

Protocolos de Transporte

RTP & RTCP

O Real-Time Protocol (RTP) e o Real-Time Control Protocol (RTCP) são protocolos de rede que têm como objetivo fornecer comunicação de tempo real para aplicações de áudio e vídeo na internet. O RTP é responsável por transportar os dados de áudio ou vídeo da fonte para o destinatário, enquanto o RTCP é usado para monitorar a qualidade da comunicação RTP, incluindo a medição de atrasos e perda de pacotes.

Ambos os protocolos são usados juntos numa única sessão para permitir que o aplicativo de áudio ou vídeo controle e ajuste a qualidade da transmissão em tempo real. O RTCP envia informações de feedback sobre a qualidade da comunicação para a fonte, permitindo que ela possa ajustar a taxa de transmissão de dados e outros parâmetros, se necessário. Desta forma, a combinação do RTP e RTCP permite aos aplicativos de áudio e vídeo fornecer uma experiência de comunicação de tempo real de alta qualidade aos usuários.

O protocolo RTP apresenta os seguintes problemas:

- Não há reservas nem garantias de qualidade de serviço (QoS).
- Não há garantia de entrega de pacotes.
- Não fornece nenhum mecanismo para garantir a entrega de dados em tempo hábil ou outras garantias de QoS.
- Os *routers* podem fornecer serviços diferenciados, mas não há garantias de que os pacotes RTP cheguem ao destino de maneira oportuna.
- A encapsulação RTP só é vista nos sistemas finais, e não pelos *routers* intermediários.

Se o protocolo RTP não garante a entrega de dados em tempo-real, porque razão é designado de “tempo-real”?

O protocolo RTP é designado de “tempo-real” porque visa garantir a transmissão de dados de áudio, vídeo e outros dados multimídia com a menor latência possível, permitindo uma reprodução suave e sincronizada dos dados. Embora o RTP não garanta a entrega de todos os pacotes em tempo-real, ele oferece recursos para ajustar a taxa de transmissão de acordo com a largura de banda disponível e minimizar a perda de pacotes. O protocolo RTCP ajuda a monitorar a qualidade da sessão de mídia, fornecendo informações sobre a taxa de transferência de dados, a perda de pacotes e a qualidade da rede. Juntos, os dois protocolos trabalham para fornecer uma sessão de mídia de qualidade e suave.

O RTCP contempla três tipos de reports:

- O **Sender Report (SR)** inclui informações sobre o SSRC da stream RTP, hora atual, número de pacotes enviados e número de octetos enviados, permitindo ao receptor estimar a taxa média de dados, tamanho médio de pacotes e identificar interrupções de recepção (pausas na transmissão vs problemas de rede).
- O **Receiver Report (RR)** inclui informações sobre a fração de pacotes perdidos, último número de sequência e jitter interarrival médio.
- O **Source Description (SDES)** inclui informações como endereço de e-mail do remetente, nome do remetente e o SSRC da stream RTP associada, fornecendo a relação entre o SSRC e o nome do usuário/host.

RTCP é o protocolo de controle real-time que complementa o protocolo RTP. Além de enviar informações estatísticas sobre a qualidade da recepção, o RTCP permite a sincronização de diferentes fluxos de mídia dentro de uma sessão RTP. Por exemplo, numa aplicação de videoconferência, o RTCP pode sincronizar o fluxo de áudio e o fluxo de vídeo. Isso é alcançado usando os timestamps nos pacotes RTP, que estão vinculados aos relógios de amostragem de áudio e vídeo, e as informações de hora de relógio de parede contidas nos relatórios de envio do RTCP. Estes relatórios incluem informações sobre a taxa de perda de pacotes, a sequência mais alta de pacotes recebida, a média móvel de jitter e outras informações.

O problema de escalabilidade de largura de banda do RTCP ocorre devido ao aumento do número de receptores. Conforme o número de receptores aumenta, o consumo de largura de banda agregada pelo RTCP também aumenta linearmente. Para minimizar esse problema, o RTCP permite que os receptores ajustem a taxa de envio para a árvore de multidifusão de acordo com o número de receptores.

RTP e RTCP em cada sessão RTP normalmente usam um único endereço multicast e todos os pacotes RTP/RTCP pertencentes a essa sessão usam o endereço multicast (IP classe D). Os pacotes RTP e RTCP são diferenciados um do outro por meio de números de porta distintos. Para limitar o tráfego, cada participante reduz o tráfego RTCP conforme o número de participantes da conferência aumenta.

SCTP & QUIC

O Transmission Control Protocol (TCP) é amplamente utilizado na Internet como um protocolo de transporte confiável para a transmissão de dados. No entanto, o TCP apresenta algumas **limitações** que tornam inadequado para certas aplicações, especialmente aquelas que requerem alta velocidade, tempo real, ou capacidade de multiplexação de fluxos de dados.

O **Stream Control Transmission Protocol (SCTP)** foi projetado como uma alternativa ao TCP que oferece suporte para multiplexação de fluxos de dados e tolerância a falhas. O SCTP permite

que vários fluxos de dados sejam transmitidos simultaneamente em um único canal de comunicação, o que é útil para aplicações que precisam transmitir vários tipos de dados ao mesmo tempo. Além disso, o SCTP oferece recursos adicionais de confiabilidade, como detecção e recuperação de falhas, para garantir a entrega confiável de dados.

O SCTP foi motivado pela necessidade de fornecer mais escalabilidade e redundância (multihoming) e robustez (contra ataques) na transferência de dados. A natureza orientada a fluxo do TCP é, às vezes, incômoda para algumas aplicações, que precisam adicionar seu próprio marcador de registro para delimitar suas mensagens e usar explicitamente a funcionalidade push para garantir que uma mensagem completa seja transferida em um tempo razoável. Além disso, o escopo limitado dos soquetes TCP complica a tarefa de fornecer capacidade de transferência de dados altamente disponíveis usando hosts multi-homed. O TCP é relativamente vulnerável a ataques de negação de serviço, como ataques SYN flood. O SCTP visa melhorar o desempenho e a robustez do transporte em comparação com o TCP.

O SCTP é um protocolo de transporte que oferece características adicionais em comparação com o TCP convencional. Algumas das características importantes do SCTP incluem:

- **Multiplexação de fluxos de dados:** o SCTP permite que vários fluxos de dados sejam transmitidos simultaneamente em um único canal de comunicação, o que é útil para aplicações que precisam transmitir vários tipos de dados ao mesmo tempo.
- **Confiabilidade:** o SCTP oferece recursos adicionais de confiabilidade, como detecção e recuperação de falhas, para garantir a entrega confiável de dados.
- **Mensagens atômicas:** o SCTP permite a transmissão de mensagens atômicas, o que significa que as mensagens são entregues ou não, mas nunca em parte. Isso é útil para aplicações que precisam de entrega confiável de mensagens inteiras.
- **Suporte ao failover:** o SCTP permite que vários endereços sejam associados a uma única conexão, permitindo a recuperação automática em caso de falhas.

Exemplos de aplicações ou serviços que podem se beneficiar do uso do SCTP incluem serviços de voz sobre IP, telefonia móvel, e aplicações de monitoramento de rede, que precisam de suporte a múltiplos fluxos de dados, confiabilidade e tolerância a falhas.

O **Quick UDP Internet Connections (QUIC)** é um protocolo de transporte projetado para oferecer alta velocidade e baixa latência. O QUIC foi projetado para superar as limitações do TCP em redes de alta latência ou alta perda de pacotes, usando técnicas como encaminhamento de pacotes, compressão de cabeçalho e multiplexação de fluxos de dados. Além disso, o QUIC corre sobre TLS/UDP, implementando um controle de congestão, e oferece criptografia por padrão para garantir a privacidade e segurança dos dados transmitidos.

O protocolo QUIC combina a negociação de parâmetros criptográficos e de transporte durante o processo de handshake, permitindo uma comunicação entre os pontos de extremidade

através da troca de pacotes QUIC. Os pacotes contêm quadros que carregam informações de controle e dados da aplicação entre os pontos de extremidade. As aplicações enviam dados através da conexão QUIC usando fluxos, que são sequências ordenadas de bytes. Os fluxos podem ser bidirecionais ou unidirecionais. O controle de fluxo no QUIC se baseia em um esquema de crédito para limitar a criação de fluxos e controlar a quantidade de dados que podem ser enviados. O QUIC fornece o feedback necessário para implementar entrega confiável e controle de congestão. O protocolo permite a migração de caminho, permitindo que uma conexão não esteja restrita a um único caminho de rede, permitindo que o cliente mude para um novo caminho, se disponível, com a necessidade de verificação e validação de caminho.