

EEL 878 – Redes de Computadores I

Prof. Luís Henrique M. K. Costa

Lista de Exercícios 1

Fontes bibliográficas:

J. Kurose e K. Ross, "Redes de Computadores e a Internet", 6ª Ed., Pearson.
Slides das aulas – Parte 1 a Parte 4, www.gta.ufrj.br/ensino/eel878.

Introdução às Redes – Capítulo 1

1. Suponha que exista exatamente um comutador de pacotes entre um computador de origem e um de destino. As taxas de transmissão entre a máquina de origem e o comutador e entre este e a máquina de destino são R_1 e R_2 , respectivamente. Admitindo que um roteador use comutação de pacotes do tipo armazena-e-reenvia (*store-and-forward*), qual é o atraso total fim a fim para enviar um pacote de comprimento L ? (Desconsidere formação de fila, atraso de propagação e atraso de processamento.)
2. Qual é a vantagem de uma rede de comutação de circuitos em relação a uma de comutação de pacotes?
3. Suponha que usuários compartilhem um enlace de 2 Mbits/s e que cada usuário transmita continuamente a 1 Mbit/s, mas cada um deles transmite apenas 20% do tempo.
 - a. Quando a comutação de circuitos é utilizada, quantos usuários podem ser admitidos?
 - b. Para o restante deste problema, suponha que seja utilizada a comutação de pacotes. Por que não haverá atraso de fila antes de um enlace se dois ou menos usuários transmitirem ao mesmo tempo? Por que haverá atraso de fila se três usuários transmitirem ao mesmo tempo?
 - c. Determine a probabilidade de um dado usuário estar transmitindo.
 - d. Suponha agora que haja três usuários. Determine a probabilidade de, a qualquer momento, os três usuários transmitirem simultaneamente. Determine a fração de tempo durante o qual a fila cresce.
4. Considere o envio de um pacote de uma máquina de origem a uma de destino por uma rota fixa. Relacione os componentes do atraso que formam o atraso fim a fim. Quais deles são constantes e quais são variáveis?
5. Quanto tempo um pacote de 1.000 bytes leva para se propagar através de um enlace de 2.500 km de distância, com uma velocidade de propagação de $2,5 \cdot 10^8$ m/s e uma taxa de transmissão de 2 Mbits/s? Em geral, quanto tempo um pacote de comprimento L leva para se propagar através de um enlace de distância d , velocidade de propagação s , e taxa de transmissão de R bits/s? Esse atraso depende do comprimento do pacote? Depende da taxa de transmissão?
6. Quais são as cinco camadas da pilha de protocolo da Internet? Quais as principais responsabilidades de cada uma dessas camadas?
7. Que camadas da pilha do protocolo da Internet um roteador processa? Que camadas um comutador de camada de enlace processa? Que camadas um sistema final processa?
8. A Equação $d_f = N \times (L / R)$ contém uma fórmula para o atraso fim a fim do envio de um pacote de comprimento L por N enlaces com taxa de transmissão R . Generalize essa fórmula para enviar P desses pacotes de ponta a ponta pelos N enlaces.

9. Considere o envio de voz em tempo real do hospedeiro A para o hospedeiro B por meio de uma rede de comutação de pacotes (VoIP). O hospedeiro A converte voz analógica para uma cadeia digital de bits de 64 kbits/s e, em seguida, agrupa os bits em pacotes de 56 bytes. Há apenas um enlace entre os hospedeiros A e B; sua taxa de transmissão é de 2 Mbits/s e seu atraso de propagação, de 10 ms. Assim que o hospedeiro A recolhe um pacote, ele o envia ao hospedeiro B. Quando recebe um pacote completo, o hospedeiro B converte os bits do pacote em um sinal analógico. Quanto tempo decorre entre o momento em que um bit é criado (a partir do sinal analógico no hospedeiro A) e o momento em que ele é decodificado (como parte do sinal analógico no hospedeiro B)?
10. Execute o programa Traceroute (ou Tracert no Windows) para verificar a rota entre uma origem e um destino, no mesmo continente, para três horários diferentes do dia.
 - a. Determine a média e o desvio-padrão dos atrasos de ida e volta para cada um dos três horários.
 - b. Determine o número de roteadores no caminho para cada um dos três. Os caminhos mudaram em algum dos horários?
 - c. Tente identificar o número de redes de ISP pelas quais o pacote do Traceroute passa entre origem e destino. Roteadores com nomes semelhantes e/ou endereços IP semelhantes devem ser considerados parte do mesmo ISP. Em suas respostas, os maiores atrasos ocorrem nas interfaces de formação de pares entre ISPs adjacentes?
 - d. Faça o mesmo para uma origem e um destino em continentes diferentes. Compare os resultados dentro do mesmo continente com os resultados entre continentes diferentes.
11. Imagine que você queira enviar, com urgência, 40 terabytes de dados de Boston para Los Angeles. Você tem disponível um enlace dedicado de 100 Mbits/s para transferência de dados. Escolheria transmitir os dados por meio desse enlace ou usar um serviço de entrega em 24 horas? Explique.

Camada de Aplicação – Capítulo 2

12. Relacione cinco aplicações da Internet não proprietárias e os protocolos de camada de aplicação que elas usam.
13. Suponha que você queria fazer uma transação de um cliente remoto para um servidor da maneira mais rápida possível. Você usaria o UDP ou o TCP? Por quê?
14. Relacione quatro classes de serviços que um protocolo de transporte pode prover. Para cada uma, indique se o UDP ou o TCP (ou ambos) fornece tal serviço.
15. Por que HTTP, FTP, SMTP, POP3 rodam sobre TCP e não sobre UDP?
16. Considere um site de comércio eletrônico que quer manter um registro de compras para cada um de seus clientes. Descreva como isso pode ser feito com cookies.
17. Suponha que Alice envie uma mensagem a Bob por meio de uma conta de e-mail da Web (como o Hotmail ou gmail), e que Bob acesse seu e-mail por seu servidor de correio usando POP3. Descreva como a mensagem vai do hospedeiro de Alice até o hospedeiro de Bob. Não se esqueça de relacionar a série de protocolos de camada de aplicação usados para movimentar a mensagem entre os dois hospedeiros.
18. É possível que o servidor Web e o servidor de correio de uma organização tenham exatamente o mesmo apelido para um nome de hospedeiro (por exemplo, foo.com)? Qual seria o tipo de *resource record* (RR) que contém o nome de hospedeiro do servidor de correio?

19. Considere um cliente HTTP que queira obter um documento Web em um dado URL. Inicialmente, o endereço IP do servidor HTTP é desconhecido. Nesse cenário, quais protocolos de transporte e de camada de aplicação são necessários, além do HTTP?
20. Suponha que você clique com seu navegador Web sobre um ponteiro para obter uma página e que o endereço IP para o URL associado não esteja no cache de seu hospedeiro local. Portanto, será necessária uma consulta ao DNS para obter o endereço IP. Considere que n servidores DNS sejam visitados antes que seu hospedeiro receba o endereço IP do DNS; as visitas sucessivas incorrem em um RTT igual a RTT_1, \dots, RTT_n . Suponha ainda que a página associada ao ponteiro contenha exatamente um objeto que consiste em uma pequena quantidade de texto HTML. Seja RTT_0 o RTT entre o hospedeiro local e o servidor que contém o objeto. Admitindo que o tempo de transmissão seja zero, quanto tempo passará desde que o cliente clica o ponteiro até que receba o objeto?
21. Como o SMTP marca o final de um corpo de mensagem? E o HTTP? O HTTP pode usar o mesmo método que o SMTP para marcar o fim de um corpo de mensagem? Explique.
22. Suponha que seu departamento possua um servidor DNS local para todos os computadores do departamento. Você é um usuário comum (ou seja, não é um administrador de rede/sistema). Você consegue encontrar um modo de determinar se um site da Internet externo foi muito provavelmente acessado de um computador do seu departamento alguns segundos atrás? Explique.

Camada de Transporte – Capítulo 3

23. Considere uma conexão TCP entre o hospedeiro A e o hospedeiro B. Suponha que os segmentos TCP que trafegam do hospedeiro A para o hospedeiro B tenham número de porta da origem x e número de porta do destino y . Quais são os números de porta da origem e do destino para os segmentos que trafegam de B para A?
24. É possível que uma aplicação desfrute de transferência confiável de dados mesmo quando roda sobre UDP? Caso a resposta seja afirmativa, como isso acontece?
25. Em um protocolo de transporte confiável, por que precisamos introduzir números de sequência?
26. Em um protocolo de transporte confiável, por que precisamos introduzir temporizadores?
27. Suponha que o atraso de viagem de ida e volta entre o emissor e o receptor seja constante e conhecido para o emissor. Ainda seria necessário um temporizador no protocolo de transporte confiável, supondo que os pacotes podem ser perdidos? Explique.
28. Suponha que o hospedeiro A envie dois segmentos TCP um atrás do outro ao hospedeiro B sobre uma conexão TCP. O primeiro segmento tem número de sequência 90 e o segundo, número de sequência 110.
 - a. Quantos dados tem o primeiro segmento?
 - b. Suponha que o primeiro segmento seja perdido, mas o segundo chegue a B. No reconhecimento que B envia a A, qual será o número de reconhecimento?
29. Suponha que o receptor UDP calcule a soma de verificação da Internet para o segmento UDP recebido e encontre que essa soma coincide com o valor transportado no campo da soma de verificação. O receptor pode estar absolutamente certo de que não ocorreu nenhum erro de bit? Explique.
30. Considere um protocolo de transferência confiável de dados que use somente reconhecimentos negativos. Suponha que o remetente envie dados com pouca frequência. Um protocolo que utiliza somente NAKs seria preferível a um protocolo que utiliza ACKs? Por quê? Agora suponha que o remetente tenha uma grande

quantidade de dados para enviar e que a conexão fim a fim sofra poucas perdas. Nesse segundo caso, um protocolo que utilize somente NAKs seria preferível a um protocolo que utilize ACKs? Por quê?

31. Considere a transferência de um arquivo enorme de L bytes do hospedeiro A para o hospedeiro B. Suponha um MSS de 536 bytes.
 - a. Qual é o máximo valor de L tal que não sejam esgotados os números de sequência TCP? Lembre-se de que o campo de número de sequência TCP tem 4 bytes.
 - b. Para o L que obtiver em (a), descubra quanto tempo demora para transmitir o arquivo. Admita que um total de 66 bytes de cabeçalho de transporte, de rede e de enlace de dados seja adicionado a cada segmento antes que o pacote resultante seja enviado por um enlace de 155 Mbits/s. Ignore controle de fluxo e controle de congestionamento de modo que A possa enviar os segmentos um atrás do outro e continuamente.
32. O TCP utiliza uma estimativa do tempo de ida e volta (RTT). Em sua opinião, por que o TCP evita medir o SampleRTT para segmentos retransmitidos?
33. Diferencie a evolução da janela de congestionamento do TCP nas situações denominadas partida lenta e prevenção de congestionamento.

Camada de Rede – Capítulo 4

34. Qual a diferença entre roteamento e repasse (*forwarding*)?
35. Os roteadores nas redes de datagramas e nas redes de circuitos virtuais usam tabelas de repasse? Caso usem, descreva as tabelas de repasse para ambas as classes de redes.
36. O que é bloqueio HOL (*head of line*)? Ele ocorre em portas de saída ou em portas de entrada?
37. Suponha que uma aplicação gere blocos de 40 bytes de dados a cada 20 ms e que cada bloco seja encapsulado em um segmento TCP e, em seguida, em um datagrama IP. Que porcentagem de cada datagrama será sobrecarga e que porcentagem será dados de aplicação?
38. Suponha que o hospedeiro A envie ao hospedeiro B um segmento TCP encapsulado em um datagrama IP. Quando o hospedeiro B recebe o datagrama, como sua camada de rede sabe que deve passar o segmento (isto é, a carga útil do datagrama) para TCP e não para UDP ou qualquer outra coisa?
39. Quais as funcionalidades básicas do protocolo ICMP?
40. Como o programa traceroute utiliza o protocolo ICMP?
41. Suponha que o bloco de endereços 146.167.80.0/23 tenha sido atribuído para uso pela rede de um grande laboratório compartilhado por 3 grupos de pesquisa. Proponha a subdivisão do bloco de endereços em sub-redes IP de forma que cada grupo de pesquisa possua uma sub-rede exclusiva e existam ainda uma sub-rede dedicada a uma DMZ (zona desmilitarizada) onde estarão um servidor web e um servidor de email e uma outra sub-rede IP para uma rede de acesso sem-fio IEEE 802.11. Quantas estações no máximo comportam cada uma das redes que foram projetadas?
42. Compare a construção de um circuito virtual sobre uma rede de roteadores IP, utilizando as técnicas de roteamento pela fonte (*source routing*) e encapsulamento IP dentro de IP.