

Aplicações Multimídia e Protocolos de Streaming

Profa. Débora Christina Muchaluat Saade
debora@midia.com.uff.br

Recuperação de Perdas de Pacotes

- δ Perdas: pacote nunca chega ou chega depois do seu tempo de reprodução programado
- δ Correção por **FEC ou intercalamento**

Forward error correction (FEC): esquema simples

- δ para cada grupo de n blocos, cria um bloco redundante realizando uma operação OU exclusivo (XOR) entre os n blocos originais
- δ envia os $n+1$ blocos, aumentando a banda passante por um fator de $1/n$.
- δ pode reconstruir os n blocos originais se houver no máximo um bloco perdido nos $n+1$ blocos enviados
- δ retardo de reprodução precisa ser definido para receber todos os $n+1$ pacotes
- δ Compromisso:
 - *aumentar n , menor desperdício de banda*
 - *aumentar n , maior retardo de reprodução*
 - *aumentar n , maior a probabilidade que dois ou mais blocos sejam perdidos*

Operação XOR (n=2)

ø **Transmissão:**

ø **1o. Pacote: 1 0 1**

ø **2o. Pacote: 1 0 0**

ø **Pacote 1 XOR Pacote 2**

ø **Pacote FEC: 0 0 1**

ø **Recepção:**

ø **1o. Pacote: 1 0 1**

ø **2o. Pacote: PERDIDO**

ø **Pacote FEC: 0 0 1**

Corrige o erro:

ø **Pacote 1 XOR Pacote
FEC: 1 0 0**

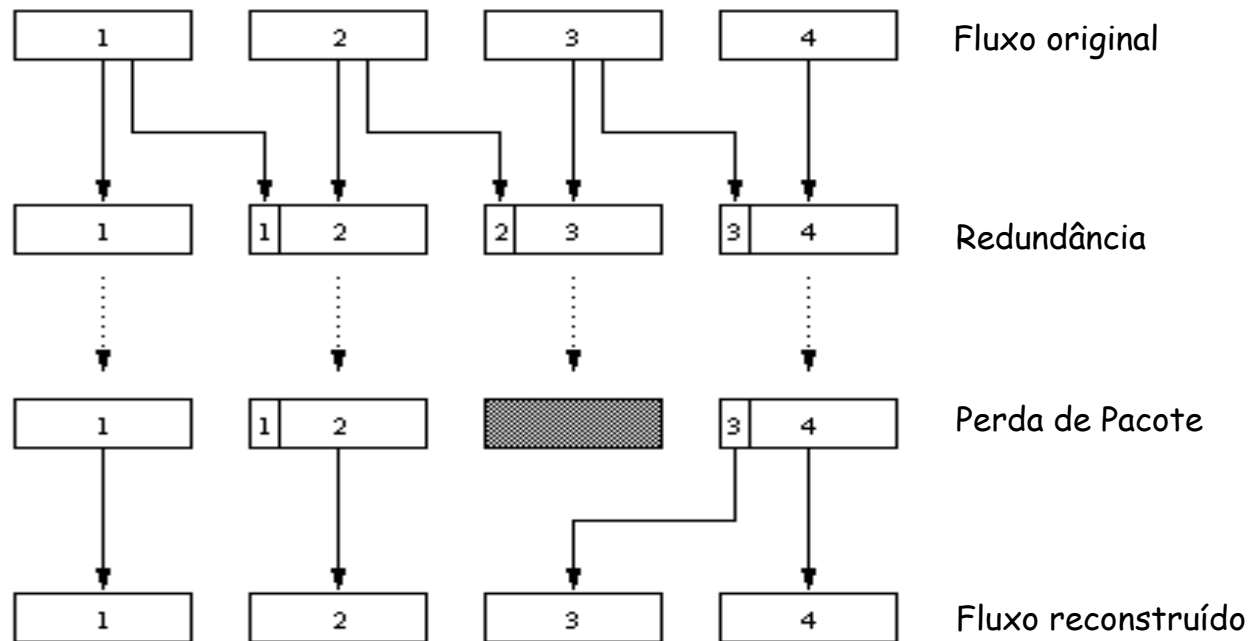
ø **2o. Pacote: 1 0 0**

Recuperação de Perdas de Pacotes

2o. esquema FEC

- enviar um fluxo de menor qualidade como “carona”
- envia fluxo de áudio de menor resolução como a informação redundante
- por exemplo, um fluxo PCM nominal a 64 kbps e um fluxo redundante a 13 kbps.
- Transmissor cria pacote tomando o bloco n do fluxo nominal e anexando a ele o bloco $(n-1)$ do fluxo redundante.

Recuperação de Perdas de Pacotes

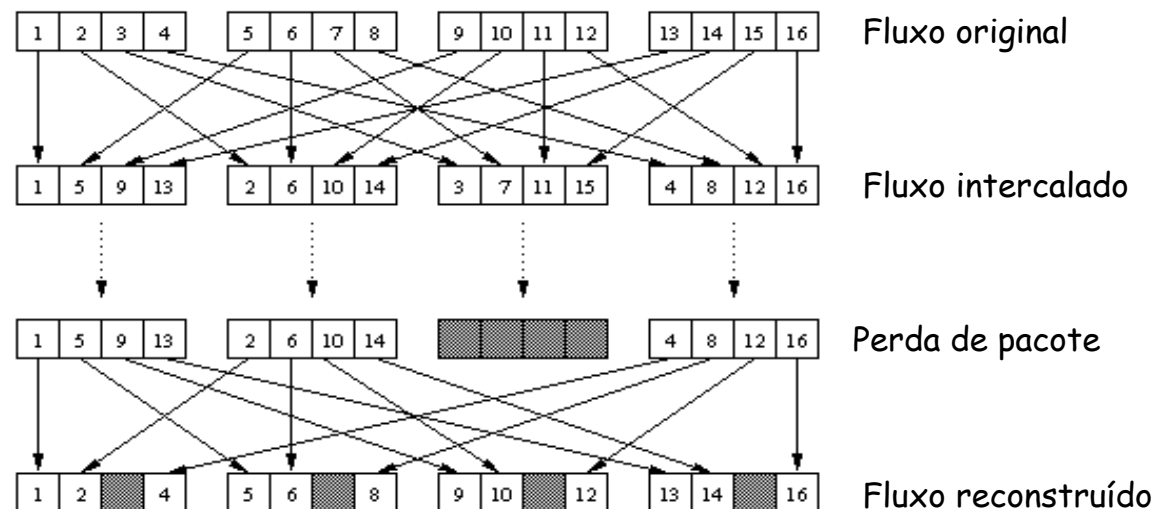


- Sempre que ocorre perda não-consecutiva, o receptor pode esconder a perda.
- Apenas dois pacotes precisam ser recebidos antes do início da reprodução (aumento no retardo de reprodução é pequeno)
- Pode também anexar os blocos (n-1) e (n-2) do fluxo de baixa qualidade

Recuperação de Perdas de Pacotes

Intercalamento

- ø blocos são quebrados em unidades menores
- ø por exemplo, 4 blocos de 5 ms cada
- ø intercalar os blocos como mostrado no diagrama
- ø pacote agora contém unidades menores de diferentes blocos
- ø Remontar os blocos no receptor
- ø Se o pacote é perdido, ainda resta mais de cada bloco
- ø Vantagem: não aumenta a largura de banda!!



Recuperação de Perdas de Pacotes

Recuperação pelo receptor de fluxos de áudio danificados

- ø produzir um substituto para um pacote perdido que seja similar ao pacote original
- ø pode produzir bons resultados para baixas taxas de perdas (< 15%) e pacotes pequenos (4-40 ms) (fonema dura de 5 a 100ms)
- ø estratégia mais simples: repetição
- ø estratégia mais complexa: interpolação
 - *Resultado melhor*
 - *Mais processamento*

Real-Time Protocol (RTP)

- ø RTP especifica uma estrutura de pacotes que transportam dados de áudio e vídeo: RFC 1889.
- ø pacote RTP oferece
 - *identificação do tipo de carga*
 - *numeração da sequência de pacotes*
 - *marcas de tempo*
- ø RTP roda nos sistemas terminais.
- ø os pacotes RTP são encapsulados em segmentos UDP
- ø Interoperabilidade: se duas aplicações de telefonia IP usam RTP, então elas podem ser capazes de trabalhar juntas

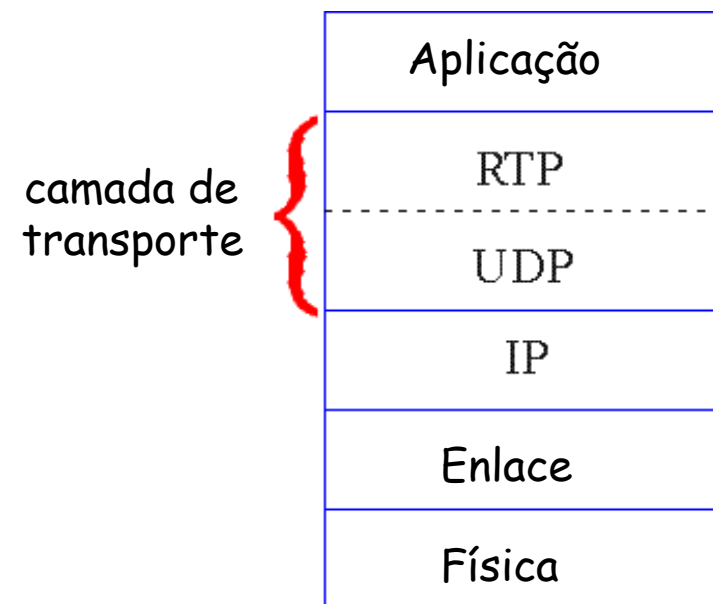
RTP roda em cima do UDP

RTP é um protocolo de aplicação

Alguns autores o colocam como subcamada de transporte

As bibliotecas do RTP fornecem uma interface que estende o UDP:

- número de portas, endereços IP
- identificação do tipo de carga
- numeração da sequência de pacotes
- marcas de tempo



RTP: Exemplo

- ø **Considere enviar 64 kbps de voz codificada em PCM sobre RTP.**
- ø **A aplicação reúne dados codificados em blocos, por exemplo, a cada 20 ms = 160 bytes por bloco.**
- ø **O bloco de áudio, junto com o cabeçalho RTP forma o pacote RTP, que é encapsulado num segmento UDP.**
- ø **O cabeçalho RTP indica o tipo de codificação de áudio em cada pacote, os transmissores podem mudar a codificação durante a conferência. O cabeçalho RTP também contém os números de sequência e marcas de tempo.**

RTP e QoS

- **RTP não fornece nenhum mecanismo para assegurar a entrega dos pacotes e dados no tempo correto, nem fornece outras garantias de qualidade de serviço.**
- **O encapsulamento RTP é visto apenas nos sistemas finais -- ele não é percebido pelos roteadores intermediários.**
 - *Roteadores fornecem o serviço de melhor-esforço tradicional da Internet. Eles não fazem nenhum esforço especial para assegurar que os pacotes RTP cheguem no destino no momento correto.*
- **A fim de fornecer QoS para uma aplicação, a Internet deve prover um mecanismo, tal como o RSVP, para que a aplicação possa reservar recursos da rede.**

Fluxos RTP

- ø RTP permite atribuir a cada fonte (por exemplo, uma câmera ou um microfone) o seu próprio fluxo de pacotes RTP independente.
 - *Por exemplo, para uma videoconferência entre dois participantes, quatro fluxos RTP poderiam ser abertos: dois fluxos para transmitir o áudio (um em cada direção) e dois fluxos para o vídeo (novamente, um em cada direção).*
- ø Contudo, algumas técnicas de codificação, p.e. MPEG1 e MPEG2, reúnem o áudio e o vídeo num único fluxo durante o processo de codificação. Quando o áudio e o vídeo são reunidos pelo codificador, então apenas um fluxo RTP é gerado em cada direção.
- ø Para uma sessão multicast do tipo muitos-para-muitos, todos os transmissores e receptores tipicamente enviam seus fluxos RTP na mesma árvore de multicast com o mesmo endereço de multicast.

Cabeçalho RTP



Cabeçalho RTP

Tipo de Carga (7 bits): Usado para indicar o tipo de codificação que está sendo usado no momento.

Se um transmissor muda o tipo de codificação durante uma conferência, o transmissor informa o receptor através deste campo de tipo de carga.

- Tipo de carga 0: PCM mu-law, 64 Kbps
- Tipo de carga 7, LPC, 2.4 Kbps
- Tipo de carga 9, G.722, 48-64 Kbps
- Tipo de carga 14, MPEG1 áudio
- Tipo de carga 26, Motion JPEG
- Tipo de carga 31. H.261
- Tipo de carga 32, MPEG1 vídeo
- Tipo de carga 33, MPEG2 vídeo

Número de Sequência (16 bits): O número de sequência é incrementado de um a cada pacote RTP enviado; pode ser usado para detectar perdas de pacotes e ocultar os dados perdidos.

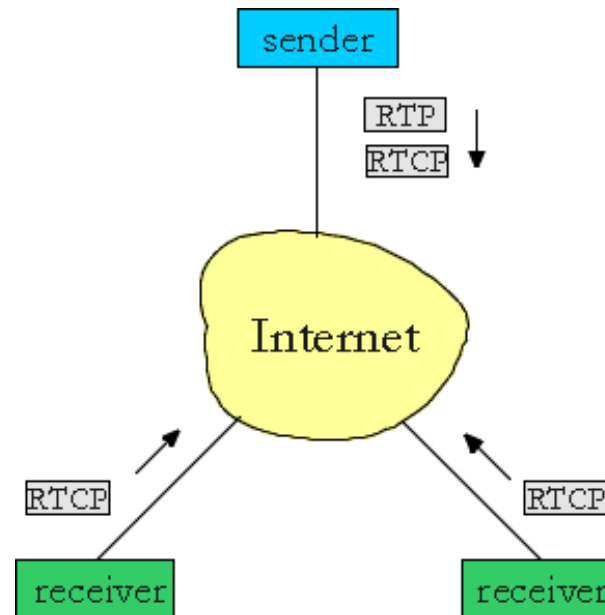
Cabeçalho RTP

- **Campo de marca de tempo (32 bits).** Reflete o instante de amostragem do primeiro byte no pacote de dados RTP. O receptor pode usar esta marca de tempo para remover o jitter do pacote e para obter o sincronismo de reprodução. A marca de tempo é derivada do relógio de amostragem no transmissor.
 - *Como exemplo, para áudio o relógio de marca de tempo incrementa de um a cada intervalo de amostragem (por exemplo, cada 125 microsseg para uma taxa de amostragem de 8 KHz); se a aplicação de áudio gera blocos contendo 160 amostras codificadas, então a marca de tempo do RTP aumenta de 160 para cada pacote RTP quando a fonte está ativa. O relógio de marca de tempo continua a aumentar numa taxa constante mesmo quando a fonte está inativa.*
- **campo SSRC (identificador de sincronismo fonte) (32 bits).** Identifica a fonte do fluxo RTP. Cada fluxo numa sessão RTP deve ter um SSRC distinto (atribuído aleatoriamente pela fonte). (serve para multiplexar vários fluxos de mídia em um único fluxo UDP)

Real-Time Control Protocol (RTCP)

- ø **Trabalha em conjunto com o RTP.**
- ø **Cada participante de uma sessão RTP transmite periodicamente pacotes de controle RTCP para todos os outros participantes. Cada pacote RTCP contém relatórios do transmissor e/ou do receptor que são úteis para a aplicação.**
- ø **As estatísticas incluem o número de pacotes enviados, número de pacotes perdidos, variação de retardo entre chegadas, etc.**
- ø **Esta informação de realimentação para a aplicação pode ser usada para controle do desempenho e para fins de diagnóstico.**
 - ***O transmissor pode mudar suas transmissões com base nestas informações de realimentação.***

RTCP - Continuação



- Para uma sessão RTP existe tipicamente um único endereço multicast, todos os pacotes RTP e RTCP pertencentes à sessão usam este endereço multicast.
- Os pacotes RTP e RTCP são distintos uns dos outros pelo uso de números de portas diferentes.
- Para limitar o tráfego, cada participante reduz seu tráfego RTCP quando o número de participantes da conferência aumenta.

Pacotes RTCP

Pacotes de relatório do receptor:

- ø fração de pacotes perdidos, último número de sequência, variância média do atraso entre chegadas.

Pacotes de relatório do transmissor:

- ø SSRC do fluxo RTP, marca de tempo e o tempo corrente real do pacote mais recente, o número de pacotes enviados e o número de bytes enviados.

Pacotes de descrição da fonte:

- ø endereço de e-mail do transmissor, o nome do transmissor, o SSRC do fluxo RTP associado. Esses pacotes fornecem um mapeamento entre o SSRC e o nome do usuário ou do host.

Sincronização de Fluxos

- ø **RTCP (relatórios dos remetentes) pode ser usado para sincronizar diferentes fluxos de mídia numa sessão RTP.**
- ø **Considere uma aplicação de videoconferência para a qual cada transmissor gera um fluxo RTP para áudio e um para vídeo.**
- ø **As marcas de tempo nestes pacotes são vinculadas aos relógios de amostragem de vídeo e de áudio, mas não são vinculadas a um relógio de tempo real (isto é, a um relógio de parede).**
- ø **Cada pacote relatório-do-transmissor RTCP contém para o último pacote gerado no fluxo RTP associado, a marca de tempo do pacote RTP e o instante de tempo real no qual o pacote foi criado. Desta forma o pacote RTCP relatório-do-transmissor associa o relógio de amostragem com o relógio de tempo real.**
- ø **Receptores podem usar esta associação para sincronizar a reprodução de áudio e de vídeo.**

Controle de Banda do RTCP

- ø O RTCP procura limitar seu tráfego a 5% da banda passante da sessão.
- ø Por exemplo, suponha que existe um transmissor enviando vídeo com uma taxa de 2 Mbps. Então o RTCP procura limitar seu tráfego a 100 Kbps.
- ø O protocolo dá 75% desta taxa, ou 75 kbps, para os receptores; ele dá os 25% restantes da taxa, isto é, 25 kbps, para o transmissor.
- ø Os 75 kbps dedicados aos receptores são divididos de forma igual entre todos os receptores. Assim, se existem R receptores, cada receptor consegue enviar tráfego RTCP a uma taxa de $75/R$ kbps e o transmissor envia tráfego RTCP a uma taxa de 25 kbps.
- ø Um participante (um transmissor ou receptor) determina o período de transmissão de pacotes RTCP dinamicamente calculando o tamanho médio do pacote (durante toda a sessão) e dividindo o tamanho médio do pacote RTCP pela sua taxa alocada.

Controle de Banda do RTCP

ø **Período para transmitir pacotes RTCP:**

ø **Transmissor:**

- *$T = (\text{no. de transmissores} / (0,25 \times 0,05 \times \text{largura de banda da sessão})) \times (\text{tamanho médio do pacote RTCP})$*

ø **Receptor:**

- *$T = (\text{no. de receptores} / (0,75 \times 0,05 \times \text{largura de banda da sessão})) \times (\text{tamanho médio do pacote RTCP})$*