

Introdução às redes multimídia

Redes Multimídia

Prof. Emerson Ribeiro de Mello

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

3 de agosto de 2011



Multimídia

A palavra *multimídia* expressa uma informação que combina diversos conteúdos em diferentes formatos. Exemplo: texto, imagem, áudio, vídeo e interatividade.



Multimédia

A palavra *multimédia* expressa uma informação que combina diversos conteúdos em diferentes formatos. Exemplo: texto, imagem, áudio, vídeo e interatividade.

- As aplicações multimédia são caracterizadas como:
 - Lineares. **Não** permitem a interação do usuário com o conteúdo
 - Não-lineares. Permitem a interação do usuário com o conteúdo



Multimídia

A palavra *multimídia* expressa uma informação que combina diversos conteúdos em diferentes formatos. Exemplo: texto, imagem, áudio, vídeo e interatividade.

- As aplicações multimídia são caracterizadas como:
 - Lineares.** **Não** permitem a interação do usuário com o conteúdo
 - Não-lineares.** Permitem a interação do usuário com o conteúdo
- Exemplos: páginas html, mensagem instantânea, VoIP, apresentações, quiosques, realidade virtual, etc.



- **Sensíveis a atraso**
 - **Atraso fim a fim.** Tempo gasto na transmissão do pacote entre a origem e o destino final
 - **Variação de atraso (jitter).** Consiste na variação do atraso entre os diversos pacotes de uma transmissão
- **Tolerante a perdas**
 - As perdas gerarão certa perturbação na aplicação, mas sem que inviabilize-a



Características fundamentais das aplicações multimídia

- **Sensíveis a atraso**
 - **Atraso fim a fim.** Tempo gasto na transmissão do pacote entre a origem e o destino final
 - **Variação de atraso (jitter).** Consiste na variação do atraso entre os diversos pacotes de uma transmissão
- **Tolerante a perdas**
 - As perdas gerarão certa perturbação na aplicação, mas sem que inviabilize-a

Questões

- 1 Tais características influenciam de forma similar as aplicações de troca de dados?
- 2 Quais as causas para o atraso, variação do atraso e perda de pacotes?



Classificação das aplicações multimídia

- **Aplicações de fluxo contínuo de mídia armazenada**
- **Aplicações de fluxo contínuo ao vivo**
- **Aplicações interativas de tempo real**



Aplicações de fluxo contínuo de mídia armazenada

- Clientes requisitam mídias sob demanda, as quais já estão armazenadas nos servidores
 - Conteúdo pré-gravado
- Permite aos clientes interagir com o servidor, indicando como a mídia deverá ser transmitida
 - Por exemplo, ao ouvir uma música pré-gravada o cliente poderia avançar um trecho ou mesmo retroceder
- O **fluxo contínuo** indica que o cliente irá começar a processar a informação no momento que receber a primeira porção desta.
 - O cliente não necessita obter por completo uma música para que então possa reproduzi-la



Aplicações de fluxo contínuo de mídia armazenada

- Clientes requisitam mídias sob demanda, as quais já estão armazenadas nos servidores
 - Conteúdo pré-gravado
- Permite aos clientes interagir com o servidor, indicando como a mídia deverá ser transmitida
 - Por exemplo, ao ouvir uma música pré-gravada o cliente poderia avançar um trecho ou mesmo retroceder
- O **fluxo contínuo** indica que o cliente irá começar a processar a informação no momento que receber a primeira porção desta.
 - O cliente não necessita obter por completo uma música para que então possa reproduzi-la

Questão

Exemplos de aplicações?



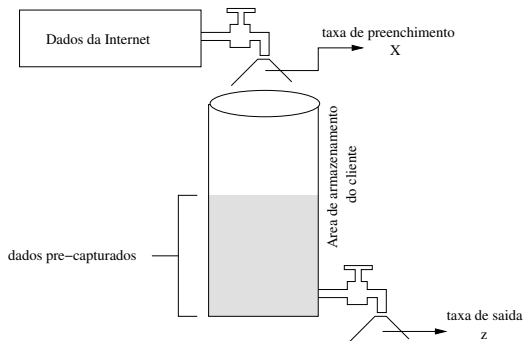
Aplicações de fluxo contínuo de mídia armazenada

- Possui restrição temporal. Os dados devem ser recebidos antes do instante que estes deveriam ser reproduzidos
- Para lidar com o **atraso**, tais aplicações geralmente fazem uso de uma área de armazenamento temporário (*buffer*) e só começam a reproduzir a mídia após preencher por alguns instantes tal área



Aplicações de fluxo contínuo de mídia armazenada

- Possui restrição temporal. Os dados devem ser recebidos antes do instante que estes deveriam ser reproduzidos
- Para lidar com o **atraso**, tais aplicações geralmente fazem uso de uma área de armazenamento temporário (*buffer*) e só começam a reproduzir a mídia após preencher por alguns instantes tal área



- Se assemelham com as transmissões de rádio e televisão, exceto pelo fato das informações serem transmitidas pela Internet
- Não permite a interação com a mídia, uma vez que o conteúdo está sendo gerado ao vivo



- Se assemelham com as transmissões de rádio e televisão, exceto pelo fato das informações serem transmitidas pela Internet
- Não permite a interação com a mídia, uma vez que o conteúdo está sendo gerado ao vivo
- Exemplos?



- Permitem aos usuários comunicarem entre si em tempo real



- Permitem aos usuários comunicarem entre si em tempo real
- Exemplo: Voz sobre IP (VoIP)
 - Não se dá bem com atrasos.
 - Na transmissão de voz, atrasos inferiores a 150ms não são perceptíveis pelo ouvido humano
 - Atrasos até 400ms são aceitáveis e superiores a isso tornam a comunicação incompreensível



- O espaço ocupado por uma imagem no formato RAW é calculado a partir das suas dimensões (horizontal, vertical) e sua profundidade de cor. $Tamanho(Kb) = \frac{horizontal * vertical * BPP}{8 * 1024}$



- O espaço ocupado por uma imagem no formato RAW é calculado a partir das suas dimensões (horizontal, vertical) e sua profundidade de cor. $Tamanho(Kb) = \frac{horizontal * vertical * BPP}{8 * 1024}$
 - Qual seria o espaço em disco para armazenar uma imagem 128x128 de 24 bits em um mapa de *bits* cru (BMP)?



- O espaço ocupado por uma imagem no formato RAW é calculado a partir das suas dimensões (horizontal, vertical) e sua profundidade de cor. $Tamanho(Kb) = \frac{horizontal * vertical * BPP}{8 * 1024}$
 - Qual seria o espaço em disco para armazenar uma imagem 128x128 de 24 bits em um mapa de *bits* cru (BMP)?
- Transportar tal tipo de imagem pela rede iria consumir uma grande largura de banda
- A compressão busca reduzir a quantidade de espaço necessária para armazenar/transportar uma dada informação
- Se dá através da redução de informações redundantes e também na redução da taxa de *bits* necessária para representar um dado qualquer
 - Exemplo: FFFFFFFF poderia ser reduzido para 6F



Experimento usando o GIMP

Obtenha uma imagem exemplo no endereço ^a e recorte uma parte no tamanho de 128x128.

- 1 Qual o espaço ocupado por essa imagem no formato BMP de 24bits?
- 2 Qual o espaço ocupado por essa imagem no formato PNG?
- 3 Crie uma nova imagem do tamanho 128x128, que seja totalmente preta e determine qual o espaço ocupado por ela no formato BMP e no PNG.

^ahttp://www.sj.ifsc.edu.br/~mello/livros/ifet_parcial.png



Classificação das técnicas de compressão

- Sem perdas.** Os dados originais podem ser reconstruídos de um dado comprimido. Ex: 10.777777 → 10.[6]7
- Com perdas.** Após ser descomprimidos os dados diferem da fonte original, mas não muito, o que permite que estes continuem úteis. Ex: 10.777777 → 11
 - Simétrica.** O mesmo algoritmo é usado na compressão e na descompressão
 - Assimétrica.** Geralmente os algoritmos de compressão são mais complexos e o processo demora mais (exemplo: mp3)



Classificação das técnicas de compressão

- Sem perdas.** Os dados originais podem ser reconstruídos de um dado comprimido. Ex: $10.777777 \rightarrow 10.[6]7$
- Com perdas.** Após ser descomprimidos os dados diferem da fonte original, mas não muito, o que permite que estes continuem úteis. Ex: $10.777777 \rightarrow 11$
- Simétrica.** O mesmo algoritmo é usado na compressão e na descompressão
- Assimétrica.** Geralmente os algoritmos de compressão são mais complexos e o processo demora mais (exemplo: mp3)
- Quais técnicas seriam mais adequadas para as mídias como texto, imagem, voz, vídeo, arquivo binário?



Compressão do áudio

- A conversão de um sinal analógico de áudio para um digital se dá através de 8.000 amostras por segundo, sendo 8bits a quantização de cada amostra, o que resulta em 64kbps. (técnica chamada PCM – *Pulse Code Modulation*)

taxa de amostragem. número de amostras colhidas na unidade de tempo

quantização. número possível de níveis sonoros que cada amostra pode registrar. Quanto maior, mais fiel será.



Compressão do áudio

- A conversão de um sinal analógico de áudio para um digital se dá através de 8.000 amostras por segundo, sendo 8bits a quantização de cada *amostra*, o que resulta em 64kbps . (técnica chamada PCM – *Pulse Code Modulation*)

taxa de amostragem. número de amostras colhidas na unidade de tempo

quantização. número possível de níveis sonoros que cada amostra pode registrar. Quanto maior, mais fiel será.

- O CD também faz uso da técnica PCM mas com uma taxa de amostragem de 44.100 e sendo 16bits cada amostra.
 - Resulta em 705.6kbps para mono e 1.411Mbps para estéreo



- O vídeo consiste numa sequência de imagens as quais são exibidas a uma taxa constante, por exemplo, 24 ou 30 quadros por segundo
 - Cada quadro representa um vetor de *pixels*, sendo cada *pixel* codificado em um número de *bits* que representa a luminância e a cor



- O vídeo consiste numa sequência de imagens as quais são exibidas a uma taxa constante, por exemplo, 24 ou 30 quadros por segundo
 - Cada quadro representa um vetor de *pixels*, sendo cada *pixel* codificado em um número de *bits* que representa a luminância e a cor
- Existem dois tipos de redundância em vídeo e ambas podem ser exploradas pela compressão de dados
 - Espacial.** Repetição de um mesmo padrão no quadro. (imagem toda preta)
 - Temporal.** Repetição de uma imagem nos quadros subsequentes



- Áudio



- Áudio

ISO. MPEG-1 audio layer I, II e III, AAC, FLAC



- Áudio

ISO. MPEG-1 audio layer I, II e III, AAC, FLAC

ITU. G.711 e G.729



- **Áudio**

- ISO. MPEG-1 audio layer I, II e III, AAC, FLAC

- ITU. G.711 e G.729

- outros. AMR (*Adaptive Multi-rate*), RealAudio, Vorbis, WMA, Speex



- Áudio

- ISO. MPEG-1 audio layer I, II e III, AAC, FLAC

- ITU. G.711 e G.729

- outros. AMR (*Adaptive Multi-rate*), RealAudio, Vorbis, WMA, Speex

- Vídeo



- Áudio

- ISO. MPEG-1 audio layer I, II e III, AAC, FLAC

- ITU. G.711 e G.729

- outros. AMR (*Adaptive Multi-rate*), RealAudio, Vorbis, WMA, Speex

- Vídeo

- ISO. MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 ASP e MPEG-4/AVC



- **Áudio**

- ISO. MPEG-1 audio layer I, II e III, AAC, FLAC

- ITU. G.711 e G.729

- outros. AMR (*Adaptive Multi-rate*), RealAudio, Vorbis, WMA, Speex

- **Vídeo**

- ISO. MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 ASP e MPEG-4/AVC

- ITU. H.264



- Áudio

- ISO. MPEG-1 audio layer I, II e III, AAC, FLAC

- ITU. G.711 e G.729

- outros. AMR (*Adaptive Multi-rate*), RealAudio, Vorbis, WMA, Speex

- Vídeo

- ISO. MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 ASP e MPEG-4/AVC

- ITU. H.264

- outros. RealVideo, Theora, WMV



- Áudio

 - ISO. MPEG-1 audio layer I, II e III, AAC, FLAC

 - ITU. G.711 e G.729

 - outros. AMR (*Adaptive Multi-rate*), RealAudio, Vorbis, WMA, Speex

- Vídeo

 - ISO. MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 ASP e MPEG-4/AVC

 - ITU. H.264

 - outros. RealVideo, Theora, WMV

- Contêiner de mídia: AVI, MP4, OGG



Constant Bit Rate. Faz uso de uma taxa constante de amostragem. Por exemplo, um fluxo de áudio de 2 minutos codificado a uma taxa de 128kbps irá resultar em um arquivo de 1.920Kb. Tamanho do arquivo é previsível



Constant Bit Rate. Faz uso de uma taxa constante de amostragem. Por exemplo, um fluxo de áudio de 2 minutos codificado a uma taxa de 128kbps irá resultar em um arquivo de 1.920Kb. Tamanho do arquivo é previsível

Average Bit Rate. É definida uma taxa de amostragem média e para cada quadro de áudio é determinado se este pode ficar acima ou abaixo da taxa média. Por exemplo, um arquivo codificado com ABR 128kbps, alguns quadros com silêncio podem ser codificados a uma taxa de 96kbps, já quadros mais complexos podem ser codificados com 192kbps. Tamanho do arquivo é previsível



Constant Bit Rate. Faz uso de uma taxa constante de amostragem. Por exemplo, um fluxo de áudio de 2 minutos codificado a uma taxa de 128kbps irá resultar em um arquivo de 1.920Kb. Tamanho do arquivo é previsível

Average Bit Rate. É definida uma taxa de amostragem média e para cada quadro de áudio é determinado se este pode ficar acima ou abaixo da taxa média. Por exemplo, um arquivo codificado com ABR 128kbps, alguns quadros com silêncio podem ser codificados a uma taxa de 96kbps, já quadros mais complexos podem ser codificados com 192kbps. Tamanho do arquivo é previsível

Variable Bit Rate. Para cada quadro o algoritmo escolhe a melhor taxa. A arquivo resultante mantém a qualidade, porém não é possível prever o tamanho do arquivo



- G.711. foi lançado em 1972 e apresenta uma forma para codificação para voz em modulação por código de pulso (PCM) a uma taxa de 64kbps
- Há duas versões (A-law) e (μ -law) – só muda a forma que o sinal é amostrado
 - Por não ter compressão, seu uso na voz sobre IP torna a qualidade da comunicação bem próxima daquilo que temos na telefonia convencional
- G.729. consiste em um algoritmo de compressão de áudio que comprime os dados em blocos de 10 milissegundos, resultando em uma taxa de 8kbps
- ideal para voz sobre IP pois requer pouca banda
 - Tons (DTMF e FAX) não podem ser codificados com este



AMR. *Adaptive Multi-rate*

- Optimizado para codificação de voz e é usado amplamente na rede GSM

ACC. *Advanced Audio Coding*

- Projetado para ser sucessor do MPEG-1 layer III e consegue obter melhor qualidade
- Não é necessário pagar licenças para distribuir conteúdo neste formato, porém os desenvolvedores de *codecs* precisam de licenças

Vorbis.

- *Codec* livre e de código aberto e que sua concepção foi motivada pelo anúncio da *Fraunhofer* ter intenção de cobrar licenças de uso do MPEG-1 layer III
- É um *codec* com taxa de fluxo de dados variável (VBR)



Spexx. *Codec* de código aberto voltado para a codificação de voz, sendo amplamente utilizado em aplicações de teleconferência e em jogos

- Projeto para ser usado na transmissão de voz sobre IP, sendo robusto em relação a perda de pacotes, mas não a pacotes corrompidos
- Opera com VBR e ABR e também implementa a detecção de atividade de voz
- Geralmente faz uso do contêiner OGG



- MPEG-1. (Part 2). Padrão utilizado no Video-CD (VCD) e sua qualidade pode ser comparada ao VHS
- MPEG-2. Utilizado amplamente para codificação de áudio e vídeo na transmissão de TV digital de alta qualidade, usado também pelo DVD
- MPEG-4. Surgiu como substituto ao MPEG-1 e 2. Consiste num conjunto de métodos para compressão de áudio e vídeo. É dividido em diversas partes:
 - Parte 2 - vídeo; Parte 3 - áudio (AAC);
 - Parte 10 - *Advanced Video Coding* (H.264)
 - Parte 14 - Contêiner de mídia



Theora. Compressão de vídeo de código aberto

- Geralmente os vídeos são armazenados em contêiners OGG e combinados com áudio em Vorbis
- OGG + Theora + Vorbis consiste em uma solução livre de patentes para a codificação e transporte de mídias
- O Firefox 3.5 possui suporte nativo ao Theora
- Os vídeos e áudios na wikipedia estão em Theora e em Vorbis



Contêineres de mídia

Tem por objetivo agrupar diferentes mídias de forma a tornar o transporte destas mais simples



Tem por objetivo agrupar diferentes mídias de forma a tornar o transporte destas mais simples

OGG. Contêiner de código aberto que agrupa mídias que fazem uso de diferentes *codecs*. Extensões: `.ogv`, `.oga`, `.ogx` e `.ogg`

MP4. Trata-se do MPEG-4 Parte 14. Permite armazenar além do vídeo e áudio, textos e imagens.

- Baseado no contêiner da *Apple QuickTime* e tem formato idêntico ao MOV, acrescido de algumas características do MPEG.
- Extensões: `.mp4` (áudio e vídeo), `.m4v` (vídeo), `.m4a` (áudio sem DRM), `.m4p` (com DRM), `.m4b` (podcasts)
- Telefones móveis fazem uso de uma versão simplificada (Parte 12), extensões: `.3gp` e `.3g2`



AMV. Formato proprietário utilizado por aparelhos chineses portáteis e de baixo custo

- Modificaram o contêiner AVI e codificam o vídeo com uma variação do *Motion JPEG*
- Ideal para equipamentos com baixo poder de processamento
- Vídeos de baixa resolução e baixa qualidade



Matroska. Formato aberto que pode agregar um número ilimitado de vídeos, áudios, imagens ou faixas de legendas.

- Extensões: `.mkv` (vídeo + áudio + legenda), `.mka` (áudio), `.mks` (legenda)
- Está em amplo uso na disseminação de conteúdo obtidos de uma fonte de alta definição (Blu-ray e HDTV)



Converta um arquivo de áudio do formato WAV para os formatos MPEG-1 layer III, Vorbis e FLAC. Apresente as seguintes informações:

- Descrição do equipamento usado para a conversão: processador, arquitetura e memória;
 - Tempo gasto para a conversão
 - Descrição das opções usadas em cada conversão
 - Tamanho do arquivo original e dos arquivos resultantes
-
- Para extrair uma faixa de um CD de áudio:
`mpplayer -fs cdda://2 -ao pcm:file=faixa2.wav`
 - Faça uso dos aplicativos: `ffmpeg`, `lame`, `flac`, `oggenc`



Disponibilização simplista

Mídias são geralmente disponibilizadas via HTTP pois o tráfego para servidores deste tipo sempre é permitido no *firewall*

- O cliente HTTP recebe a mídia por completo e a encaminha ao reprodutor de mídia
- Não trata-se de um fluxo contínuo

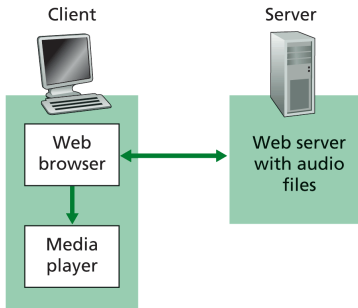
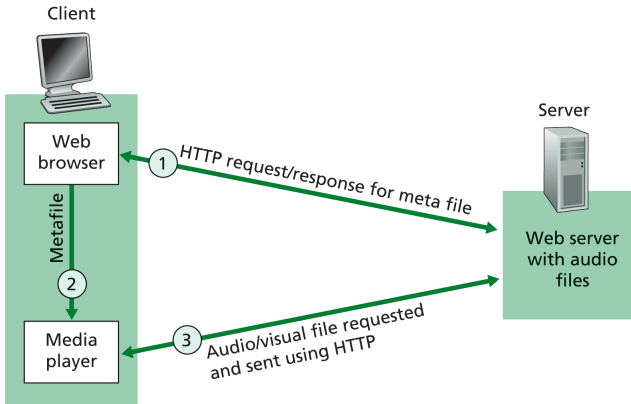


Figure 7.1 ♦ A naive implementation for audio streaming



Disponibilização através de um servidor HTTP

- A tarefa do cliente é dividida em duas partes:
 - O navegador obtém o metadado que contém informações sobre a mídia que será obtida
 - Tal arquivo é então enviado para o reproduutor de mídia e este então conecta ao servidor HTTP para obter a mídia.



Usando um servidor específico para transmissão da mídia

- Servidores dedicados apresentam um desempenho melhor que o uso de um servidor HTTP
- Podem operar sobre o TCP ou sobre UDP e assim obter as vantagens de cada protocolo
- Essa solução requer dois servidores:
 - Um para disponibilizar o metadado (servidor HTTP)
 - Outro para disponibilizar a mídia

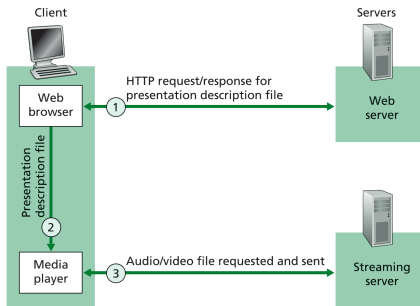
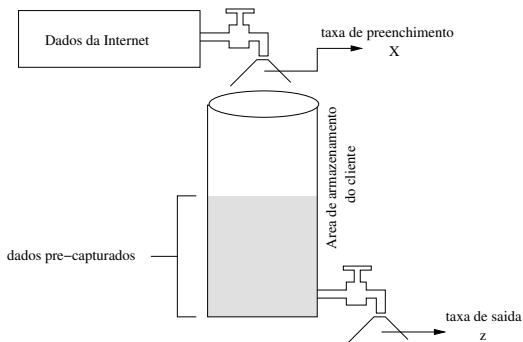


Figure 7.3 ♦ Streaming from a streaming server to a media player



O uso do buffer

Aplicações fazem uso de uma área temporária para suavizar a entrada dos dados e garantir uma reprodução contínua (atraso na reprodução)



- TCP



- TCP
 - transmite a taxa máxima permitida pelo TCP



- TCP
 - transmite a taxa máxima permitida pelo TCP
 - taxa de preenchimento flutua de acordo com o controle de congestionamento do TCP



- TCP
 - transmite a taxa máxima permitida pelo TCP
 - taxa de preenchimento flutua de acordo com o controle de congestionamento do TCP
- UDP



- TCP
 - transmite a taxa máxima permitida pelo TCP
 - taxa de preenchimento flutua de acordo com o controle de congestionamento do TCP
- UDP
 - fluxo é enviado em uma taxa constante (sem se preocupar com o congestionamento)



- TCP
 - transmite a taxa máxima permitida pelo TCP
 - taxa de preenchimento flutua de acordo com o controle de congestionamento do TCP
- UDP
 - fluxo é enviado em uma taxa constante (sem se preocupar com o congestionamento)
 - geralmente: taxa de codificação = taxa de transmissão = constante





- TCP
 - transmite a taxa máxima permitida pelo TCP
 - taxa de preenchimento flutua de acordo com o controle de congestionamento do TCP
- UDP
 - fluxo é enviado em uma taxa constante (sem se preocupar com o congestionamento)
 - geralmente: taxa de codificação = taxa de transmissão = constante
 - taxa de preenchimento = taxa constante - perda de pacotes



- TCP
 - transmite a taxa máxima permitida pelo TCP
 - taxa de preenchimento flutua de acordo com o controle de congestionamento do TCP
- UDP
 - fluxo é enviado em uma taxa constante (sem se preocupar com o congestionamento)
 - geralmente: taxa de codificação = taxa de transmissão = constante
 - taxa de preenchimento = taxa constante - perda de pacotes
 - indução de atraso inicial (2 seg) para ter margem para a variação do atraso na rede



-  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.