

Exercícios de fixação

Capítulo 1 Questões de revisão

Secões 1.1 a 1.5

1. Qual é a diferença entre um hospedeiro e um sistema final? Cite os tipos de sistemas finais. Um servidor Web é um sistema final?

Capítulo 1

- **2.** A palavra *protocolo* é muito usada para descrever relações diplomáticas. Dê um exemplo de um protocolo diplomático.
- **3.** O que é um programa cliente? O que é um programa servidor? Um programa servidor requisita e recebe serviços de um programa cliente?
- **4.** Quais são os dois tipos de serviços de transporte que a Internet provê às suas aplicações? Cite algumas características de cada um desses serviços.
- 5. Afirma-se que controle de fluxo e controle de congestionamento são equivalentes. Isso é válido para o serviço orientado para conexão da Internet? Os objetivos do controle de fluxo e do controle de congestionamento são os mesmos?
- **6.** Utilizando uma analogia com nossos atos, faça uma breve descrição de como o serviço orientado para conexão da Internet provê transporte confiável.
- 7. Qual é a vantagem de uma rede de comutação de circuitos em relação a uma de comutação de pacotes? Quais são as vantagens da TDM sobre a FDM em uma rede de comutação de circuitos?
- **8.** Por que se afirma que comutação de pacotes emprega multiplexação estatística? Compare a multiplexação estatística com a multiplexação que ocorre em TDM.
- 9. 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, 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.)
- **10.** O que quer dizer informação de estado de conexão em uma rede de circuitos virtuais? Se a taxa de estabelecimento e interrupção de conexões em um comutador de uma rede de CVs for de uma conexão por milissegundo (em média), a que taxa a tabela de transmissão do comutador precisa ser modificada?
- 11. Suponha que você esteja desenvolvendo o padrão para um novo tipo de rede de comutação de pacotes e precisa decidir se sua rede usará CVs ou roteamento de datagramas. Quais são os prós e os contras da utilização de CVs?
- **12.** Cite seis tecnologias de acesso. Classifique cada uma delas nas categorias acesso residencial, acesso corporativo ou acesso móvel.
- 13. Qual é principal diferença que distingue ISPs de nível 1 e de nível 2?
- 14. Qual é a diferença entre um POP e um NAP?
- **15.** A taxa de transmissão HFC é dedicada ou é compartilhada entre usuários? É possível haver colisões na direção provedor-usuário de um canal HFC? Por quê?
- **16.** Qual é a taxa de transmissão de LANs Ethernet? Para uma dada taxa de transmissão, cada usuário da LAN pode transmitir continuamente a essa taxa?
- **17.** Cite alguns meios físicos utilizados para instalar a Ethernet.
- **18.** Modens discados, HFC e ADSL são usados para acesso residencial. Para cada uma dessas tecnologias de acesso, cite uma faixa de taxas de transmissão e comente se a largura de banda é compartilhada ou dedicada.

Seções 1.6 a 1.8

- **19.** 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?
- **20.** Cite cinco tarefas que uma camada pode executar. É possível que uma (ou mais) dessas tarefas seja(m) realizada(s) por duas (ou mais) camadas?
- **21.** Quais são as cinco camadas da pilha do protocolo da Internet? Quais as principais responsabilidades de cada uma dessas camadas?
- **22.** O que é uma mensagem de camada de aplicação? Um segmento de camada de transporte? Um datagrama de camada de rede? Um quadro de camada de enlace?
- **23.** Que camadas da pilha do protocolo da Internet um roteador implementa? Que camadas um comutador de camada de enlace implementa? Que camadas um sistema final implementa?



Problemas

- 1. Projete e descreva um protocolo de nível de aplicação para ser usado entre um caixa automático e o computador central de um banco. Esse protocolo deve permitir verificação do cartão e da senha de um usuário, consulta do saldo de sua conta (que é mantido no computador central) e saque de dinheiro da conta corrente (isto é, entrega de dinheiro ao usuário). As entidades do protocolo devem estar habilitadas a resolver o caso comum em que não há dinheiro suficiente na conta do usuário para cobrir o saque. Faça uma especificação de seu protocolo relacionando as mensagens trocadas e as ações realizadas pelo caixa automático ou pelo computador central do banco na transmissão e recepção de mensagens. Esquematize a operação de seu protocolo para o caso de um saque simples sem erros, usando um diagrama semelhante ao da Figura 1.2. Descreva explicitamente o que seu protocolo espera do serviço de transporte fim-a-fim.
- **2.** Considere uma aplicação que transmita dados a uma taxa constante (por exemplo, a origem gera uma unidade de dados de *N* bits a cada *k* unidades de tempo, onde *k* é pequeno e fixo). Considere também que, quando essa aplicação começa, continuará em funcionamento por um período de tempo relativamente longo. Responda às seguintes perguntas, dando uma breve justificativa para sua resposta:
 - **a.** O que seria mais apropriado para essa aplicação: uma rede de comutação de circuitos ou uma rede de comutação de pacotes? Por quê?
 - **b.** Suponha que seja usada uma rede de comutação de pacotes e que o único tráfego dessa rede venha de aplicações como a descrita anteriormente. Além disso, admita que a soma das velocidades de dados da aplicação seja menor do que as capacidades de cada um dos enlaces. Será necessário algum tipo de controle de congestionamento? Por quê?
- **3.** Considere a rede de comutação de circuitos da Figura 1.5. Lembre-se de que há *n* circuitos em cada enlace.
 - **a.** Qual é o número máximo de conexões simultâneas que podem estar em curso a qualquer instante nessa rede?
 - b. Suponha que todas as conexões sejam entre o comutador do canto superior esquerdo e o comutador do canto inferior direito. Qual é o número máximo de conexões simultâneas que podem estar em curso?
- **4.** Considere novamente a analogia do comboio de carros da Seção 1.6. Admita novamente uma velocidade de propagação de 100 km/h.

- Suponha que o comboio viaje 200 km, começando em frente a um dos postos de pedágio, passando por um segundo e terminando em um terceiro. Qual é o atraso fim-a-fim?
- Repita o item 'a' admitindo agora que haja sete carros no comboio em vez de dez.
- Considere o envio de um pacote de F bits por um caminho de Q enlaces. Cada enlace transmite a uma velocidade de R bps. A rede está levemente carregada, portanto não há atrasos de fila. O atraso de propagação é desprezível.
 - a. Suponha que a rede seja de comutação de pacotes por circuitos virtuais. Designe o tempo de estabelecimento de CVs em t_s segundos. Suponha que as camadas de envio agreguem um total de h bits de cabeçalho a cada pacote. Quanto tempo demoraria para enviar o arquivo da origem ao destino?
 - **b.** Suponha que a rede seja de datagramas por comutação de pacotes e que o serviço utilizado não orientado para conexão. Agora suponha que cada pacote tenha 2*h* bits de cabeçalho. Quanto tempo demora para enviar o pacote?
 - **c.** Finalmente, suponha que a rede seja de comutação de circuitos e que a velocidade de transmissão do circuito entre origem e destino seja R bps. Admitindo tempo de conexão t_s e h bits de cabeçalho anexados ao pacote, quanto tempo levará para enviar esse pacote?
- Este problema elementar começa a explorar atrasos de propagação e de transmissão, dois conceitos centrais em redes de computadores. Considere dois computadores, A e B, conectados por um único enlace de taxa R bps. Suponha que esses computadores estejam separados por m metros e que a velocidade de propagação ao longo do enlace seja de s metros/segundo. O computador A tem de enviar um pacote de L bits ao computador B.
 - a. Expresse o atraso de propagação, d_{prop} , em termos de m e s.
 - **b.** Determine o tempo de transmissão do pacote, d_{trans} , em termos de L e R.
 - c. Ignorando os atrasos de processamento e de fila, obtenha uma expressão para o atraso fim-a-fim.
 - **d.** Suponha que o computador A comece a transmitir o pacote no instante t = 0. No instante $t = d_{\text{trans}}$, onde estará o último bit do pacote?
 - e. Suponha que d_{prop} seja maior do que d_{trans} . Onde estará o primeiro bit do pacote no instante $t = d_{\text{trans}}$?
 - **f.** Suponha que d_{prop} seja menor do que d_{trans} . Onde estará o primeiro bit do pacote no instante $t = d_{\text{trans}}$?
 - **g.** Suponha s = 2,5 · 10⁸, L = 100 bits e R = 28 kbps. Encontre a distância m de forma que d_{prop} seja igual a d_{trans} .
- 7. Neste problema, consideramos o envio de voz do computador A para o computador B por meio de uma rede de comutação de pacotes (por exemplo, telefone por Internet). O computador A converte voz analógica para uma cadeia digital de bits de 64 kbps e, em seguida, agrupa os bits em pacotes de 48 bytes. Há apenas um enlace entre os computadores A e B; sua taxa de transmissão é de 1 Mbps e seu atraso de propagação, de 2 milissegundos. Assim que o computador A recolhe um pacote, ele o envia ao computador B. Quando recebe um pacote completo, o computador 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 computador A) e o momento em que ele é decodificado (como parte do sinal analógico no computador B)?
- 8. Suponha que usuários compartilhem um enlace de 1 Mbps e que cada usuário precise de 100 kbps para transmitir, mas que transmita apenas durante 10 por cento do tempo. (Veja a discussão comutação de pacotes versus comutação de circuitos na Seção 1.3.)
 - a. Quando é utilizada comutação de circuitos, quantos usuários podem ter suporte?

- **b.** Para o restante deste problema, suponha que seja utilizada comutação de pacotes. Determine a probabilidade de um dado usuário estar transmitindo.
- **c.** Suponha que haja 40 usuários. Determine a probabilidade de, a qualquer momento, *n* usuários transmitirem simultaneamente. (*Dica*: use a distribuição binomial.)
- d. Determine a probabilidade de haver 11 ou mais usuários transmitindo simultaneamente.
- **9.** Considere a discussão na Seção 1.3 sob o título 'Comutação de Pacotes *versus* Comutação de Circuitos', na qual é dado um exemplo com um enlace de 1 Mbps. Quando em atividade, os usuários estão gerando dados a uma taxa de 100 kpbs; mas a probabilidade de estarem em atividade, gerando dados, é de p = 0,1. Suponha que o enlace de 1 Mbps seja substituído por um enlace de 1 Gbps.
 - **a.** Qual é o número máximo de usuários, *N*, que pode ser suportado simultaneamente por comutação de pacotes?
 - **b.** Agora considere comutação de circuitos e um número *M* de usuários. Elabore uma fórmula (em termos de *p*, *M*, *N*) para a probabilidade de que mais de *N* usuários estejam enviando dados.
- **10.** Considere o atraso de fila em um buffer de roteador (antes de um enlace de saída). Suponha que todos os pacotes tenham *L* bits, que a taxa de transmissão seja de *R* bits e que *N* pacotes cheguem simultaneamente ao buffer a cada *LN/R* segundos. Determine o atraso de fila médio para um pacote. (*Dica*: o atraso de fila para o primeiro pacote é zero; para o segundo pacote, *L/R*; para o terceiro pacote, *2L/R*. O pacote de ordem *N* já terá sido transmitido quando o segundo lote de pacotes chegar.)
- **11.** Considere o atraso de fila em um buffer de roteador, sendo I a intensidade de tráfego; isto é, I = La/R. Suponha que o atraso de fila tome a forma de IL/R (1 I) para I < 1.
 - a. Deduza uma fórmula para o atraso total, isto é, para o atraso de fila mais o atraso de transmissão.
 - b. Faça um gráfico do atraso total como uma função de L/R.
- **12. a.** Generalize a fórmula para o atraso fim-a-fim dada na Seção 1.6 para taxas de processamento, atrasos de propagação e taxas de transmissão heterogêneos.
 - **b.** Repita o item 'a', mas suponha também que haja um atraso de fila médio de $d_{\rm fila}$ em cada nó.
- 13. Execute o programa Traceroute 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 ISPs pelas quais o pacote do Traceroute passa entre origem e destino. Roteadores com nomes semelhantes e/ou endereços IP semelhantes devem ser considerados como 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.
- **14.** Suponha que dois computadores, A e B, estejam separados a uma distância de 10 mil quilômetros e conectados por um enlace direto de R=1 Mbps. Suponha que a velocidade de propagação pelo enlace seja de $2.5 \cdot 10^8$ metros por segundo.
 - **a.** Calcule o produto largura de banda-atraso $R \cdot t_{\text{prop}}$.
 - **b.** Considere o envio de um arquivo de 400 mil bits do computador A para o computador B. Suponha que o arquivo seja enviado continuamente, como se fosse uma única grande mensagem. Qual é o número máximo de bits que estará no enlace a qualquer dado instante?
 - **c.** Interprete o produto largura de banda-atraso.

- d. Qual é o comprimento (em metros) de um bit no enlace? É maior do que a de um campo de futebol?
- **e.** Derive uma expressão geral para o comprimento de um bit em termos da velocidade de propagação *s*, da velocidade de transmissão *R* e do comprimento do enlace *m*.
- 15. Com referência ao problema 14, suponha que possamos modificar R. Para qual valor de R o comprimento de um bit será o mesmo que o comprimento do enlace?
- **16.** Considere o problema 14, mas agora com um enlace de R = 1 Gbps.
 - **a.** Calcule o produto largura de banda-atraso, $R \cdot t_{\text{prop.}}$
 - **b.** Considere o envio de um arquivo de 400 mil bits do computador A para o computador B. Suponha que o arquivo seja enviado continuamente, como se fosse uma única grande mensagem. Qual será o número máximo de bits que estará no enlace a qualquer dado instante?
 - c. Qual é o comprimento (em metros) de um bit no enlace?
- 17. Novamente com referência ao problema 14.
 - a. Quanto tempo demora para enviar o arquivo, admitindo que ele seja enviado continuamente?
 - **b.** Suponha agora que o arquivo seja fragmentado em dez pacotes e que cada pacote contenha 40 mil bits. Suponha que cada pacote seja verificado pelo receptor e que o tempo de transmissão de uma verificação de pacote seja desprezível. Finalmente, admita que o emissor não possa enviar um pacote até que o anterior tenha sido reconhecido. Quanto tempo demorará para enviar o arquivo?
 - c. Compare os resultados de 'a' e 'b'.
- 8. Suponha que haja um enlace de microondas de 10 Mbps entre um satélite geoestacionário e sua estação-base na Terra. A cada minuto o satélite tira uma foto digital e a envia à estação-base. Admita uma velocidade de propagação de 2.4 · 10⁸ metros por segundo.
 - a. Qual é o atraso de propagação do enlace?
 - **b.** Qual é o produto largura de banda-atraso, $R \cdot t_{\text{prop}}$?
 - **c.** Seja *x* o tamanho da foto. Qual é o valor mínimo de *x* para que o enlace de microondas transmita continuamente?
- **9.** Considere a analogia da viagem aérea que utilizamos em nossa discussão sobre camadas na Seção 1.7, e a adição de cabeçalhos a unidades de dados de protocolo enquanto passam por sua pilha. Existe uma noção equivalente de adição de informações de cabeçalho à movimentação de passageiros e suas malas pela pilha do protocolo da linha aérea?
- **0.** Em redes modernas de comutação de pacotes, a máquina de origem segmenta mensagens longas de camada de aplicação (por exemplo, uma imagem ou um arquivo de música) em pacotes menores e os envia pela rede. A máquina destinatária, então, monta novamente os pacotes restaurando a mensagem original. Denominamos esse processo segmentação de mensagem. A Figura 1.21 ilustra o transporte fima-fim de uma mensagem com e sem segmentação. Considere que uma mensagem de 7,5 · 10⁶ bits de comprimento tenha de ser enviada da origem ao destino na Figura 1.21. Suponha que a velocidade de cada enlace da figura seja 1,5 Mbps. Ignore atrasos de propagação, de fila e de processamento.
 - **a.** Considere o envio da mensagem da origem ao destino sem segmentação. Quanto tempo essa mensagem levará para ir da máquina de origem até o primeiro comutador de pacotes? Tendo em mente que cada comutador usa comutação de pacotes do tipo armazena-e-reenvia, qual é o tempo total para levar a mensagem da máquina de origem à máquina de destino?
 - **b.** Agora suponha que a mensagem seja segmentada em 5 mil pacotes, cada um com 1.500 bits de comprimento. Quanto tempo demorará para o primeiro pacote ir da máquina de origem até o primeiro comutador? Quando o primeiro pacote está sendo enviado do primeiro ao segundo comutador, o segundo pacote está sendo enviado da máquina de origem ao primeiro comutador. Em que instante o segundo pacote terá sido completamente recebido no primeiro comutador?

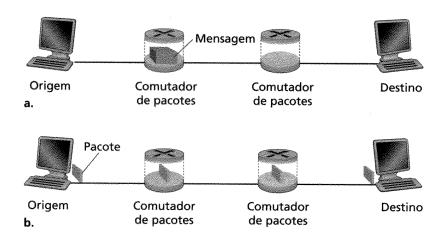


Figura 1.21 Transporte fim-a-fim de mensagem: a) sem segmentação de mensagem; (b) com segmentação de mensagem

- c. Quanto tempo demorará para movimentar o arquivo da máquina de origem até a máquina de destino quando é usada segmentação de mensagem? Compare este resultado com sua resposta na parte 'a' e comente.
- d. Discuta as desvantagens da segmentação de mensagem.
- **21.** Experimente o applet Java de segmentação de mensagem apresentado no site Web deste livro. Os atrasos no applet correspondem aos atrasos obtidos na pergunta anterior? Como os atrasos de propagação no enlace afetam o atraso total fim-a-fim na comutação de pacotes (com segmentação de mensagem) e na comutação de mensagens?
- **22.** Considere o envio de um arquivo grande de *F* bits do computador A para o computador B. Há dois enlaces (e um comutador) entre eles e os enlaces não estão congestionados (isto é, não há atrasos de fila). O computador A fragmenta o arquivo em segmentos de *S* bits cada e adiciona 40 bits de cabeçalho a cada segmento, formando pacotes de *L* = 40 + *S* bits. Cada enlace tem uma taxa de transmissão de *R* bps. Qual é o valor de *S* que minimiza o atraso para levar o arquivo de A para B? Desconsidere o atraso de propagação.

76

Questões dissertativas

- 1. Que tipos de serviços de telefone celular sem fio estão disponíveis em sua área?
- 2. Usando tecnologia de LAN sem fio 802.11, elabore o projeto de uma rede doméstica para sua casa ou para a casa de seus pais. Relacione os modelos de produtos específicos para essa rede doméstica juntamente com seus custos.
- **3.** O que é "PC para telefone"? Descubra alguns sites de empresas que estão no negócio de "PC para telefone".
- 4. O que é Short Message Service (SMS)? Esse serviço é popular em algum lugar do mundo? Caso seja, diga onde e qual seu grau de popularidade. É possível enviar uma mensagem SMS de um Web site para um telefone portátil?
- O que é recepção de áudio armazenado? Descreva alguns dos produtos existentes para a recepção de áudio em tempo real pela Internet. Descubra alguns sites de empresas que estão no negócio de recepção de áudio em tempo real pela Internet.
- **6.** O que é videoconferência pela Internet? Descreva alguns dos produtos existentes para esse tipo de videoconferência. Descubra alguns sites de empresas que estão nesse negócio.

- 7. Descubra cinco empresas que oferecem serviços de compartilhamento de arquivos P2P. Cite os tipos de arquivos (isto é, conteúdo) que cada empresa processa.
- **8.** O que é mensagem instantânea? Existem produtos que permitem acesso a um serviço de mensagem instantânea por meio de um equipamento de mão?
- **9.** Quem inventou o ICQ, o primeiro serviço de mensagem instantânea? Quando foi inventado e que idade tinham seus inventores? Quem inventou o Napster? Quando foi inventado e que idade tinham seus inventores?
- 10. Quais são as semelhanças e diferenças entre as tecnologias Wi-Fi e 3G de acesso sem fio à Internet? Quais são as taxas de bits dos dois serviços? Quais são os custos? Discuta roaming e acesso de qualquer lugar.
- 11. Por que o Napster deixou de existir? O que é a RIAA e que providências está tomando para limitar o compartilhamento de arquivos P2P de conteúdo protegido por direitos autorais? Qual é a diferença entre violação de direitos autorais direta e indireta?
- 12. Você acha que daqui a dez anos redes de computadores ainda compartilharão amplamente arquivos protegidos por direitos autorais? Por que sim ou por que não? Justifique.



"Conte-me e eu esquecerei. Mostre-me e eu lembrarei. Envolva-me e eu entenderei."

Provérbio chinês

A compreensão de protocolos de rede pode ser muito mais profunda se os virmos em ação e interagirmos com eles — observando a sequência de mensagens trocadas entre duas entidades de protocolo, pesquisando detalhes de sua operação, fazendo com que eles executem determinadas ações e observando essas ações e suas consequências. Isso pode ser feito em cenários simulados ou em um ambiente real de rede, tal como a Internet. Os applets Java apresentados (em inglês) no site deste livro adotam a primeira abordagem. Nos Ethereal labs adotaremos a última. Você executará aplicações de rede em vários cenários utilizando seu computador no escritório, em casa ou em um laboratório e observará também os protocolos de rede interagindo e trocando mensagens com entidades de protocolo que estão executando em outros lugares da Internet. Assim, você e seu computador serão partes integrantes desses laboratórios ao vivo e você observará — e aprenderá — fazendo.

A ferramenta básica para observar as mensagens trocadas entre entidades de protocolos em execução é denominada analisador de pacotes. Como o nome sugere, um analisador de pacotes recebe passivamente mensagens enviadas e recebidas por seu computador; também exibe o conteúdo dos vários campos de protocolo das mensagens que captura. Uma tela do analisador de pacotes Ethereal é mostrada na Figura 1.22. O Ethereal é um analisador de pacotes gratuito que funciona em computadores com sistemas operacionais Windows, Linux/Unix e Mac. Nos capítulos 1 a 5 você encontrará Ethereal labs que o habilitarão a explorar vários dos protocolos estudados em cada capítulo. Neste primeiro Ethereal lab, você obterá e instalará uma cópia do programa, acessará um Web site e examinará as mensagens de protocolo trocadas entre seu browser e o servidor Web.

Você encontrará detalhes completos, em inglês, sobre este primeiro Ethereal Lab (incluindo instruções sobre como obter e instalar o programa) no site www.aw.com/kurose_br.