir cada porção exatamente q milissegundos após a porção ter sido gerada
- Uma porção gerada no instante t será reproduzida no instante $t + q$
- Se uma porção chegar após o instante $t + q$, esta será descartada
- Pontos sobre o tamanho de q :
 - q longo evita perda de pacotes
 - q curto apresenta uma melhor experiência interativa



Atraso de reprodução fixo

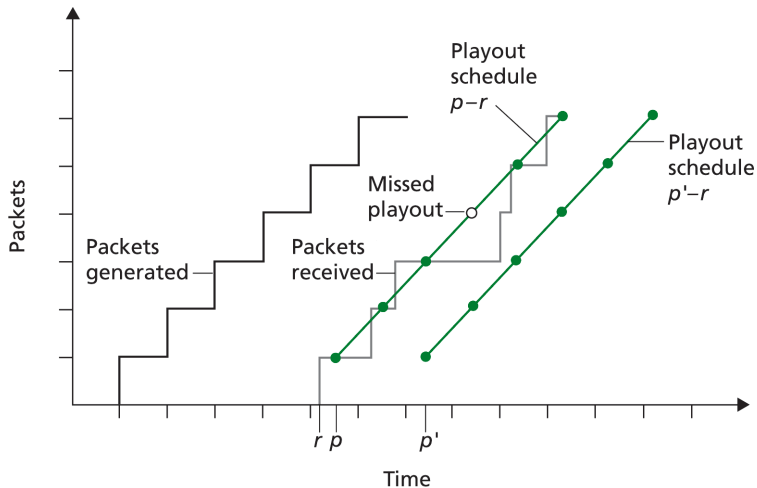


Figure 7.6 ♦ Packet loss for different fixed playout delays.



Atraso de reprodução adaptativo

- Tem por objetivo minizar o atraso, mantendo uma baixa taxa de perda
- Estimar o atraso da rede e sua variação e ajusta o atraso de reprodução para o **início de cada rajada de voz**
- Períodos de silêncio são comprimidos e alongados de forma que não seja percebido pelos interlocutores
- Definições
 - c_i marcação temporal do i -ésimo pacote = o instante que o pacote foi gerado pelo emissor
 - r_i instante em que o i -ésimo pacote foi entregue ao receptor
 - e_i instante em que o i -ésimo pacote foi reproduzido pelo receptor
 - $r_i - c_i$ atraso fim a fim para o i -ésimo pacote



Atraso de reprodução adaptativo

- Estimativa dinâmica do atraso médio no receptor

$a_i = (1 - u)a_{i-1} + u(r_i - c_i)$, sendo u uma constante fixa, por exemplo 0,01

- Observações recentes possuem um peso maior

- Estimativa do desvio médio do atraso

$d_i = (1 - u)d_{i-1} + u|r_i - c_i - a_i|$

- Ambos são calculados para cada pacote que é recebido e assim é possível determinar o instante que o pacote deverá ser reproduzido

$e_i = c_i + a_i + Kd_i$, sendo K uma constante positiva ($K = 4$)

- O objetivo de Kd_i é garantir que somente uma pequena fração dos pacotes chegarão fora do limiar estabelecido.



- ① Estratégias para tratar a variação de atraso
- ② Estratégia para abrandar a perda de pacotes



Estratégia para abrandar a perda de pacotes

- A indução de atraso na reprodução ajuda as aplicações de voz sobre IP a lidar com o atraso fim a fim e a variação
- A retransmissão de pacotes perdidos não é adequada para aplicações interativas
 - Pacotes que realmente não chegaram
 - Pacotes que chegaram após o tempo para sua reprodução



Estratégia para abrandar a perda de pacotes

- A indução de atraso na reprodução ajuda as aplicações de voz sobre IP a lidar com o atraso fim a fim e a variação
- A retransmissão de pacotes perdidos não é adequada para aplicações interativas
 - Pacotes que realmente não chegaram
 - Pacotes que chegaram após o tempo para sua reprodução
- Técnicas para abrandar as perdas de pacotes tem por objetivo preservar uma boa qualidade do áudio diante da perda de pacotes
 - Correção Atencipada de Erros (*Forward Error Correction* – FEC)
 - Intercalação



Correção Antecipada de Erros

- Geralmente é usado em situações onde a retransmissão dos dados é cara ou impossível.
- Emissor envia dados redundantes em suas mensagens, também conhecidos como um código de correção de erro.
- Permite ao receptor detectar e corrigir os erros (dentro de um certo limite) sem precisar requisitar ao emissor por dados adicionais



- Envio de uma porção redundante para cada grupo de n porções, sendo o pacote redundante obtido através do **XOR** sobre os demais pacotes do grupo.
 - O envio de $n + 1$ porções aumenta o consumo de banda em $1/n$
 - É possível reconstruir as n porções originais se no máximo 1 porção for perdida para $n + 1$ porções
 - Atraso na reprodução deve ser suficiente para a chegada dos $n + 1$ pacotes



Correção Antecipada de Erros

- Envio de uma porção redundante para cada grupo de n porções, sendo o pacote redundante obtido através do **XOR** sobre os demais pacotes do grupo.
 - O envio de $n + 1$ porções aumenta o consumo de banda em $1/n$
 - É possível reconstruir as n porções originais se no máximo 1 porção for perdida para $n + 1$ porções
 - Atraso na reprodução deve ser suficiente para a chegada dos $n + 1$ pacotes
- Outra forma de usar o FEC é através da transmissão de fluxos de baixa resolução como a informação redundante.
 - fluxo nominal pode ser enviado em uma qualidade melhor, por exemplo, PCM a 64kbps, enquanto que o fluxo redundante codifica o áudio com o G.729 a 8 kbps.



Correção Antecipada de Erros

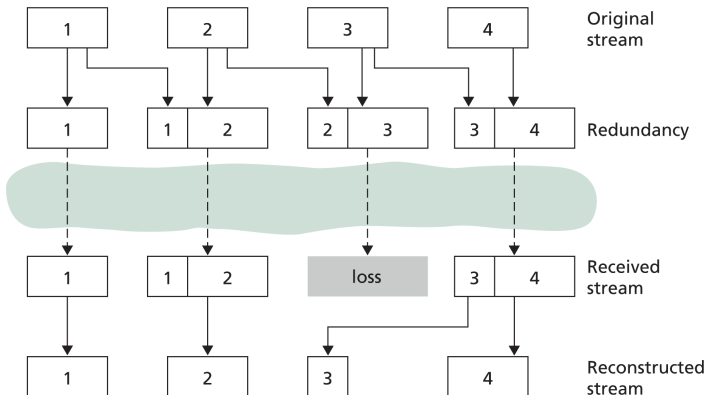


Figure 7.7 ♦ Piggybacking lower-quality redundant information



Intercalação

- Consiste no resequenciamento das unidades de áudio antes de transmití-las, de forma que unidades que estavam originalmente próximas sejam separadas por uma certa distância no fluxo a ser transmitido.
 - No exemplo: unidades são de 5ms e as porções representam 20ms – 4 unidades por porção

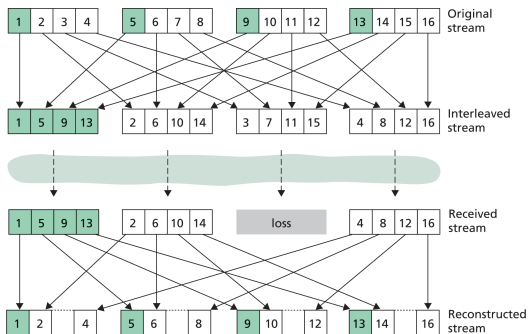
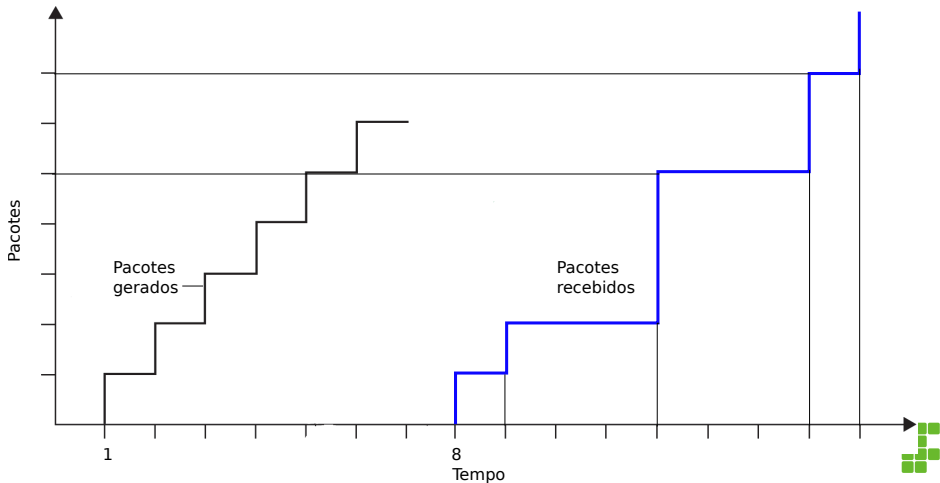


Figure 7.8 ♦ Sending interleaved audio



Exercícios

- Na figura abaixo um transmissor começa a enviar áudio empacotado periodicamente em $t = 1$. O primeiro pacote chega quando o transmissor está em $t = 8$.



- 1 Quais são os atrasos (do transmissor ao receptor, ignorando qualquer atraso de transmissão) dos pacotes 2–8? Cada segmento de linha vertical e horizontal na figura tem o comprimento de 1, 2 ou 3 unidades de tempo
- 2 Se a reprodução de áudio começa assim que o receptor está em $t = 8$, qual dos primeiros oito pacotes enviados não chegará em tempo para a reprodução? E para o caso do receptor estar em $t = 9$?
- 3 Qual o mínimo de atraso de reprodução no receptor que resulta em todos os oito primeiros pacotes chegarem a tempo para a reprodução?



Considere a figura do exercício anterior e:

- 4 Calcule o atraso médio estimado para os pacotes de 2 a 8, usando a fórmula a_i do “atraso de reprodução adaptativo”. Assuma $u = 0, 1$.
- 5 Calcule o desvio médio estimado do atraso para os pacotes de 2 a 8, usando a fórmula d_i do “atraso de reprodução adaptativo”. Assuma $u = 0, 1$.



- Na **Correção Antecipada de Erros (FEC)** suponha que seja gerado uma porção redundante para cada quatro porções originais
- No esquema de **Intercalação** suponha que seja usado uma codificação de baixa taxa de bits, cuja taxa de transmissão seja 25% da taxa de transmissão corrente nominal



Exercícios

- Na **Correção Antecipada de Erros (FEC)** suponha que seja gerado uma porção redundante para cada quatro porções originais
- No esquema de **Intercalação** suponha que seja usado uma codificação de baixa taxa de bits, cuja taxa de transmissão seja 25% da taxa de transmissão corrente nominal

Questões

- 6 Quanta largura de banda adicional cada esquema requer? E quanto atraso de reprodução cada esquema adiciona?
- 7 Como os dois esquemas funcionarão se em cada grupo de cinco pacotes o primeiro for perdido? Qual esquema terá melhor qualidade de áudio?
- 8 Como os dois esquemas funcionarão se em cada grupo de dois pacotes o primeiro for perdido? Qual esquema terá melhor qualidade de áudio?



Larry L. Peterson and Bruce S. Davie
Computer Networks. A Systems Approach, 4 edition
Morgan Kaufmann, 2007



James F. Kurose and Keith W. Ross
Redes de computadores e a Internet: Uma abordagem top-down, 3ª edição
Addison-Wesley, 2005.

