

Fundamentos de Sistemas de Computação

Gabarito Estudo Dirigido (parte 2)

Prof. Silvana Rossetto (IC/UFRJ)

¹2 de dezembro 2023

(1) O que é um sistema de computação (unitário)?

Um sistema de computação combina hardware e software básico que operam em conjunto para possibilitar a execução de aplicações computacionais. Em termos de recursos de hardware, possuem: unidade de processamento, memórias, dispositivos de entrada e saída e barramentos. Exemplos incluem: notebooks, desktops, celulares, dispositivos embarcados (cada um com seus subsistemas de software básico).

(2) O que é um sistema de computação distribuído e qual é a sua finalidade?

Em termos gerais, trata-se da combinação de sistemas de computação unitários interligados por uma infraestrutura de comunicação. Sua finalidade é permitir a execução de uma tarefa ou aplicação computacional que depende da participação e cooperação dos sistemas de computação unitários. Exemplos incluem: clusters (conglomerados) de computadores, computadores conectados na Internet, espaço físico instrumentado por sensores e atuadores.

(3) Quais são os três tipos principais sistemas distribuídos?

- 1. Sistemas de informação distribuídos (quem provê e quem acessa a informação estão geograficamente separados).*
- 2. Sistemas de computação distribuída (compartilham recursos computacionais para a realização de tarefas, reduzindo o custo ou o tempo total de execução).*
- 3. Sistemas distribuídos para computação pervasiva (permitem a interação e cooperação entre dispositivos computacionais diversos, incluindo aqueles cuja localização pode variar ao longo do tempo).*

(4) Quais são as três motivações principais para a construção de sistemas de computação distribuídos?

- 1. Compartilhar recursos computacionais, como capacidade de processamento e armazenamento (exemplo, aplicações de alto desempenho que fazem simulações computacionais ou previsão meteorológica).*
- 2. Permitir a gerência de recursos (como bases de dados) por atores especiais e a disponibilização de acesso a esses recursos para usuários remotos (exemplo, aplicações WEB em geral).*
- 3. Integrar sistemas de computação de natureza particular, como dispositivos embutidos, dispositivos móveis, sensores e atuadores (exemplo, sistemas de controle industriais, espaços inteligentes, sistemas de controle de aeronaves).*

(5) Em qual período as redes de computadores começaram a ser desenvolvidas e sobre qual infraestrutura ela se apoiou originalmente?

Nas décadas de 1960 e 1970, inicialmente com soluções proprietárias (empresas como IBM que construíam arquiteturas de comunicação toda baseada em equipamentos comercializados pela própria empresa). As redes de computadores tornam-se acessíveis apoiando-se na infraestrutura de cabeamento da telefonia analógica.

(6) Quais modelos de organização da comunicação em rede surgem contrapondo-se às soluções proprietárias?

Dois modelos de organização se destacaram: o modelo OSI e o modelo da Internet. O modelo OSI propõe a organização da comunicação em 7 camadas. O modelo da Internet simplifica essa organização, considerando a demanda mais prática e direta de interconectar as redes que já existiam, chegando ao modelo que temos hoje na Internet pública de 5 camadas.

(7) O que é a Internet hoje? Qual é a sua finalidade?

A Internet é uma “rede de redes de computadores”. É uma infraestrutura de comunicação que possibilita a construção de sistemas de computação distribuídos em escala global. Provê serviços de entrega de dados confiável e com o melhor esforço (não confiável) para as aplicações distribuídas que executam nesses sistemas.

(8) Como a Internet está estruturada? Quais são seus elementos/componentes principais?

A Internet é estruturada em termos de: sistemas finais (ou hospedeiros) onde as aplicações executam (desktops, notebooks, dispositivos ubíquos, etc.); redes de acesso e enlaces físicos com ou sem fio; e roteadores interconectados (interconectam as redes de acesso).

(9) Como as tecnologias de acesso à rede Internet evoluíram ao longo dos anos? Trace um panorama dessa evolução.

Inicialmente o acesso à Internet se dava por meio de modems discados (usando diretamente a infraestrutura de telefonia). Depois veio a tecnologia DSL (Digital Subscriber Line) que permitiu multiplexar o enlace telefônico dividindo-o em: canal de telefonia tradicional (0-4 KHz); canal de dados upstream (4-50 KHz); e canal de dados downstream (50 KHz-1 MHz). Posteriormente difundiu-se o uso da infraestrutura de TV a cabo (combinando acesso via fibra ótica e cabo coaxial).

(10) As tecnologias de comunicação já alcançaram seus limites? Há ainda questões/problemas em aberto?

Não, é possível concluir que ainda há espaço de melhorias em termos de infraestrutura física e de protocolos de comunicação. Há várias questões em aberto ou em desenvolvimento: implantação das tecnologias de 5ª geração da comunicação sem

fio e desenvolvimento das tecnologias para a 6a geração; tecnologias e aplicações de Internet das Coisas (Internet em qualquer dispositivo); requisitos de segurança de dados, mudanças de paradigmas (como redes orientadas a conteúdo), etc..

(11) O que é a **largura de banda** de um meio de transmissão?

O conjunto de frequências transmitidas sem atenuação forte.

Em todos os meios de transmissão de sinais há perda de energia do sinal ao longo do meio. Normalmente as amplitudes são transmitidas sem alteração de 0 a alguma frequência 'f' com todas as frequências acima desse limiar sofrendo atenuações significativas.

(12) Quais são as três principais deficiências dos meios de transmissão guiados? Descreva cada uma delas.

1. **Atenuação e distorção de atenuação.** *Quando um sinal eletromagnético é transmitido, ele se torna gradualmente mais fraco em distâncias maiores, introduzindo três problemas: o sinal recebido precisa ter força suficiente para que o receptor seja capaz de detectá-lo, o sinal precisa manter um nível suficientemente mais alto que o ruído para ser recebido sem erro, a atenuação é maior em frequências mais altas, o que causa distorção do sinal.*
2. **Distorção de retardo.** *Causada pelo fato da velocidade de propagação do sinal variar de acordo com a frequência. Vários componentes do sinal chegarão no destino em momentos diferentes.*
3. **Ruído.** *Sinais indesejados adicionados ao sinal transmitido, podem ser de diferentes tipos: **térmico** (resultado do movimento dos elétrons, distribuí uniformemente no espectro, não pode ser eliminado); **intermodulação** (resultado da soma ou diferença das frequências de vários sinais que compartilham o meio); **linha cruzada** (resultado da combinação elétrica entre cabos próximos); **impulso** (resultado de distúrbios eletromagnéticos, por exemplo, relâmpagos, falhas no sistema).*

(13) Qual das deficiências citadas acima pode ser tratada com o uso de repetidores ou amplificadores?

Atenuação. Amplificadores são usados para o caso de sinais analógicos e repetidores são usados para o caso de sinais digitais. Os amplificadores aumentam a força do sinal e os repetidores recuperam os dados e geram um novo sinal.

(14) O que diz o **teorema de Nyquist** e como ele se aplica nos sistemas de comunicação de dados?

Nyquist provou que se você tem uma função cujo espectro de Fourier não contém frequência seno ou cosseno acima de 'f', então, tomando amostras dessa função a uma frequência de '2f' é possível capturar toda a informação contida. Então, desconsiderando

o ruído, um canal com largura de banda H , pode transmitir $2H$ amostras independentes por segundo.

(15) Os serviços de comunicação hoje conhecidos como “banda larga” diferenciam-se do padrão da indústria de telefonia por usar uma largura de banda maior. Sabemos que a faixa de frequência dos canais telefônicos eram de 4000Hz (compreende a faixa de frequência da voz humana, entre 300Hz e 3400Hz), e que em cada amostra enviada (sequência de 8 bits) a telefonia usava um bit para controle. Explique por que os canais da telefonia eram limitados em uma taxa de dados de 56Kbps para o usuário?

*De acordo com o teorema de Nyquist, o número máximo de amostras independentes por segundo nessa faixa é de 8000 (taxa = $2H$). O número de bits por amostra é de 8 (um deles usado para controle), então a taxa de transmissão de dados efetiva para o usuário é de $8000 * 7 = 56000\text{bps}$.*

(16) Considerando o ruído térmico de um meio de transmissão com largura de banda H , Shannon demonstrou que o limite da velocidade de transmissão desse meio é: $H \log_2 (1 + S/N)$ bits por segundo, sendo S a potência do sinal e N a potência do ruído. Por que o ruído limita a velocidade de transmissão?

A presença de ruído pode danificar um ou mais bits, se a velocidade aumentar, os bits se tornam “mais curtos” (mais próximos no tempo um do outro), de modo que mais bits são afetados por determinado padrão de ruído

(17) O que é a **borda** e o que é **núcleo** da rede Internet?

A borda da rede é formada pelos sistemas finais. O núcleo da rede é formado pelos roteadores que interconectam as subredes. As redes de acesso e os meios físicos conectam a borda e o núcleo.

(18) Quais são as duas formas de encaminhar pacotes de dados no núcleo da rede, suas vantagens e desvantagens?

- 1. Comutação de circuitos: aloca previamente a utilização dos enlaces, garantindo uma taxa de transmissão constante. Nos períodos de ausência de dados, os circuitos ficam ociosos.*
- 2. Comutação de pacotes: aloca enlaces por demanda (multiplexação estatística), evitando a ociosidade dos recursos. Pode gerar filas nos enlaces de saídas dos roteadores, não garantindo taxa de transmissão constante fim-a-fim.*

(19) De quais formas um mesmo enlace de comunicação pode ser compartilhado por vários fluxos de dados independentes?

Há duas formas básicas de multiplexação de canais de dados:

- 1. na frequência (FDM): alocação fixa de subcanais no domínio da frequência (faixa de frequência reservada durante todo o tempo).*
- 2. no tempo (TDM): alocação de uma janela do tempo para cada subcanal (pode usar toda a banda de frequência no instante devido).*

(20) Em uma rede de comutação por pacotes, quais são os tipos de atrasos que um pacote de dados enviado do sistema A para o sistema B pode sofrer?

Em cada roteador pelo qual o pacote deverá passar, ele sofrerá os seguintes atrasos:

1. *atraso de processamento nodal: verificar erros e decidir para qual enlace de saída o pacote deve ser enviado;*
2. *atraso de fila: esperar até ser o primeiro pacote da fila do enlace de saída (depende da intensidade e natureza do tráfego que está chegando na fila);*
3. *atraso de transmissão: sinalizar/colocar todos os bits do pacote no enlace (depende do tamanho do pacote e da taxa de transmissão do enlace);*
4. *atraso de propagação: propagar um bit do início ao fim do enlace (depende da velocidade de propagação do meio e da distância do enlace).*

(21) Por que o software das redes de computadores é **modelado em camadas**?

*Para reduzir complexidade de implementação e facilitar a manutenção do código. Cada camada oferece **serviços/funcionalidades** bem definidos para as camadas mais altas, com uma **interface** de acesso, escondendo os detalhes de como os serviços são implementados.*

(22) Por que se diz que a Internet é uma pilha de protocolos de comunicação?

*Porque a implementação de todos os serviços de comunicação que encontramos na Internet é feita em um **modelo de camadas** e para cada camada é definido um **protocolo**: um acordo entre as partes (de um par de sistemas de computação) sobre como a comunicação/interação deve ocorrer.*

(23) Por que devemos nos preocupar com a segurança da informação quando fazemos uso de aplicações em rede ou distribuídas?

Por que a Internet (infraestrutura de comunicação que viabiliza as aplicações em rede) não foi projetada originalmente para lidar com ataques de segurança. Esses ataques são gerados por pessoas mal intencionadas que exploram as fragilidades das arquiteturas de comunicação. Hoje várias ferramentas e protocolos de segurança foram anexados/incorporados aos softwares que executam nas camadas da rede, mas ainda assim é possível que novos ataques ocorram.

(24) Quais são as formas de *malware* mais conhecidos?

- *Cavalo de troia: código malicioso inserido de forma oculta dentro de outro software (ex., plugins).*
- *Virus: um objeto é infectado e endereçado ao usuário alvo que o executa em sua máquina (ex., arquivo anexado em email).*
- *Worm: um objeto infectado é recebido passivamente e se auto executa (ex., aplicação de rede frágil)*

(25) O que é um ataque de negação de serviço? De que formas é normalmente executado?

Trata-se de um ataque a um recurso ou serviço visando deixá-lo inoperante ou incapaz de atender as demandas de usuários legítimos. Aparecem de três formas:

- 1. Ataque de vulnerabilidade: envio de mensagens corretas a uma aplicação vulnerável.*
- 2. Inundação da largura de banda: envio de grande número de pacotes ao sistema alvo, sobrecarregando o enlace de acesso.*
- 3. Inundação da conexão: estabelecimento de grande número de conexões TCP falsas que faz o sistema alvo parar de aceitar conexões válidas.*

(26) Quais são as propriedades de uma comunicação segura?

- 1. Confidencialidade: o conteúdo de uma comunicação só deve ser legível para os comunicantes (uso de criptografia).*
- 2. Autenticação: deve ser possível confirmar as identidades dos remetentes e destinatários da comunicação (não receber dados de fontes falsas).*
- 3. Integridade: o conteúdo dos dados não deve ser alterado (alteração de pacotes, inserção de pacotes, remoção de pacotes).*
- 4. Segurança operacional: garantia de não comprometimento das redes das organizações.*

(27) Considerando as informações que acessamos hoje nas mais diversas aplicações distribuídas que rodam sobre a Internet ou que recebemos em aplicativos móveis e outros, embora possam ter as propriedades de comunicação segura garantidas no nível de protocolos de rede, são de fato seguras?

Essa uma reflexão importante e deve sempre permear as discussões sobre como nos comunicamos. Hoje, há diversas ferramentas que permitem gerar informações falsas ou distorcer informações verdadeiras, tirando-as de contexto (ausência de integridade), atribuir informações a fontes não verdadeiras (ausência de autenticação) e difusão em larga escala de dados ou de comunicações particulares (ausência de confidencialidade). Há novos desafios postos para o desenvolvimento de soluções alternativas que abordem essas questões.

1. Referências bibliográficas

1. J. Kurose and K. Ross, *Redes de Computadores e a Internet – uma abordagem top-down*, Prentice-Hall, 3ª ed., 2005
2. M. van Steen and A.S. Tanenbaum, *Distributed Systems*, 3rd ed., 2017 (Cap 1)