

Aula 04 - Parte 1 – Redes de Computadores

Introdução

Nesta aula serão tratadas as funcionalidades da camada de transporte. Para isto serão abordados os protocolos da camada 3 do TCP/IP – TCP, UDP e SCTP e suas características principais.

Leitura recomendada:

- Tanenbaum, 2011 – Seções 6.1 a 6.5.
- Kurose, 2003 – Seções 3.3, 3.5 e 3.7

Contextualizando

O protocolo TCP

O *Transmission Control Protocol*, ou protocolo de controle de transmissão, é um dos principais protocolos da Internet. É adequado às redes globais, pois verifica se os dados são enviados pela rede da forma correta, na sequência apropriada e sem erros. É um protocolo da camada de transporte do modelo TCP/IP (camada3), sobre o qual se assentam a maioria dos demais protocolos e aplicações, como o SSH, FTP, HTTP — e praticamente toda a *World Wide Web*.

O processo de transmissão nesta camada funciona da seguinte maneira: transmissor e receptor criam pontos extremos – os **sockets**. Os **Sockets** são representados pelo endereço IP e mais **um número de 16 bits**, denominado **porta**. Por exemplo: **192.168.10.1:8080**. As **portas** com valor **abaixo de 1024** são chamadas de **portas conhecidas** e são **reservadas** para serviços específicos do TCP. As portas conhecidas só podem ser inicializadas por usuários com privilégio. Essas portas podem ser registradas para uso restrito em www.iana.org (*Internet Assigned Numbers Authority* ou Autoridade de Designação de Números da Internet).

Características do TCP

O protocolo TCP tem como principal característica a garantia da entrega da informação, isto é, a confiabilidade da transmissão. As suas outras características são:

Rota de Aprendizagem Redes de Computadores Aula 04

- Orientado à conexão: É necessário estabelecer uma conexão entre os *hosts* que pretende comunicar entre si. Para isto é necessário encaminhar, por meio da rede, informações de um para o outro de forma que se reconheçam e consigam iniciar a comunicação.
- Ponto a ponto: A comunicação acontece entre um *host* e outro do início ao fim, isto é, um *host* é a origem e outro é o destino (e vice-versa) como se estivessem fisicamente ligados.
- Confiabilidade: As informações encaminhadas por meio da rede têm a garantia da entrega durante todo o processo de comunicação, incluindo-se a identificação, o tratamento e a correção de erros.
- *Full duplex*: Uma vez estabelecida a conexão entre os *hosts* a comunicação flui nos dois sentidos, fazendo com que ambos sejam, simultaneamente, origem e destino da comunicação.
- *Handshake*: O processo de comunicação precisa estabelecer o reconhecimento mútuo entre os *hosts* antes de iniciar a transmissão/recepção das informações. O TCP usa para isso o triplo *handshake* com o objetivo de sincronizar algumas informações, como o número de sequência dos pacotes, por exemplo.
- Entrega ordenada: Os pacotes da informação são entregues em sequência ordenada ao destinatário, de forma que a informação original possa ser remontada ou reconstruída para ser entregue à camada de aplicação exatamente como estava na origem.
- Controle de fluxo: O processo de comunicação inclui a confirmação do recebimento de cada pacote e a avaliação da quantidade de informações recebidas e aceitas, podendo inclusive atuar sobre parâmetros da comunicação para adequar o fluxo às condições da rede naquele momento.

Isto significa, em resumo, que:

- Todas as conexões TCP são *full duplex* e ponto-a-ponto;
- *Full duplex* implica em tráfego fluindo em ambas as direções ao mesmo tempo;
- Ponto-a-ponto significa que cada conexão tem obrigatoriamente dois pontos terminais;

- O TCP não permite *broadcast* e tampouco *multicasting*.

Portas conhecidas do TCP

Existem portas do TCP associadas a serviços e protocolos específicos, que não podem ser utilizadas com outro propósito. Como já mencionado, estas portas são denominadas **portas conhecidas** e seu valor está no limite de 1024. As mais conhecidas são as seguintes:

Porta	Protocolo	Uso
20, 21	FTP	Transferência de arquivos
22	SSH	Login remoto, substituto do Telnet
25	SMTP	Correio eletrônico
80	HTTP	World Wide Web
110	POP-3	Acesso remoto a correio eletrônico
143	IMAP	Acesso remoto a correio eletrônico
443	HTTPS	Web segura (HTTP sobre SSL/TLS)
543	RTSP	Controle de player de mídia
631	IPP	Compartilhamento de impressora

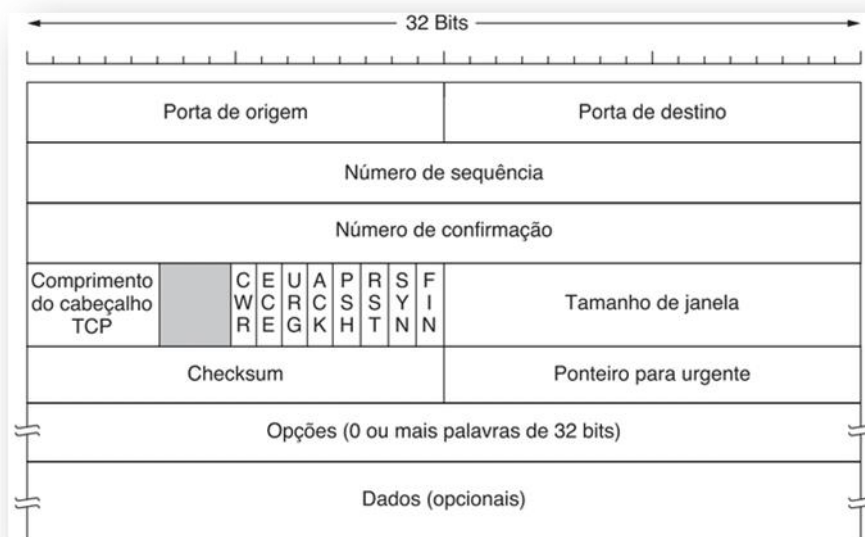
O processo de transmissão

Transmissor e receptor trocam informações na forma de segmentos. Os **Segmentos** são compostos de um cabeçalho de tamanho fixo de 20 bytes e os dados da transmissão (informações que o usuário quer transmitir ou necessita receber). O software decide o tamanho do segmento, porém este é limitado ao *payload* do **IP**, que é de 64 kBytes (65.535 Bytes). O segmento também é limitado pelo **MTU (Maximum Transfer Unit)** do enlace de dados, isto é, a capacidade máxima de encaminhamento de segmentos e seu tamanho.

Um pacote TCP

Um pacote do TCP contém, além das informações de usuário que estão em tráfego, sinalizações e informações do processo de comunicação em si que buscam prover, entre

outras características, a confiabilidade. Estas informações estão organizadas no pacote TCP da seguinte maneira:

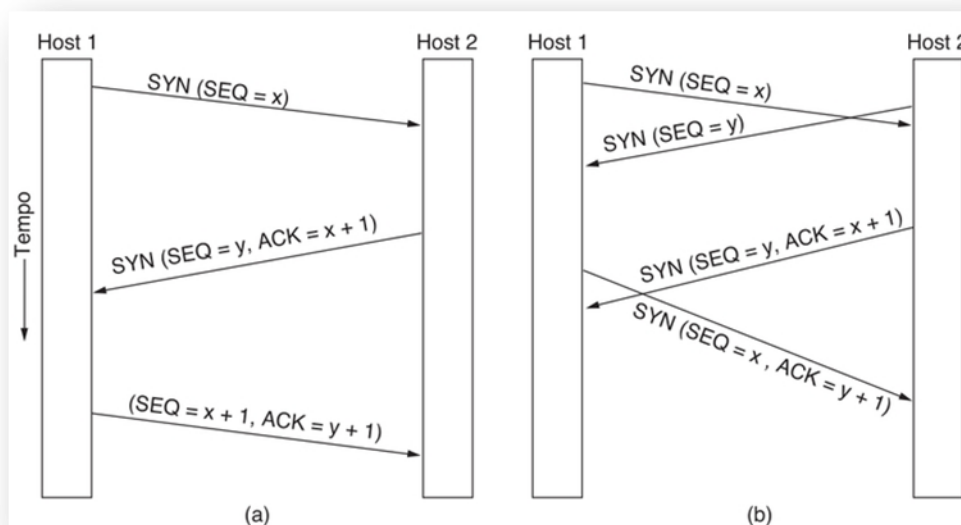


Os oito bits dos *flags* do TCP atuam no processo de comunicação com as seguintes finalidades:

- CWR - *Congestion Window Reduced* ou janela de congestionamento reduzida, significa que o fluxo de informação deve ser reuzido em função de perdas ou atraso na informação;
- ECE - Confirma o “echo” da conexão TCP durante um *handshake*;
- URG – Indica que o pacote requer tratamento de urgência (pouco utilizado);
- ACK – Reconhecimento válido;
- PSH – Envio imediato dos dados, sem aguardar o preenchimento do buffer;
- RST, SYN e FIN – Processo de estabelecimento e liberação da conexão;

Conexão TCP

O TCP permite o estabelecimento de uma conexão normal, isto é, entre uma origem e um destino, ou de uma conexão simultânea, na qual ambos os *hosts* são, ao mesmo tempo, origem e destino, como mostrado abaixo:



Neste caso ambas as conexões são estabelecidas e operam no modo *full duplex* distintamente.

Pesquisa:

O que é, como funciona e qual a finalidade do processo de *sliding windows* ou janelas deslizantes do TCP?

Aula 04 - Parte 2 – Redes de Computadores

Introdução

Nesta aula são abordados os protocolos UDP e SCTP da camada 3 do TCP/IP, o seu funcionamento e as suas características principais.

Leitura recomendada:

- Tanenbaum, 2011 – Seções 1.4, 3.1, 4.3, 5.1 e 6.2.
- Kurose, 2003 – Seções 1.5, 1.7, 2.1 e 3.1.

Contextualizando

Protocolo UDP

User Datagram Protocol é um protocolo simples da camada de transporte que permite que a aplicação escreva um datagrama encapsulado num pacote (IPv4 ou IPv6), o qual é então enviado ao endereço IP do destino. Porém não há qualquer tipo de garantia que o pacote será entregue. O protocolo UDP não é confiável, e se for necessário garantir a entrega, é preciso implementar controles tais como *timeouts* (limite de tempo), retransmissões, *acknowledgments* (reconhecimento), controle de fluxo, etc.

Cada datagrama UDP tem um tamanho e pode ser considerado como um registro indivisível. O UDP é um serviço sem conexão, isto é, não há necessidade de manter uma ligação entre o cliente e o servidor (ou entre origem e destino). Isto significa que um cliente UDP pode criar um *socket*, enviar um datagrama para um servidor e imediatamente enviar outro datagrama com o mesmo *socket* para um servidor diferente. Da mesma forma, um servidor poderia ler datagramas vindos de diversos clientes, usando um único *socket*. O UDP também fornece os serviços de *broadcast* e *multicast*, permitindo que um único cliente envie pacotes para vários outros na rede.

Características do UDP

O protocolo UDP é a escolha adequada para fluxos de dados em tempo real, especialmente aqueles que admitem uma certa perda ou dano de parte de seu conteúdo, tais

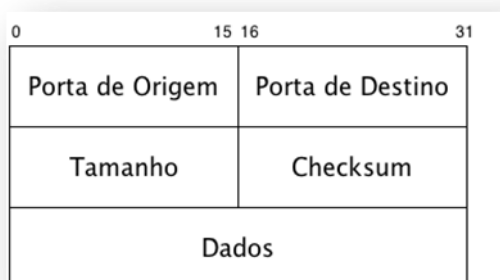
como vídeos ou voz (VoIP). As aplicações sensíveis a atrasos na rede, mas pouco sensíveis a perdas de pacotes, como jogos de computadores, também são candidatas naturais ao seu uso. O UDP suporta *broadcasting* e *multicasting*, portanto, caso estes recursos sejam utilizados, o UDP deverá necessariamente ser utilizado. Parte do desempenho obtido por comunicação com o UDP deve-se ao fato de que este não perde tempo com criação ou destruição de conexões. Em função disso, durante uma conexão o UDP troca apenas 2 pacotes, enquanto no TCP esse número é superior a 10.

O UDP também contempla portas específicas para determinados tipos de serviço ou operações, dentre as quais cabe citar:

Porta	Protocolo	Descrição
7	Echo	Ecoa um datagram recebido de volta para o emissor
9	Discard	Descarta qualquer datagrama recebido
11	Users	Usuários ativos
13	Daytime	Retorna Data e Hora
17	Quote	Retorna um comentário do dia
19	Chargen	Retorna uma string de caracteres
53	Nameserver	Domain Name Services
67	BOOTPs	Servidor bootstrap
68	BOOTPc	Cliente bootstrap
69	TFTP	Trivial File Transfer Protocol
111	RPC	Remote Procedure Call
123	NTP	Network Time Protocol
161	SNMP	Simple Network Management Protocol
162	SNMP	Simple Network Management Protocol (trap)

O pacote UDP

Um pacote do UDP é extremamente simples, e contém as informações minimamente necessárias para o tráfego das informações entre origem e destino, como mostrado:



A **porta fonte** corresponde à porta utilizada pela aplicação emissora do segmento UDP. Este campo representa um endereço de resposta para o destinatário. A **porta destino** corresponde à porta utilizada pela aplicação no *host* destinatário. O **comprimento** informa o tamanho total do segmento, em *bytes*, incluindo o tamanho do próprio cabeçalho. O **checksum** contém uma soma de controle realizada de maneira a poder controlar a integridade do segmento, permitindo ao destinatário validar se houve alguma alteração no conteúdo da mensagem que a possa invalidar.

O uso do UDP

Em função de suas características o UDP é frequentemente usado para fluxos de dados em tempo real, aplicações que requerem *Multicasting* e *Broadcasting* e em serviços que admitem certa perda de dados, tendo em contrapartida uma alta velocidade de comunicação, como é o caso de *streaming* de vídeo e de voz. Entre os diversos exemplos de uso do UDP estão o Youtube e outros serviços de *streaming*, tanto de áudio quanto de vídeo, as conexões P2P, o Skype e inúmeros serviços de VOIP, além de serviços de impressão remota.

Protocolo SCTP

Stream Control Transmission Protocol é um protocolo de transporte confiável que opera sobre um serviço de pacotes não confiável e sem conexão, como é o caso do IP. O SCTP é orientado a mensagens e utiliza o conceito de associação para estabelecer vários fluxos de comunicação. Além disso provê suporte para *Multihoming*.

As principais características do SCTP são:

- Entrega confirmada de dados de usuário, livre de erros e não duplicados;
- Fragmentação de dados em conformidade com o MTU descoberto do caminho;
- Entrega sequencial de dados de usuário em múltiplos fluxos;
- Empacotamento opcional de múltiplas mensagens de usuário num único pacote SCTP;
- Tolerância a falhas de rede através do suporte a caminhos múltiplos (*multihoming*);
- O SCTP é *rate adaptive*, adaptando-se às variações da rede;

Benefícios do SCTP

O SCTP é um protocolo mais adaptado às necessidades de comunicação das redes modernas, e, portanto, apresenta alguns benefícios quando comparado ao TCP e ao UDP, como segue:

- O SCTP provê transmissão confiável, e detecta quando os dados são descartados, reordenados, duplicados ou corrompidos, retransmitindo os dados quando necessário;
- O SCTP é orientado a conexão;
- O SCTP usa o conceito de associação, o que o torna mais abrangente que a conexão TCP. Enquanto uma conexão TCP estabelece apenas um único fluxo *full duplex*, uma associação SCTP estabelece um número arbitrário de fluxos simplex. Porém, para simular uma conexão TCP, basta criar um fluxo SCTP em cada direção;
- O SCTP tem potencial de substituir o TCP em diversas aplicações, e além disso pois todas as portas reservadas pelo IANA ao TCP são automaticamente reservadas ao SCTP.

Pesquisa

O que é a arquitetura de aplicações cliente/servidor? Onde é utilizada e quais são os benefícios e as desvantagens do uso desta arquitetura?

Trocando Ideias

Acesse o fórum sobre TRANSPORTE e compartilhe suas descobertas, suas experiências, exponha suas dúvidas... Faça contato com seus colegas de curso e de turma e discuta o que aprendeu, e assim busque esclarecer suas dúvidas e reforçar seus conhecimentos.

Síntese

Nessa aula foram apresentados os protocolos da camada 3 – Transporte do modelo TCP/IP, o TCP, o UDP e o SCTP, incluindo a exploração de suas características e os usos destes protocolos na comunicação de dados.

Compartilhando

Que tal compartilhar o que você aprendeu? Discuta sobre os protocolos estudados com seus colegas de curso e de trabalho. Procure ampliar seu conhecimento sobre o conteúdo apresentado.

Autoavaliação

- Qual a finalidade dos protocolos da camada de transporte do TCP/IP?
- Porque o TCP é considerado um protocolo confiável e o UDP não?
- O que dificulta o uso do TCP em aplicações sensíveis à atrasos na comunicação?
- O UDP faz algum tipo de controle de erro? Como?
- Porque os protocolos da camada 3 – Transporte do TCP/IP fazem referência às portas e não aos endereços IP?

Referências

- Tanenbaum, Andrew S.; Wetheral, David. **Redes de Computadores - 5ª edição**. São Paulo. Pearson, 2011.
- Kurose, James F.; Ross, Keith W. **Redes de Computadores e a Internet: uma nova abordagem**. São Paulo. Pearson, 2003.