

Camadas de Protocolos

Redes são complexas

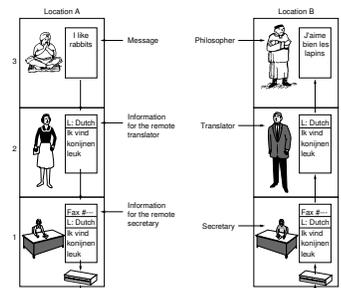
- muitos componentes:
 - hospedeiros
 - roteadores
 - enlaces de vários tipos
 - aplicações
 - protocolos
 - *hardware, software*

Questão:

É possível *organizar* a arquitetura de uma rede?

Ou pelo menos nossa discussão sobre redes?

Camadas de Protocolos



A arquitetura filósofo-tradutor-secretária.

TANENBAUM, A. S., Computer Networks, 4rd. Ed., Prentice-Hall, 2003.

Porque camadas?

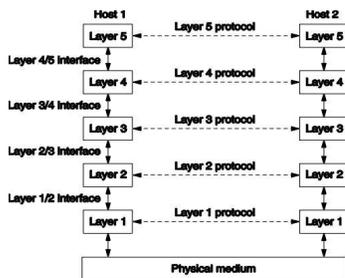
Lidando com sistemas complexos:

- estrutura explícita permite a identificação e o relacionamento das partes de um sistema complexo
 - **modelo de referencia** em camadas permite a discussão da arquitetura
- modularização facilita a manutenção, atualização do sistema
 - as mudanças na implementação de uma camada são transparentes para o resto do sistema
- problemas?

Hierarquias de protocolos

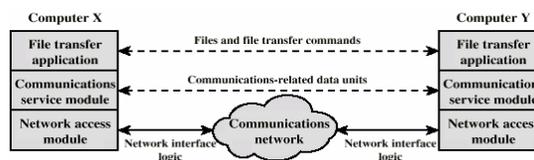
- Redes são estruturadas em camadas ou níveis
- Uma camada oferece serviços à camada superior
- A camada n de uma máquina estabelece um diálogo com a camada n de outra máquina.
 - as regras e convenções usadas no diálogo são conhecidas como o protocolo do nível n .
 - as entidades que constituem os níveis correspondentes em máquinas diferentes são denominadas pares.
 - entidades pares comunicam-se usando um protocolo.
- Arquitetura de rede: conjunto de camadas e protocolos

Camadas, protocolos e interfaces



TANENBAUM, A. S., Computer Networks, 4rd. Ed., Prentice-Hall, 2003.

Exemplo de Sistema em Camadas

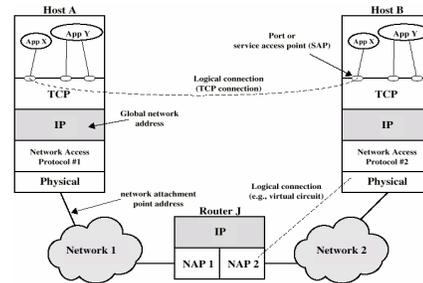


STALLINGS, W. Data and Computer Communications, 7th ed. Prentice-Hall, 2003

Aspectos de Projeto das Camadas

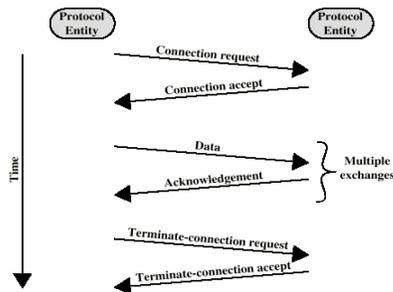
- Endereçamento de destinatários
- Regras para transferência de dados
 - comunicação *simplex*, *half-duplex* e *full-duplex*;
 - número de canais lógicos por conexão e prioridades
- Controle de erros
- Seqüenciamento de mensagens.
- Controle de fluxo
- Mensagens muito longas ou muito curtas.
- Multiplexação e demultiplexação.
- Roteamento de mensagens/pacotes.

Endereçamento na Internet



STALLINGS, W. Data and Computer Communications, 7th ed. Prentice-Hall, 2003

Serviços Orientados a Conexão



STALLINGS, W. Data and Computer Communications, 7th ed. Prentice-Hall, 2003

Serviços Orientados a Conexão

- Modelo do sistema telefônico
- Para usar um serviço o usuário (entidade)
 - (1) estabelece uma conexão,
 - (2) usa a conexão e
 - (3) libera a conexão.
- A conexão funciona como um tubo: O emissor coloca os objetos (bits) num extremo e o receptor retira-os no outro extremo, na mesma ordem.

Serviços sem conexão

- Modelo do sistema postal;
- Cada mensagem carrega o endereço de destino;
- Cada mensagem é roteada independentemente das outras (podem chegar fora de ordem);

Qualidade de Serviço (QoS)

- Serviços confiáveis (*reliable*)
- Serviços não confiáveis.
- Parâmetros de QoS:
 - atraso fim-a-fim,
 - variação do atraso (*jitter*),
 - vazão (*throughput*),
 - etc.

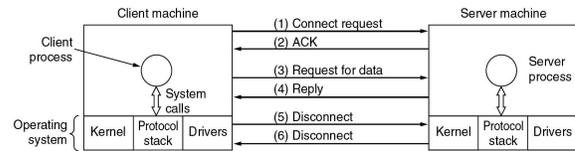
Primitivas de Serviço

Primitive	Meaning
LISTEN	Block waiting for an incoming connection
CONNECT	Establish a connection with a waiting peer
RECEIVE	Block waiting for an incoming message
SEND	Send a message to the peer
DISCONNECT	Terminate a connection

Cinco primitivas de serviço para implementar um serviço orientado a conexão

TANENBAUM, A. S., Computer Networks, 4rd. Ed., Prentice-Hall, 2003.

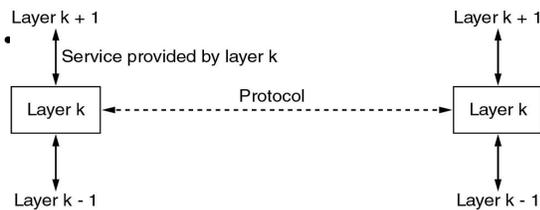
... Primitivas de Serviço



- Pacotes enviados uma interação cliente-servidor simples, numa rede orientada a conexão

TANENBAUM, A. S., Computer Networks, 4rd. Ed., Prentice-Hall, 2003.

Relação entre serviço e protocolo

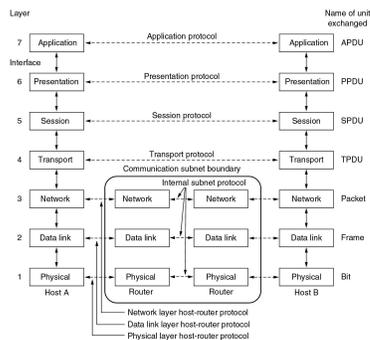


TANENBAUM, A. S., Computer Networks, 4rd. Ed., Prentice-Hall, 2003.

A Relação entre Serviços e Protocolos

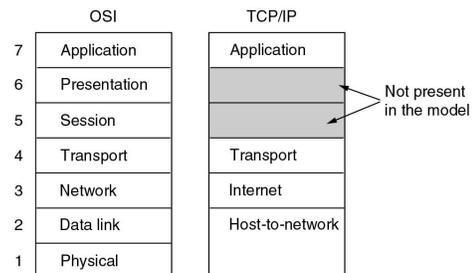
- Um serviço é um conjunto de primitivas (operações) que um nível (camada) fornece ao nível acima dele.
 - Um serviço não especifica como as operações são implementadas.
- Um protocolo é um conjunto de regras governando o formato e o significado dos quadros, pacotes ou mensagens trocados por entidades pares de uma camada.
- Entidades usam protocolos a fim de implementar as suas definições de serviços.
 - Entidades podem mudar seus protocolos à vontade, desde que não mudem os serviços oferecidos.

Modelo de Referência OSI/ISO



TANENBAUM, A. S., Computer Networks, 4rd. Ed., Prentice-Hall, 2003.

O "Modelo de Referência" TCP/IP



TANENBAUM, A. S., Computer Networks, 4rd. Ed., Prentice-Hall, 2003.

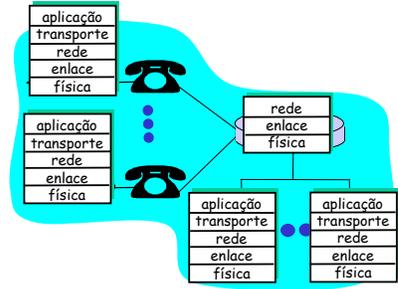
Pilha de protocolos da Internet

- **aplicação:** suporta as aplicações de rede
 - ftp, smtp, http
- **transporte:** transferência de dados hospedeiro-hospedeiro
 - tcp, udp
- **rede:** roteamento de datagramas da origem ao destino
 - ip, protocolos de roteamento
- **enlace:** transferência de dados entre elementos vizinhos da rede
 - ppp, ethernet
- **física:** bits "nos fios dos canais"



Divisão em camadas: comunicação lógica

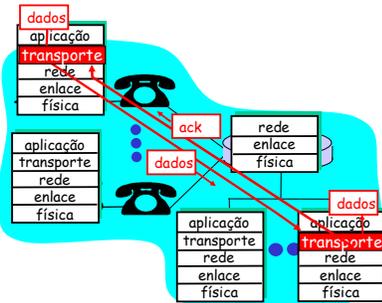
- Cada camada:
- distribuída
 - "entidades" implementam as funções da camada em cada nó
 - entidades realizam ações, trocam mensagens com os pares



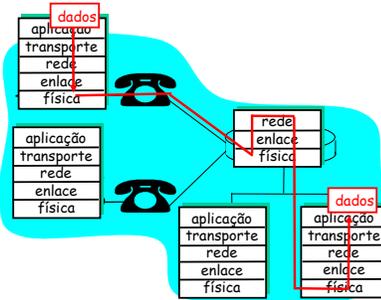
Divisão em camadas: comunicação lógica

Ex.: transporte

- apanha dados da aplicação
- acrescenta endereço e informação de verificação de erros para montar um "datagrama"
- envia o datagrama ao par
- espera pelo reconhecimento do par
- analogia: correio



Divisão em camadas: comunicação física

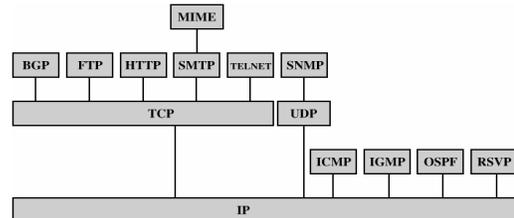


Camadas de Protocolos e dados

- Cada camada recebe dados de cima
 - acrescenta um cabeçalho de informação para criar uma nova unidade de dados
 - passa a nova unidade de dados para a camada abaixo



Alguns Protocolos da Arquitetura TCP/IP

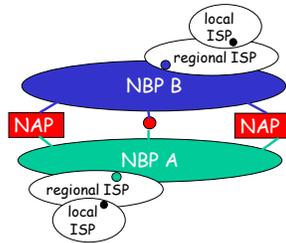


BGP = Border Gateway Protocol
 FTP = File Transfer Protocol
 HTTP = Hypertext Transfer Protocol
 ICMP = Internet Control Message Protocol
 IGMP = Internet Group Management Protocol
 IP = Internet Protocol
 MIME = Multi-Purpose Internet Mail Extension
 OSPF = Open Shortest Path First
 RSVP = Resource Reservation Protocol
 SMTP = Simple Mail Transfer Protocol
 SNMP = Simple Network Management Protocol
 TCP = Transmission Control Protocol
 UDP = User Datagram Protocol

STALLINGS, W. Data and Computer Communications, 7th ed. Prentice-Hall, 2003

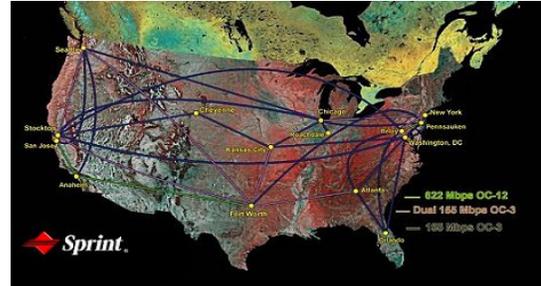
Estrutura da Internet: rede de redes

- grosseiramente hierárquica
- provedores de *backbones* nacionais e internacionais (NBPs)
 - interconectam-se (peer) entre si privadamente, ou em um *Network Access Point* (NAPs) público
- ISPs regionais
 - conectam-se aos NBPs
- ISPs locais
 - conectam-se nos ISPs regionais



Provedor de Backbone Nacional

ex. Sprint US backbone network



Comparação dos MR OSI e TCP/IP

- os protocolos estão melhor encapsulados no OSI que no TCP/IP
- O OSI/RM foi concebido antes dos protocolos
 - tornou-o bastante geral
 - não era evidente que funcionalidade colocar em cada camada
- TCP/IP: os protocolos vieram antes do modelo
 - os protocolos aderem perfeitamente ao modelo;
 - o modelo não casa com outras pilhas de protocolos
 - não é muito útil para descrever redes que não usam o TCP/IP.

Crítica ao Modelo e Protocolos OSI

- No final da década de 80 acreditava-se que o modelo OSI e seus protocolos iriam se impor. Isto não ocorreu. Motivos:
 - Momento inadequado
 - Tecnologia inadequada
 - Implementações deficientes

Crítica ao Modelo TCP/IP

- Não distingue claramente os conceitos de serviço, interface e protocolo
- Não é um modelo geral: pouco adequado para qualquer outra pilha de protocolos
- A camada hospedeiro-rede, não é de fato uma camada, ela é na verdade uma interface
- Não distingue (ou mesmo menciona) as camadas física e de enlace de dados

Modelo Híbrido

5	Application layer
4	Transport layer
3	Network layer
2	Data link layer
1	Physical layer

Padrões

- Vantagens
 - Garantem um grande mercado para equipamentos e *software*
 - Permitem que produtos de diferentes vendedores se comuniquem
- Desvantagens
 - “Congelam” a tecnologia
 - Pode haver vários padrões para a mesma coisa, duplicação de funções em camadas

Organizações de Padronização

- *Internet Society* (IETF, ..)
- IEEE
- W3C
- ISO
- ITU-T (antiga CCITT)
- Fórum ATM
- ...

Exemplos de Redes

- A Internet
- Redes orientadas a conexão:
X.25, Frame Relay, ATM
- Ethernet
- LANs sem fio : 802:11

História da Internet

1961-1972: primeiros princípios da comutação de pacotes

- 1961: Kleinrock - teoria das filas mostra a efetividade da comutação de pacotes
- 1964: Baran - comutação de pacotes em redes militares
- 1967: ARPAnet concebida pela Advanced Research Projects Agency
- 1969: primeiro nó da ARPAnet operacional
- 1972:
 - ARPAnet é demonstrada publicamente
 - NCP (Network Control Protocol) primeiro protocolo *host-host*
 - primeiro programa de *e-mail*
 - ARPAnet cresce para 15 nós

História da Internet

1972-1980: Inter-redes, e redes proprietárias

- 1970: ALOHAnet rede via satélite no Hawaii
- 1973: tese de PhD de Metcalfe propõe a rede Ethernet
- 1974: Cerf and Kahn - arquitetura para interconexão de redes
- final dos anos 70: arquiteturas proprietárias: DECnet, SNA, XNA
- final dos anos 70: comutação com pacotes de tamanho fixo (precursores do ATM)
- 1979: ARPAnet cresce para 200 nós

Cerf and Kahn's princípios de interconexão de redes:

- minimalismo, autonomia - não se exigem mudanças internas para interconexão de redes
- modelo de serviço: melhor esforço
- roteadores sem estado
- controle descentralizado

define a arquitetura da Internet de hoje

História da Internet

1980-1990: novos protocolos, proliferação de redes

- 1983: desenvolvimento do TCP/IP
- 1982: smtp é definido
- 1983: DNS definido para tradução de nomes em endereços IP
- 1985: ftp é definido
- 1988: Controle de congestionamento do TCP
- novas redes nacionais: Csnet, BITnet, NSFnet, Minitel
- 100.000 hospedeiros conectados à confederação de redes

História da Internet

anos 90: explosão da Internet e a WWW

- **Início dos anos 90:** ARPAnet desativada
 - **1991:** NSF retira restrições sobre o uso comercial da NSFnet (desativada em 1995)
 - **Início dos anos 90:** WWW
 - hypertext [Bush 1945, Nelson 1960's]
 - HTML, http: Berners-Lee
 - 1994: Mosaic, depois Netscape
- **Final dos anos 90:**
 - est. 50 milhões de computadores na Internet
 - est. 100 milhões de usuários
 - enlaces de *backbone* operando a 1 Gbits/s
 - Comercialização da web
 - Novas aplicações

Introdução: Sumário

Cobriu uma "tonelada" de material!

- Visão geral da Internet
- o que é um protocolo?
- borda da rede, núcleo, rede de acesso
 - comutação de pacotes versus comutação de circuitos
- performance: perda, atraso
- camadas e modelos de serviços
- *backbones*, NAsPs, ISPs
- história

Você agora tem:

- contexto, visão geral, sentimento das redes
- mais profundidade e detalhes virão mais tarde no curso

Bibliografia

- KUROSE, J. F.; ROSS, K. W.; Redes de Computadores e a Internet. Tradução da 1ª. ed. em inglês. Pearson Education, 2003.
- TANENBAUM, A. S., Computer Networks, 4rd. Ed., Prentice-Hall, 2003.
- STALLINGS, W. Data and Computer Communications. 7th ed. Prentice-Hall, 2003
- Peterson, L. L. & Davie, B. S. Computer Networks: a systems approach. 2nd. ed. Morgan Kaufmann, 2000.