

Aula 15 – Multimídia: Conceitos, Aplicações

Diego Passos

Universidade Federal Fluminense

Redes de Computadores II

Na Última Aula...

- IP Móvel:
 - **Roteamento indireto.**
 - Descoberta de agentes através de mensagens ICMP.
 - Registro com agentes.
- IP Móvel e segurança.
 - É preciso haver algum tipo de **autenticação**.
- Mobilidade celular:
 - Mobilidade entre operadoras diferentes: *roaming*.
 - HLR: informações de usuários **originalmente** daquela operadora.
 - VLR: informações de usuários que, **no momento**, estão naquela rede.
 - **Roteamento indireto.**
 - Rede de origem encaminha ligações para rede de atual.
- Mobilidade celular:
 - *Handoff*: mobilidade entre duas estações bases.
 - Objetivo: manter ligações sem interrupção.
 - **Usuário** **monitora** conectividade com estações base.
 - Envia dados para estação base atual.
 - **Rede** instrui usuário a fazer o *handoff*.
 - Pode ocorrer também entre torres de MSCs diferentes.

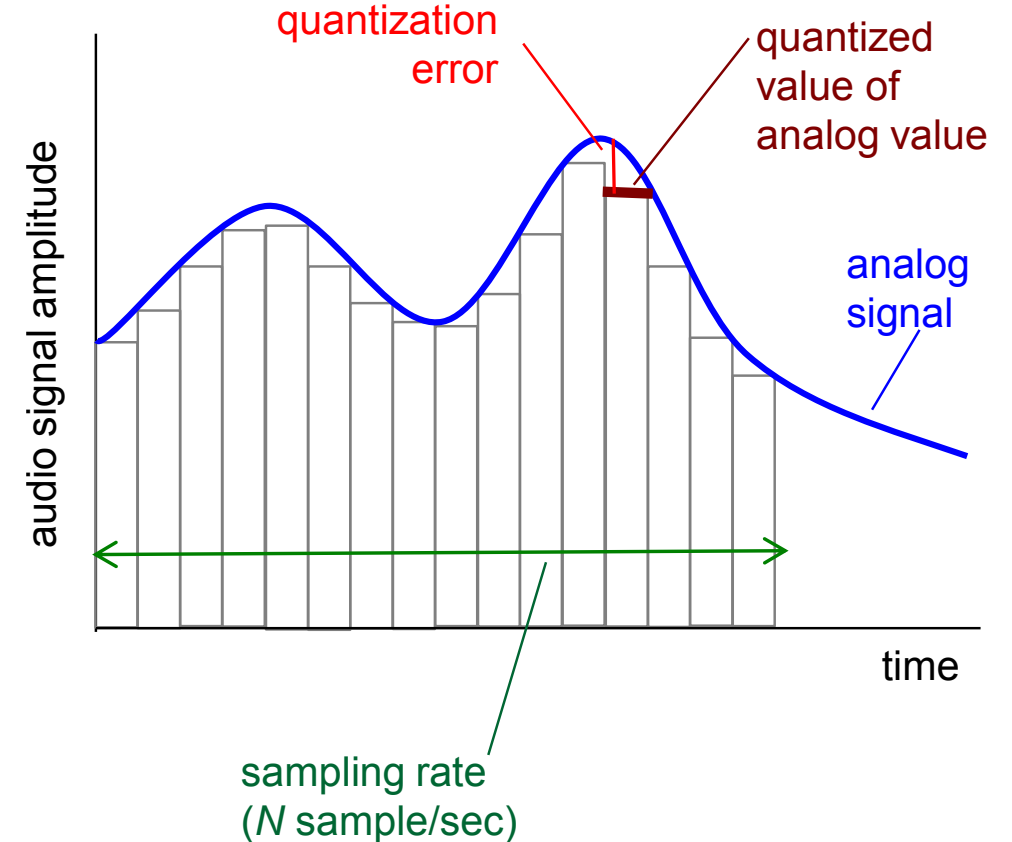
Agenda do Capítulo 7

- Aplicações multimídia de rede.
- *Streaming* de vídeo **armazenado**.
- Voz sobre IP.
- Protocolos para aplicações de **tempo real**.
- Suporte da rede às aplicações multimídia.

Aplicações multimídia de rede

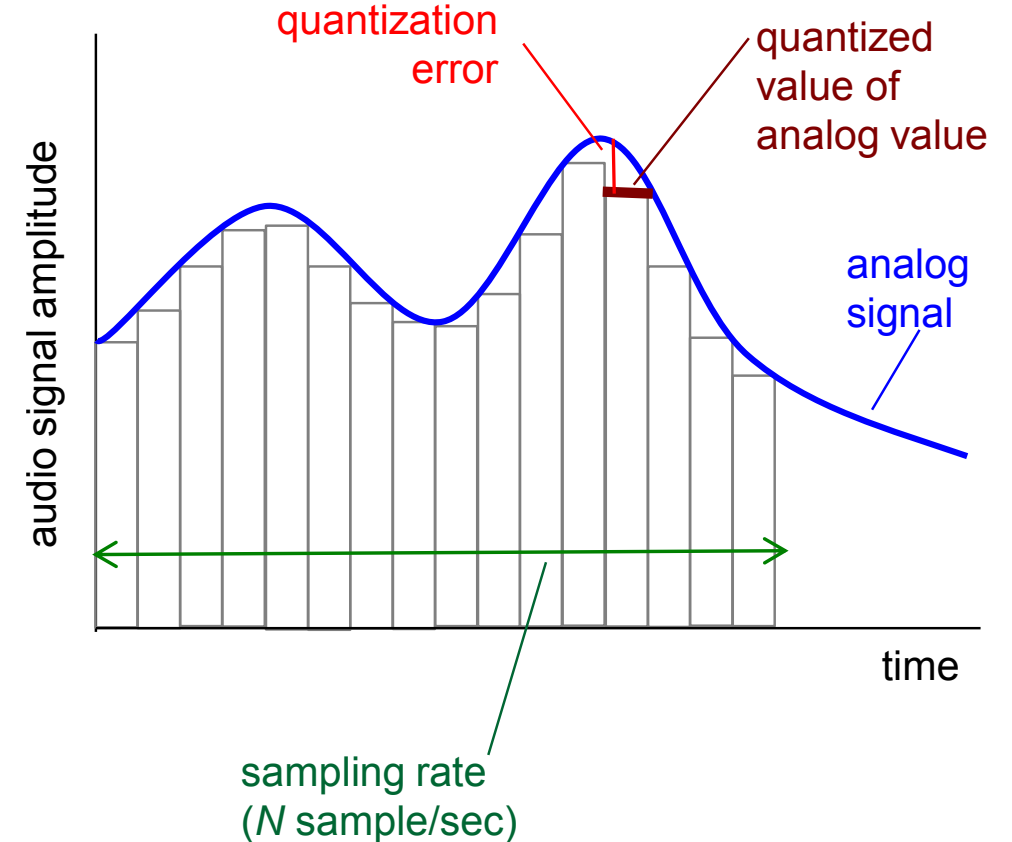
Multimídia: Áudio (I)

- Sinal analógico de áudio amostrado a taxa constante.
 - Telefone: 8000 amostras/s.
 - CD de música: 44100 amostras/s.
- Cada amostra quantizada, i.e., arredondada.
 - e.g., $2^8 = 256$ possíveis valores quantizados.
 - Cada valor quantizado representado por bits, e.g., 8 bits para 256 valores.



Multimídia: Áudio (II)

- Exemplo: 8000 amostras/s, 256 valores quantizados: 64000 b/s.
- Receptor converte bits de volta ao sinal analógico.
 - Com, possivelmente, alguma perda de qualidade.
- **Exemplos de taxas:**
 - CD: 1411 Mb/s.
 - MP3: 96, 128, 160 kb/s.
 - Telefonia via Internet: 5,3 kb/s ou mais.



Multimídia: Áudio (III)

- Reduzir amostragem ou bits por amostra reduz tamanho do áudio.
- Mas também reduz **a qualidade**.



Multimídia: Vídeo (I)

- Vídeo: sequência de imagens mostradas a taxa constante.
 - e.g., 24 imagens/s.
- Imagem digital: matriz de pixels.
 - Cada pixel representado por bits.
- Codificação: uso de redundância **dentro** e **entre** imagens para reduzir # de bits necessários.
 - Espacial (dentro de uma imagem).
 - Temporal (de uma imagem para outra).

spatial coding example: instead of sending N values of same color (all purple), send only two values: color value (*purple*) and number of repeated values (N)



frame i

temporal coding example: instead of sending complete frame at $i+1$, send only differences from frame i



frame $i+1$

Multimídia: Vídeo (II)

- **CBR (Constant Bit Rate):** taxa de codificação do vídeo é constante.
- **VBR (Variable Bit Rate):** taxa de codificação do vídeo muda à medida que redundância espacial/temporal muda.
- **Exemplos:**
 - MPEG1 (CD-ROM): 1,5 Mb/s.
 - MPEG2 (DVD): 3 a 6 Mb/s.
 - MPEG4 (como comumente usado na Internet): < 1 Mb/s.

spatial coding example: instead of sending N values of same color (all purple), send only two values: color value (*purple*) and number of repeated values (N)



frame i

temporal coding example: instead of sending complete frame at $i+1$, send only differences from frame i



frame $i+1$

Multimídia: Três Tipos de Aplicação de Rede

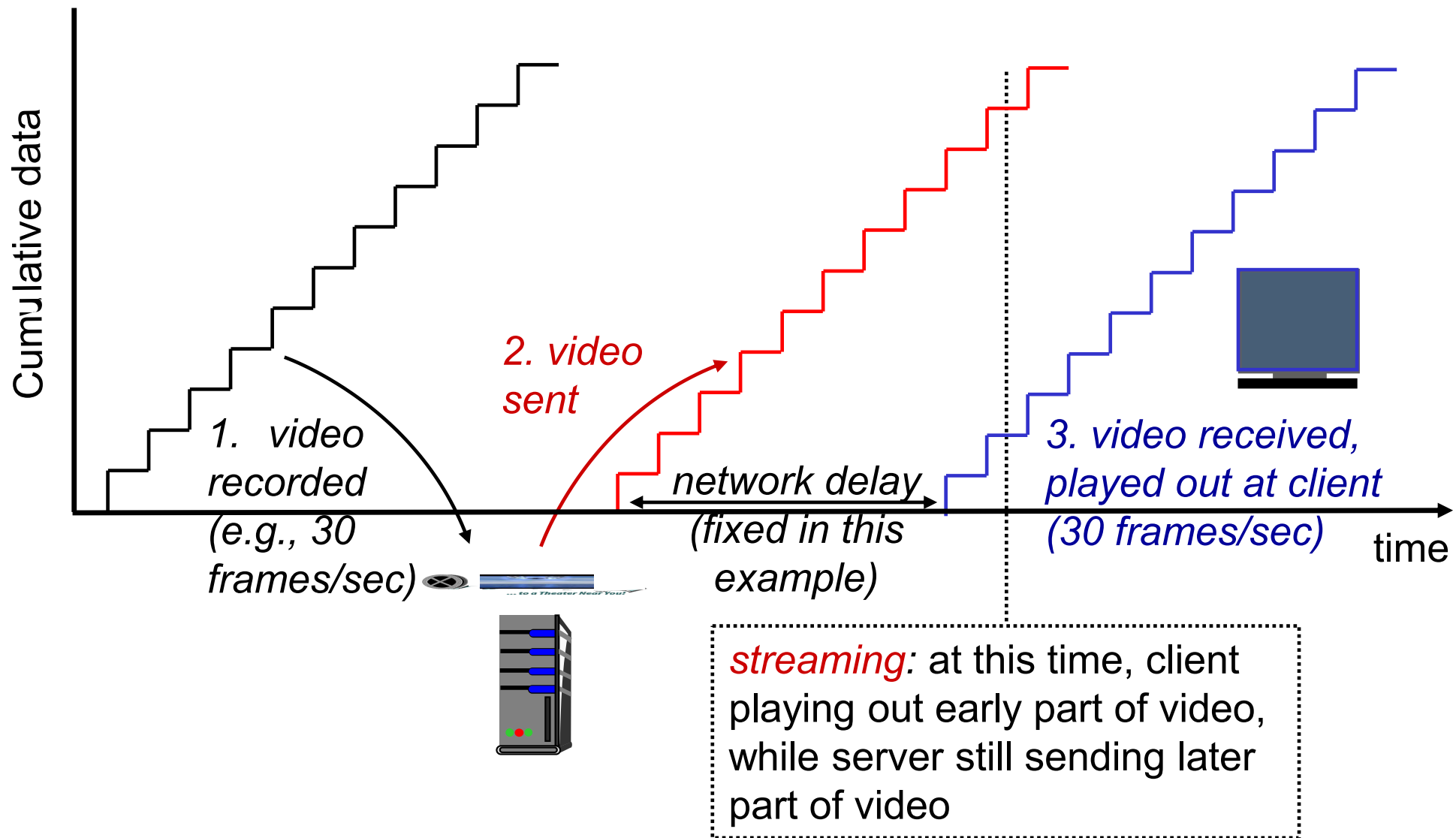
- **Streaming** de vídeo/áudio **armazenado**.
 - **Streaming**: conteúdo começa a ser reproduzido antes do *download* do arquivo todo.
 - **Armazenado**: conteúdo pode ser transmitido mais rapidamente que a renderização do áudio/vídeo.
 - Implica armazenamento/buffer no cliente.
 - e.g., YouTube, Netflix, Hulu.
- **Conversação de voz/vídeo sobre IP**.
 - Natureza interativa da comunicação humana limita tolerância ao atraso.
 - e.g., Skype.
- **Streaming ao vivo de áudio/vídeo**.
 - e.g., evento esportivo ao vivo.

Aplicações Multimídia e a Internet Atual

- A Internet atual é adequada a estas aplicações?
 - Tema contraditório...
 - Por um lado, estas aplicações são **realidade hoje**.
 - Youtube, Netflix, Skype, *streaming* ao-vivo de eventos esportivos, ...
 - Por outro, sabemos que a Internet é uma rede de **melhor esforço**.
 - Atraso variável, congestionamento, perda de pacotes, ...
- Três correntes de pensamento:
 - **Aumentar capacidade** da rede.
 - Implantar mecanismos auxiliares **sem alterar funcionamento básico** da rede.
 - Ou realizar **mudanças arquiteturais** profundas.

Streaming de vídeo armazenado

Streaming de Vídeo Armazenado



Streaming de Vídeo Armazenado: Desafios

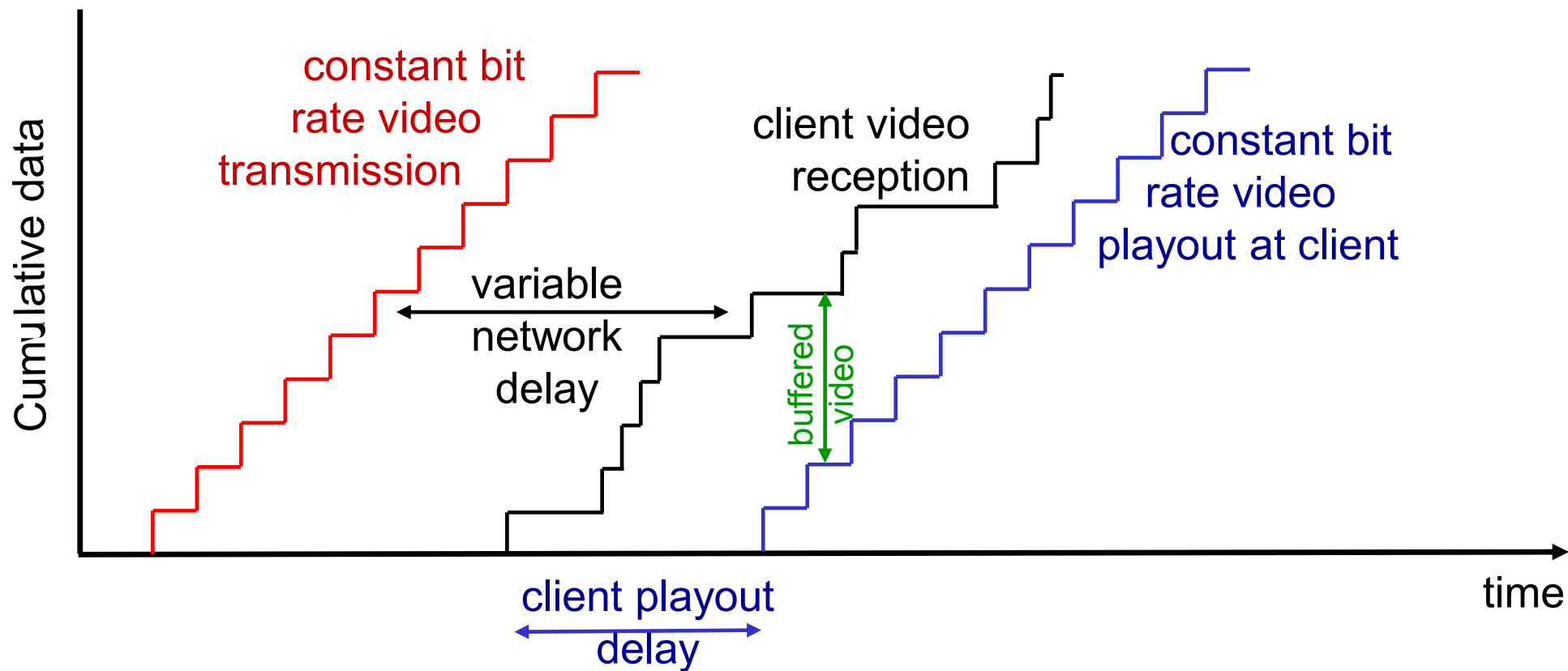
- **Restrição de reprodução contínua:**

- Uma vez começada, reprodução no cliente deve seguir temporização original.
- ... mas **atrasos de rede são variáveis** (jitter).
- É necessário um **buffer no cliente** para **absorver as variações da rede**.

- Outros desafios:

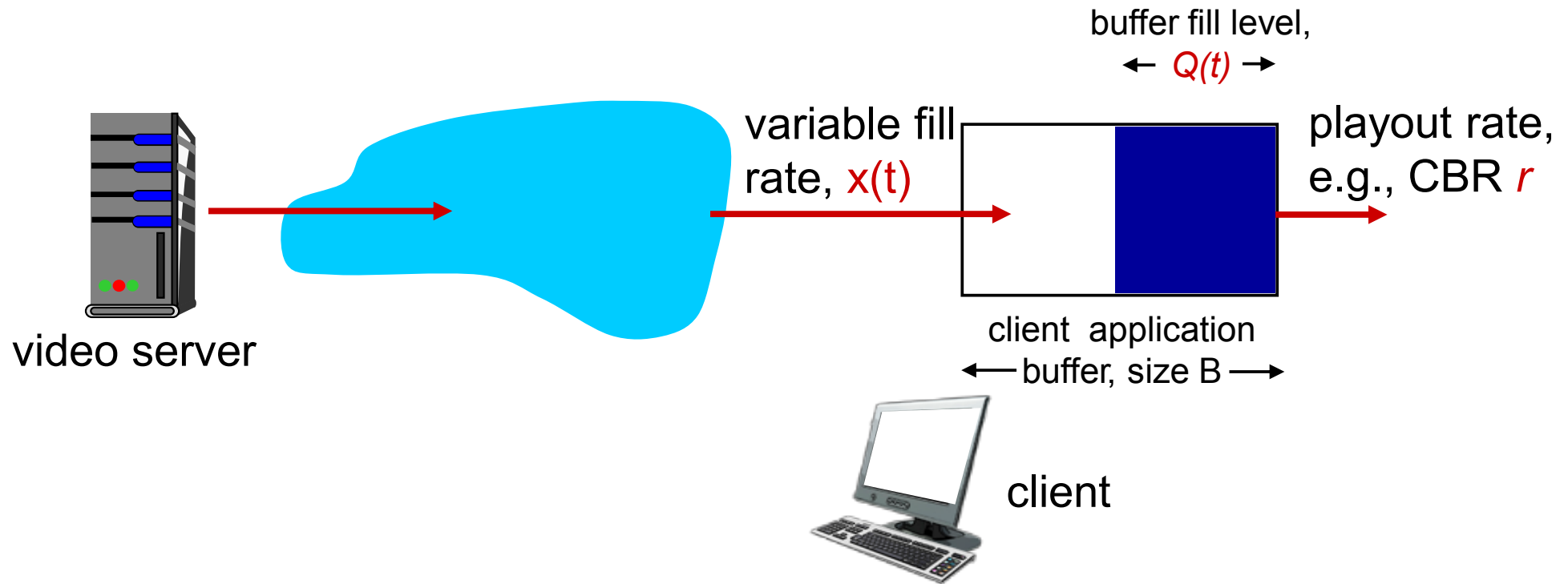
- Interatividade com o cliente: pausar, avançar, retroceder, pular para outras partes do vídeo.
- Pacotes de vídeo podem ser perdidos, retransmitidos, duplicados.

Streaming de Vídeo Armazenado: Revisitando

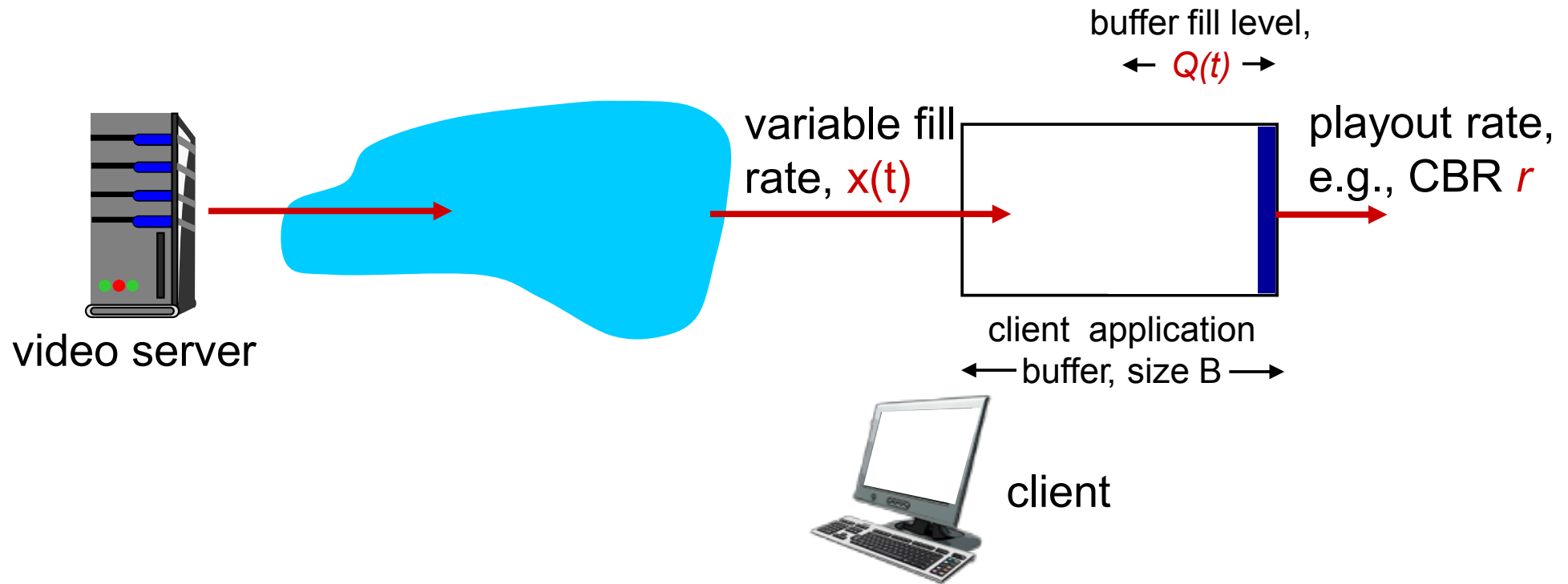


- **Buffer do cliente e atraso na reprodução:** compensam atrasos da rede e jitter.

Buffer do Cliente, Reprodução (I)

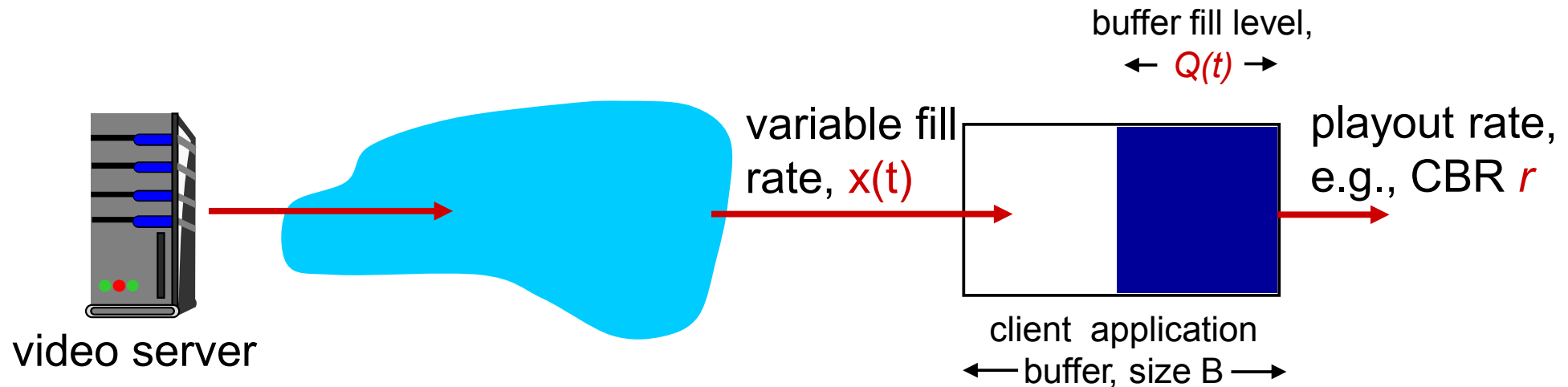


Buffer do Cliente, Reprodução (II)



1. Preenchimento inicial do buffer até que reprodução inicie em t_p .
2. Reprodução começa em t_p .
3. Ocupação do buffer varia no tempo, já que taxa de chegada $x(t)$ varia, enquanto taxa de reprodução é constante.

Buffer do Cliente, Reprodução (III)



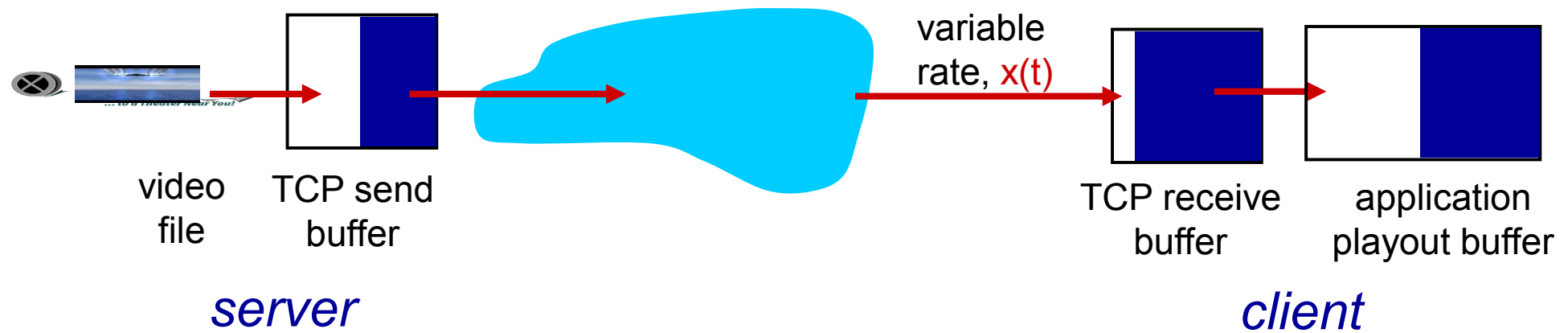
- **Buffer do cliente:** taxa de chegada média \mathbf{x} , taxa de reprodução \mathbf{r} .
 - Se $\mathbf{x} < \mathbf{r}$, buffer eventualmente é esgotado, fazendo com que reprodução seja interrompida até que ele seja preenchido novamente.
 - Se $\mathbf{x} > \mathbf{r}$, buffer nunca será esgotado, desde que atraso inicial de reprodução seja grande o suficiente para absorver variabilidades em $\mathbf{x(t)}$.
 - **Compromisso do atraso inicial de reprodução:** quanto maior o atraso, menor a probabilidade de esgotamento do buffer, mas maior o tempo que usuário precisa esperar para começar a ver o conteúdo.

Streaming Multimídia: UDP

- Servidor envia a taxa apropriada para o cliente.
 - Comumente: taxa de transmissão = taxa de codificação = taxa constante.
 - Taxa de transmissão é normalmente ortogonal aos níveis de congestionamento da rede.
- Pequeno atraso inicial de reprodução usado para absorver jitter.
- Recuperação de erros: no nível da aplicação, se há tempo para isso.
- RTP [RFC 2326]: tipos de *payload* multimídia.
- Firewalls podem filtrar pacotes UDP.

Streaming Multimídia: HTTP

- Arquivo de mídia é requisitado através de uma requisição GET HTTP.
- Enviado à taxa mais alta possível via TCP.



- Taxa de chegada no cliente varia, devido ao controle de congestionamento e retransmissões do TCP (entrega em ordem).
- Atraso de reprodução tipicamente maior: suaviza taxa de transmissão do TCP.
- HTTP/TCP passa mais facilmente por *firewalls*.

Streaming Multimídia: DASH (I)

- **DASH:** *Dynamic, Adaptive Streaming over HTTP.*
- **Servidor:**
 - Divide vídeo em vários pedaços.
 - Cada pedaço armazenado e codificado em taxas diferentes.
 - Manifesto: arquivo que provê URLs para os diferentes pedaços.
- **Cliente:**
 - Periodicamente mede banda até o servidor.
 - Consulta o manifesto, e requisita um pedaço por vez.
 - Escolhe maior taxa possível, dada a banda disponível.
 - Pode escolher taxas diferentes em momentos diferentes (dependendo da banda disponível no tempo).

Streaming Multimídia: DASH (II)

- **DASH:** *Dynamic, Adaptive Streaming over HTTP*.
- **Inteligência no Cliente:** cliente determina
 - **Quando** requisitar pedaço (de forma que esgotamento e *overflow* do buffer não ocorram).
 - **Qual taxa de transmissão** requisitar (aumentando a qualidade quando possível).
 - **De onde** requisitar um pedaço (pode escolher um servidor “próximo” ou com mais banda disponível).

Resumo da Aula (I)...

- Tipos de conteúdo: áudio e vídeo.
 - Sequências de **amostras**.
 - Imagens estáticas ou sinal sonoro.
 - Amostras são **quantizadas**: mapeadas para valores discretos.
 - **Taxa de amostragem**: quantas amostras por intervalo de tempo.
 - **Bits por amostra**: quanto mais bits, maior a resolução da amostra.
 - Reduzir taxa de amostra ou bits por amostra reduz tamanho do conteúdo.
 - Mas também **reduz qualidade**.
 - e.g., introdução de **ruído de quantização**.
- Compressão de dados: reduzir **redundância**.
 - **Temporal** ou **espacial**.
 - Pode levar a **taxa variável**.
- Tipos de aplicação multimídia:
 - *Streaming* de conteúdo **armazenado**.
 - Reprodução começa **antes** do cliente obter todo o conteúdo.
 - Mas conteúdo completo já está **pronto, armazenado** no servidor.
 - Pode ser transmitido **mais rapidamente que a taxa de reprodução**.
 - Conversação de voz/vídeo.
 - Aplicação **interativa**, baixa **tolerância a atraso**.
 - *Streaming* de conteúdo ao vivo.

Resumo da Aula (II)...

- Aplicações multimídia e a Internet: desafios.
 - Internet: rede de **melhor esforço**.
 - Perda de pacotes, **atrasos variáveis** (*jitter*).
- Buffer de reprodução: absorve variações.
 - Cliente **não começa** reprodução imediatamente.
 - Aguarda período, *bufferizando* amostras.
 - Se *buffer* é grande o **suficiente**, variações não serão percebidas.
 - Por outro lado: *buffer* **muito grande**, grande **atraso do início da reprodução**.
 - Buffer e vazão: se taxa de chegada de dados é **menor que a taxa de reprodução**, *buffer* será **esgotado**.
 - Não importa seu tamanho, supondo que conteúdo seja **longo**.
- UDP vs. TCP:
 - UDP: **taxa constante, independente de congestionamento**, pode ser filtrado.
 - TCP (HTTP): transmitido **o mais rápido possível**, *firewall friendly*.
 - DASH: **taxa adaptativa**, escolhida pelo **cliente**.

Leitura e Exercícios Sugeridos

- Aplicações multimídia típicas:
 - Páginas 428 a 493 (até Subseção 7.2.2, inclusive).
 - Exercícios de fixação 1 e 2 do capítulo 7 do Kurose.
 - Problemas 1 (somente a e b), 2 e 3 do capítulo 7 do Kurose.

Próxima Aula...

- Aula seguinte: continuamos discutindo multimídia.
 - Distribuição de conteúdo: CDNs.
 - VoIP.
 - Estudos de caso: Netflix, Skype.