

# Aula 1 - Introdução a Disciplina e Conceitos Básicos

Diego Passos

Universidade Federal Fluminense

Redes de Computadores I

Material adaptado a partir dos slides  
originais de J.F Kurose and K.W. Ross.

# Estrutura da Disciplina

# Informações Gerais

## Salas e Horários

- Segundas, 20:00 às 22:00, sala 319.
- Quartas, 20:00 às 22:00, sala 319.

## Contato

- `dpassos@ic.uff.br`
- <http://www.midiacom.uff.br/~diego/>
- <http://www.ic.uff.br/~dpassos/>
- [https://sites.google.com/site/diegogpassos/disciplinas/redesisi\\_2017\\_1](https://sites.google.com/site/diegogpassos/disciplinas/redesisi_2017_1)
  - Calendário.
  - Material didático.
  - Informações.
  - Avisos.

# Objetivos da Disciplina

- Entender os princípios de funcionamento, componentes da Internet.
  - Hosts, comutadores, datagramas, protocolos...
- Estudar o modelo TCP/IP e suas camadas:
  - Camada de Aplicação.
  - Camada de Transporte.
  - Camada de Rede.

# Conteúdo Programático (E Provas)

**P<sub>1</sub>**

- Introdução à Internet.
  - Conceitos Básicos.
  - Arquitetura.
  - Medidas de desempenho.
  - Modelos ISO/OSI e TCP/IP.
- Camada de Aplicação.
  - Serviços.
  - Arquiteturas.
  - Protocolos notáveis.
  - DNS.
  - P2P.
  - Programação com Sockets.

**P<sub>2</sub>**

- Camada de Transporte.
  - Serviços.
  - Multiplexação.
  - Modelos de serviço.
  - UDP.
  - Transmissão confiável de dados.
  - Controle de congestionamento.
  - TCP.

**P<sub>3</sub>**

- Camada de Rede.
  - Conceitos básicos.
  - Circuitos virtuais.
  - Datagramas.
  - Roteadores.
  - IP e outros protocolos.
  - NAT.
  - Protocolos de roteamento.
  - Roteamento multicast.

# Bibliografia e Material de Apoio

## Bibliografia Básica

- Kurose & Ross, *Redes de Computadores e a Internet*, Editora Addison-Wesley, 5a. edição, 2005 (Capítulos 1-4).

## Bibliografia Adicional

- Tanenbaum, *Computer Networks*, Editora Pearson, 5a. edição, 2010.
- S. Keshav, *An Engineering Approach to Computer Networking*, Editora Addison-Wesley Professional, 1a. edição, 1997.

## Outras Referências

- Slides, listas de exercícios, links na página do curso.

# Alguns Detalhes Sobre os Slides

- Fortemente baseados nos slides do livro-texto.
  - Originais disponíveis em: <http://www-net.cs.umass.edu/kurose-ross-ppt-6e/>
  - Alguns slides removidos, outros adicionados, outros modificados.
- Disponibilizados na página do curso em HTML5/Javascript.
  - Permite alguns elementos multimídia, interativos.
  - PDF disponibilizado em caso de problemas de compatibilidade.

# Critério de Avaliação

## Três Provas

$$M_p = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

- Reposição: **Apenas** para alunos que **faltaram a uma das provas**.
  - **Todo o conteúdo.**

## Um trabalho em grupo (de até 4 alunos)

- Tema ainda será definido.
- Especificação detalhada precisa a ser liberada na página da disciplina.

## Média Final

$$M_f = 0,8 \cdot M_p + 0,2 \cdot T$$



# Calendário (Sujeito a Alterações)

Data	Assunto
20/03	Introdução à disciplina. Nomenclaturas, definições, enlaces.
22/03	Internet: arquitetura e filosofias de projeto.
27/03	Comutação de pacotes, multiplexação, enfileiramento.
29/03	Medidas de desempenho, modelos em camadas, histórico.
03/04	Camada de aplicação: princípios, serviços, HTTP (I).
05/04	HTTP (II), Cookies, Web Caches, FTP, E-mail.
10/04	DNS, Peer-to-peer.
12/04	Programação com sockets.
17/04	Camada de transporte: conceitos, modelos de serviço, UDP.
19/04	Princípios de transferência confiável de dados.
24/04	P1 (Conceitos Básicos, Camada de Aplicação)
26/04	Protocolos confiáveis com pipeline, introdução ao TCP.
01/05	Feriado (Dia do Trabalho)
03/05	TCP: transferência confiável, controle de fluxo, gerenciamento.
08/05	TCP: controle de congestionamento.
10/05	Camada de rede: conceitos básicos. Circuitos virtuais vs. redes de datagramas.
15/05	Roteadores: arquitetura, buffers, políticas de enfileiramento.
17/05	Protocolos IP e DHCP.

Data	Assunto
22/05	P2 (Camada de Transporte)
24/05	NAT, ICMP e IPv6.
29/05	Protocolos de roteamento: introdução e classificação. Estado de enlaces.
31/05	Vetor de distância. Roteamento hierárquico.
05/06	Roteamento intra-AS vs. inter-AS. RIP, OSPF, BGP.
07/06	RIP, OSPF, BGP: Aula Prática.
12/06	Roteamento Broadcast e Multicast.
14/06	Aula de Dúvidas
19/06	P3 (Camada de Rede)
21/06	VR (Se Necessária) / Entrega do Trabalho (por e-mail)
26/06	Divulgação das Notas/Vista (P3/VR)
28/06	Apresentação dos Trabalhos
03/07	Apresentação dos Trabalhos
05/07	Preparação para VS (Não Haverá Aula)
10/07	VS (Se Necessária)
12/07	Divulgação das Notas Finais / Vista da VS
17/07	Fim de Período (Não Haverá Aula)
19/07	Fim de Período (Não Haverá Aula)

# Calendário: Datas Importantes

## Provas

- $P_1$ : 24/04/2017.
- $P_2$ : 22/05/2017.
- $P_3$ : 19/06/2017.
- VR: 21/06/2017.
- VS: 10/07/2017.

## Entrega do Trabalho

- Data limite: 21/06/2017.

- Problemas?

# Informações Sobre os Trabalhos (I)

- Documento de especificação disponibilizado na página.
  - **Leiam as especificações o quanto antes.**
  - Tirem quaisquer dúvidas por e-mail ou pessoalmente.
- Trabalhos fora do prazo serão aceitos com até 5 dias de atraso, mas **com penalidades** na pontuação.
  - Redução de **1 ponto por dia de atraso.**
- Sobre a implementação:
  - Livre escolha de linguagem.
  - Documentação dos programas faz parte da avaliação.
  - **Não serão aceitas cópias de outros trabalhos/códigos.**

# Informações Sobre os Trabalhos (II)

- Critério de avaliação:
  - Explicado no documentos de especificação.
  - É (espera-se) pouco subjetivo.
  - Pode ser discutidos **antes** da entrega dos trabalhos.
    - Logo, **leiam os critérios o quanto antes!**
  - Notem que, em alguns casos, pontos extras podem ser obtidos.
- **Plágio não será tolerado!**
  - Trabalhos plagiados (de colegas ou de qualquer outra fonte) serão **desconsiderados**.

# Informações Sobre os Trabalhos (III)

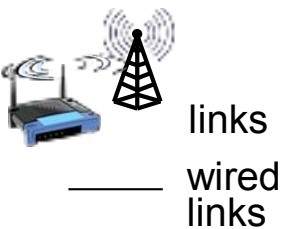
- Todos os trabalhos podem ser feitos em grupos com 2 a 5 integrantes.
  - Integrantes devem estar claramente discriminados no momento da entrega.
    - **Não serão aceitas inserções, remoções ou substituições de membros após a entrega.**
- Entregas deverão ser feitas por e-mail.
  - Maiores detalhes no documento de especificação.

# Outros Pontos Importantes

- Presença e reprovação por faltas.
- Exercícios ao final das aulas.
- Demonstrações práticas e experimentos.
- Estilo das provas.

# Conceitos Básicos

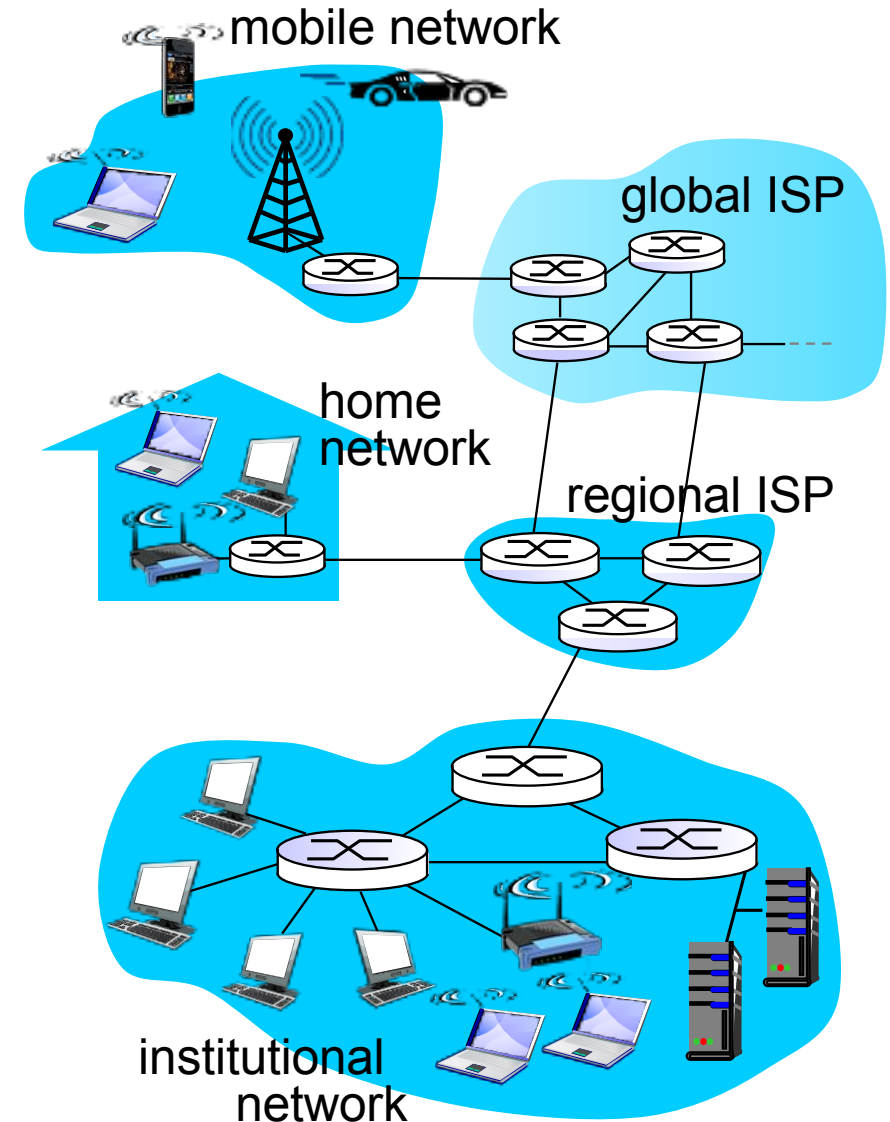
# O Que É a Internet: Componentes



- Milhões de dispositivos computacionais conectados:
  - **Hosts = Sistemas finais.**
  - Executam **aplicações de rede.**

- **Enlaces de comunicação.**
  - Fibra óptica, cobre, rádio, satélite, ...
  - Características variadas.

- **Comutadores de pacotes:**
  - Encaminham pacotes (unidade de dados).
  - Roteadores e switches.





# Aplicações “Divertidas” da Internet



IP picture frame  
<http://www.ceiva.com/>



Web-enabled toaster +  
weather forecaster



Tweet-a-watt:  
monitor energy use



Internet  
refrigerator



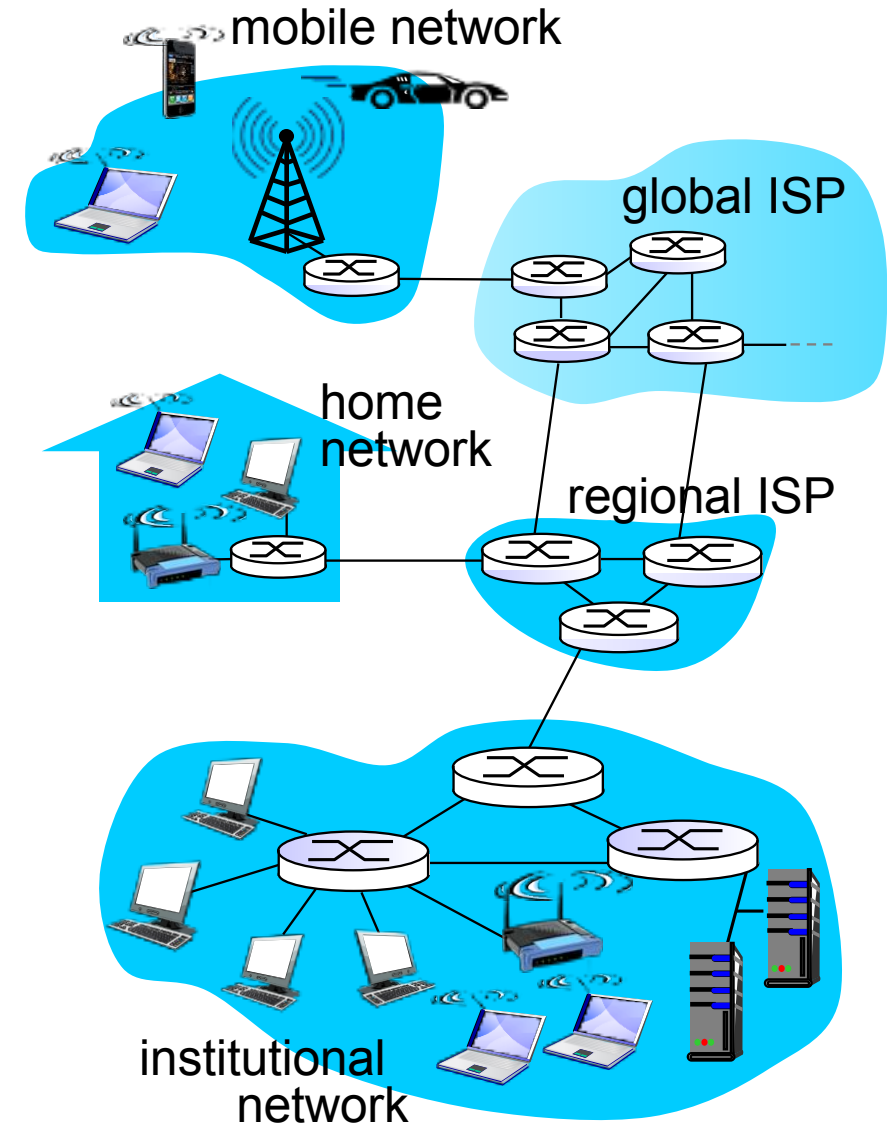
Slingbox: watch,  
control cable TV remotely



Internet phones

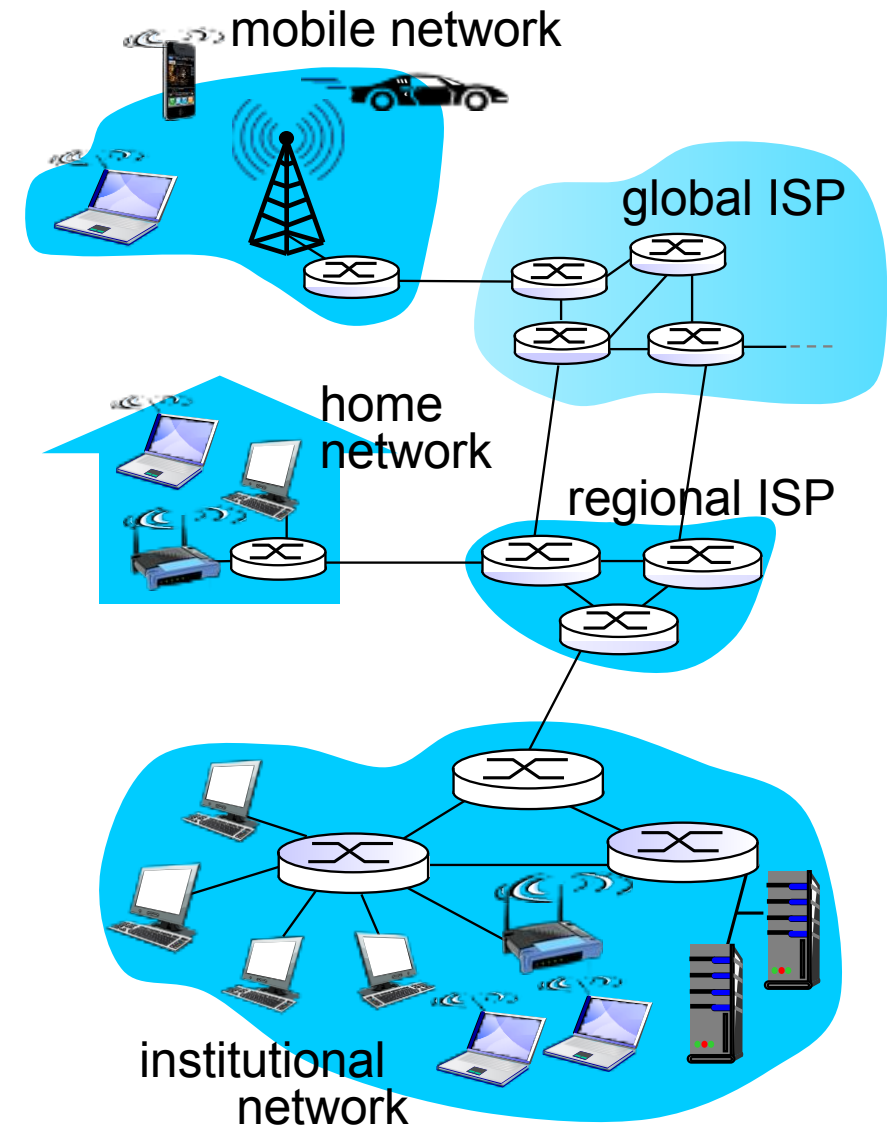
# O Que É a Internet: “Rede de Redes”

- Internet: Rede de Redes.
  - Conjunto de **ISPs** conectados.
- **Protocolos** controlam recebimento, envio de mensagens.
  - e.g., TCP, IP, HTTP, Skype, IEEE 802.11.
- **Padrões da Internet.**
  - RFC: Request For Comments.
  - IETF: Internet Engineering Task Force.



# O Que É a Internet: Visão de Serviço

- **Infraestrutura que provê serviços às aplicações:**
  - Web, VoIP, email, jogos, comércio eletrônico, redes sociais, ...
- **Provê interface de programação às aplicações:**
  - Chamadas que permitem a aplicações transmissoras e receptoras “conectar-se” à Internet.
  - Múltiplas opções de serviço, análogo ao serviço de correio.

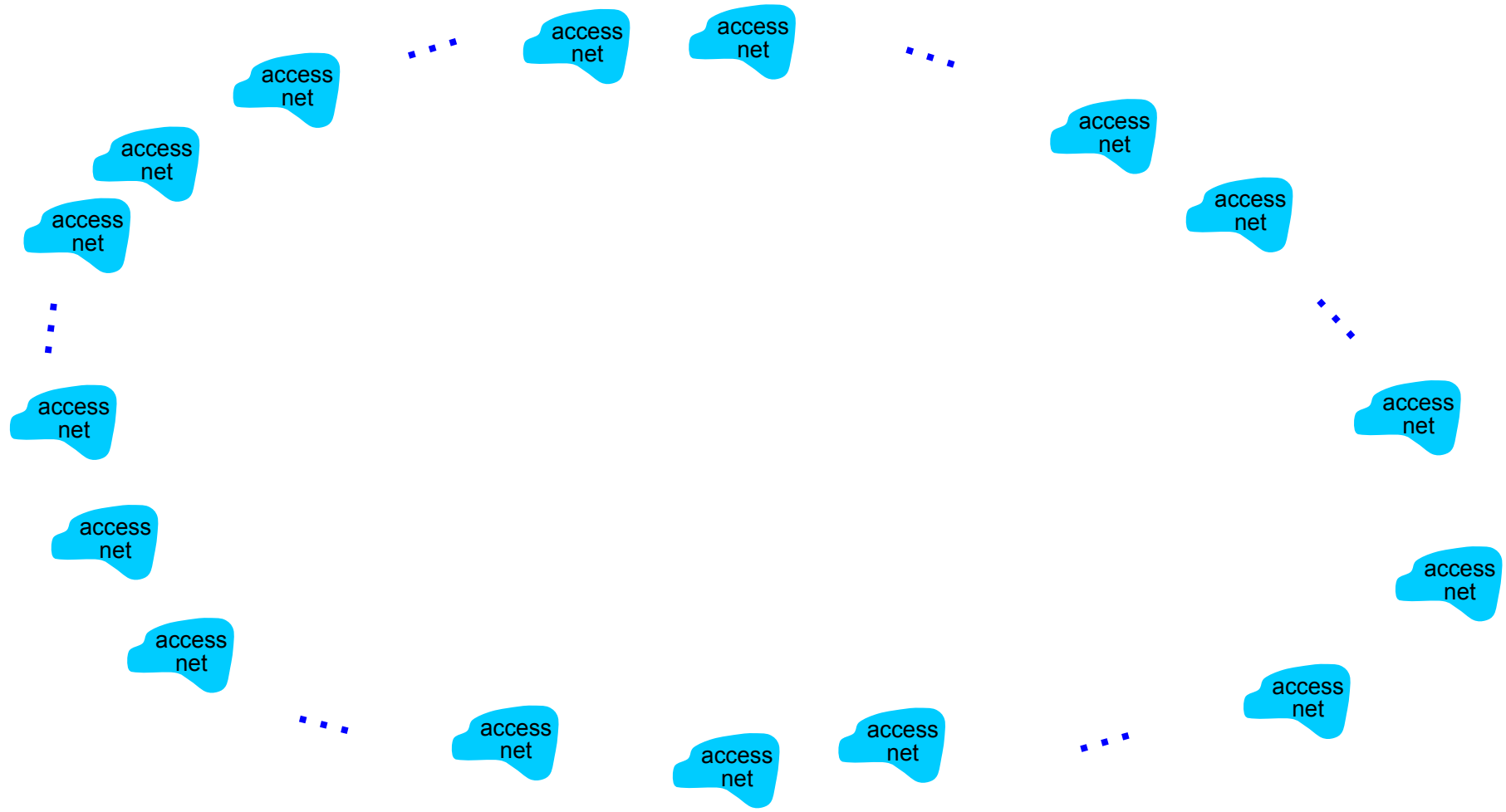


# Estrutura da Internet: Rede de Redes (I)

- Sistemas finais se conectam à Internet via **ISPs de acesso**.
  - ISP = *Internet Service Provider* (Provedor de Acesso).
  - ISP de acesso: residências, empresas, universidades.
- ISPs de acesso precisam ser interconectados de alguma forma.
  - De forma que quaisquer dois *hosts* possam trocar informações.
- Rede resultante é muito complexa.
  - Evolução guiada por **fatores econômicos**, **políticas nacionais**.
- Vamos usar uma abordagem incremental para entender a estrutura atual da Internet.

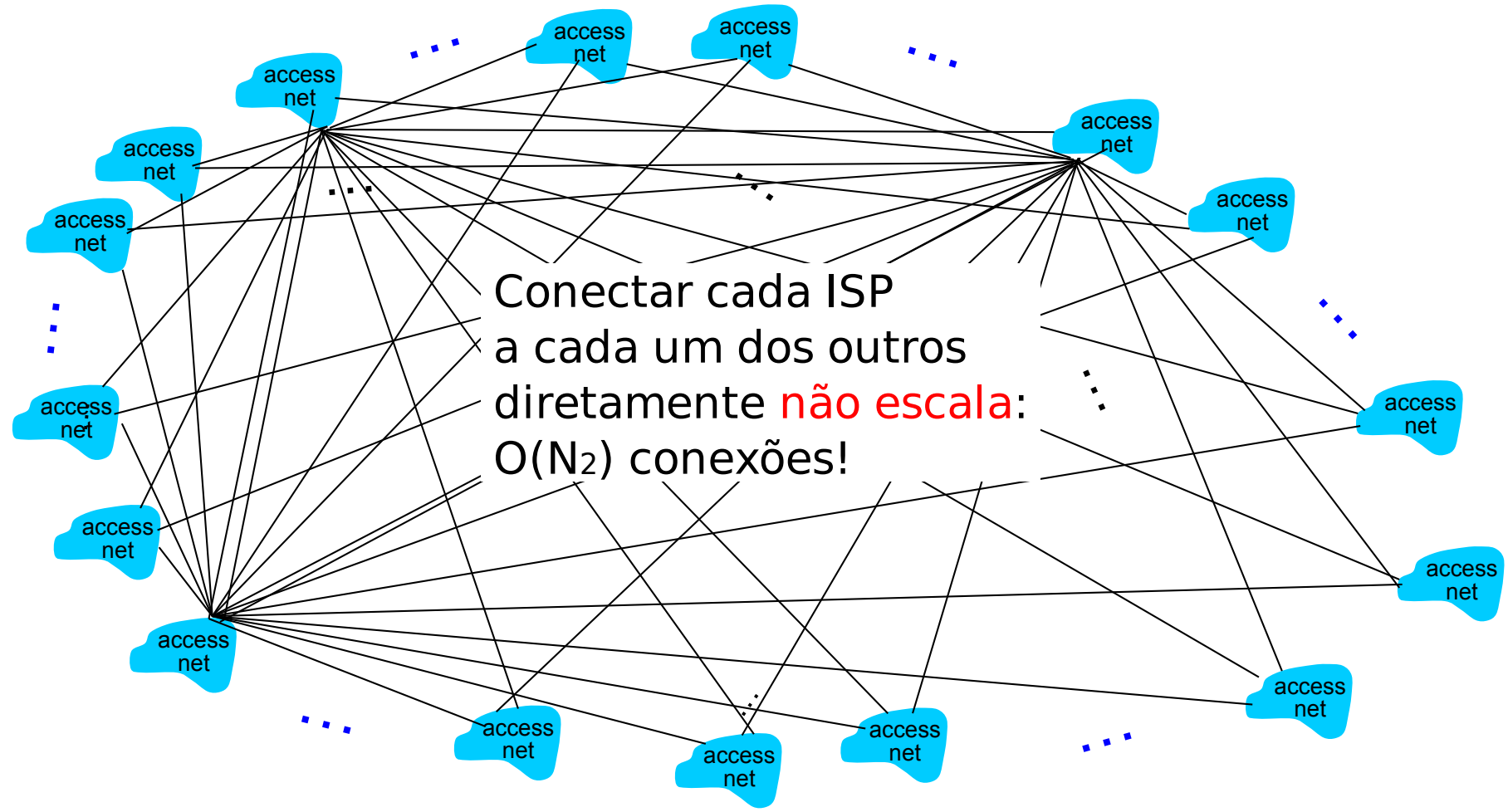
# Estrutura da Internet: Rede de Redes (II)

- **Pergunta:** como conectar **milhões** de ISPs?



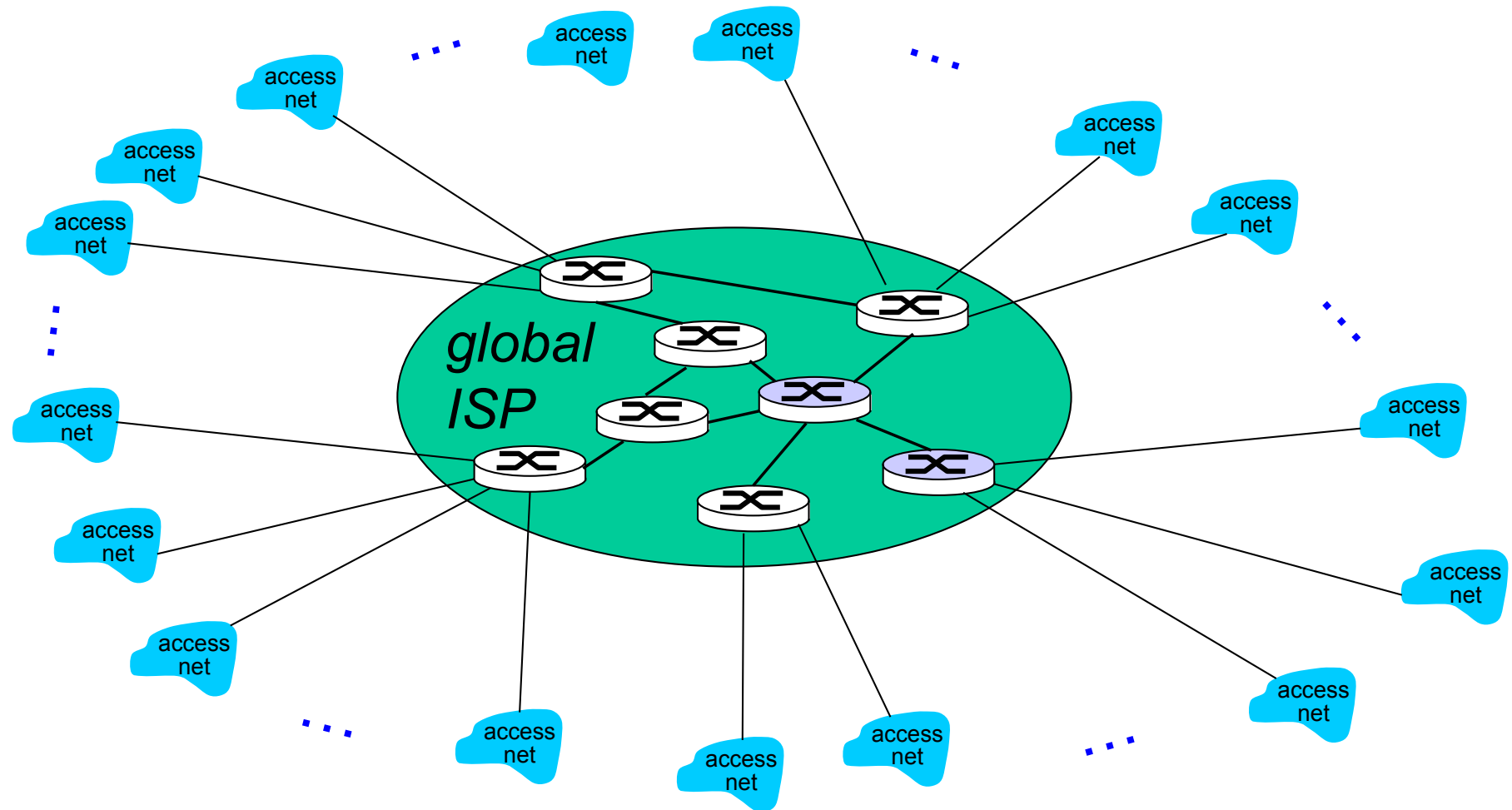
# Estrutura da Internet: Rede de Redes (III)

- **Opção 1:** conectar cada ISP a todos os outros diretamente?



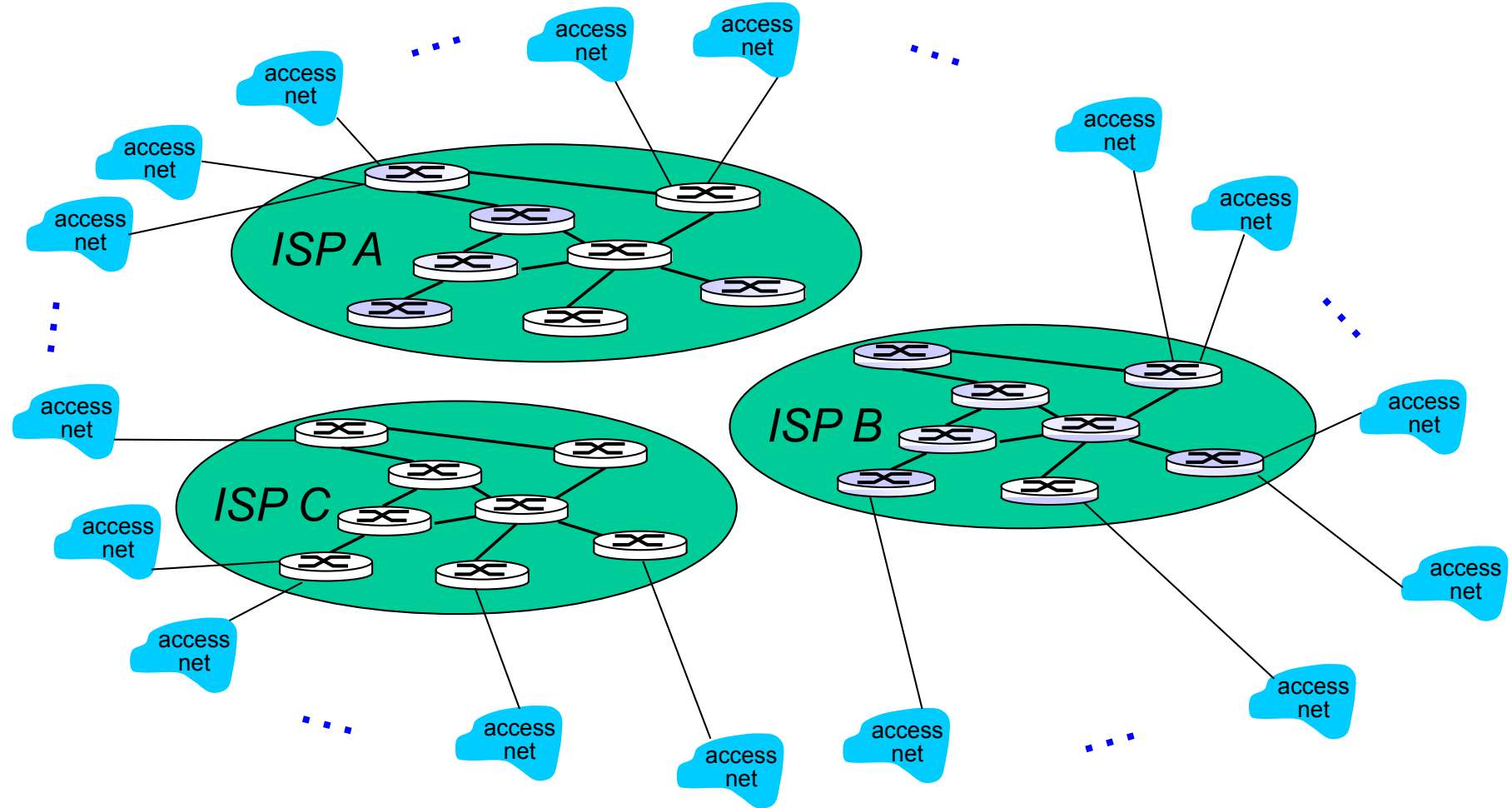
# Estrutura da Internet: Rede de Redes (IV)

- **Opção 2:** conectar cada ISP a um ISP Global?
  - ISP de acesso e global possuem acordo comercial.



# Estrutura da Internet: Rede de Redes (V)

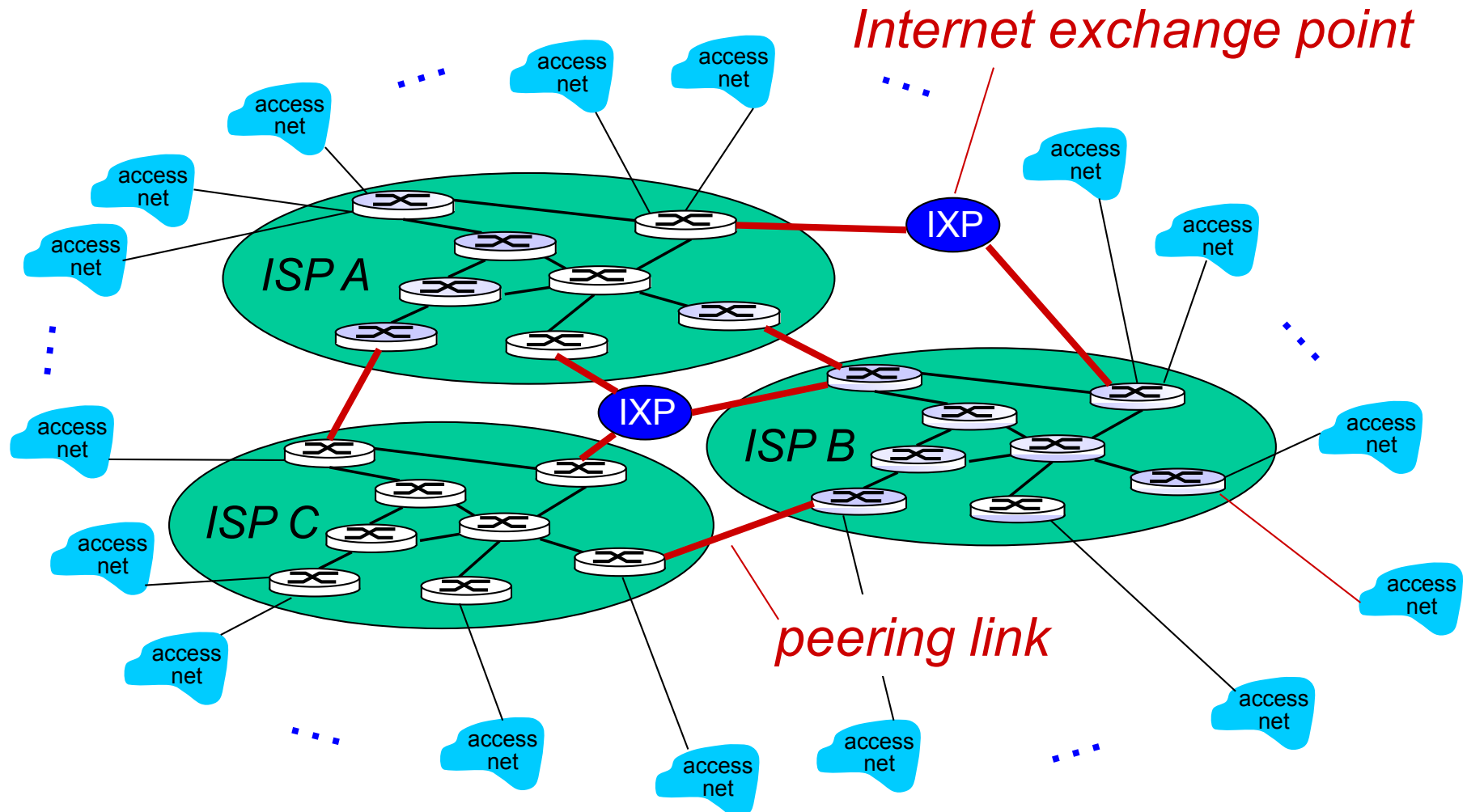
- Mas se um ISP global é um modelo de negócio viável, haverá competidores...





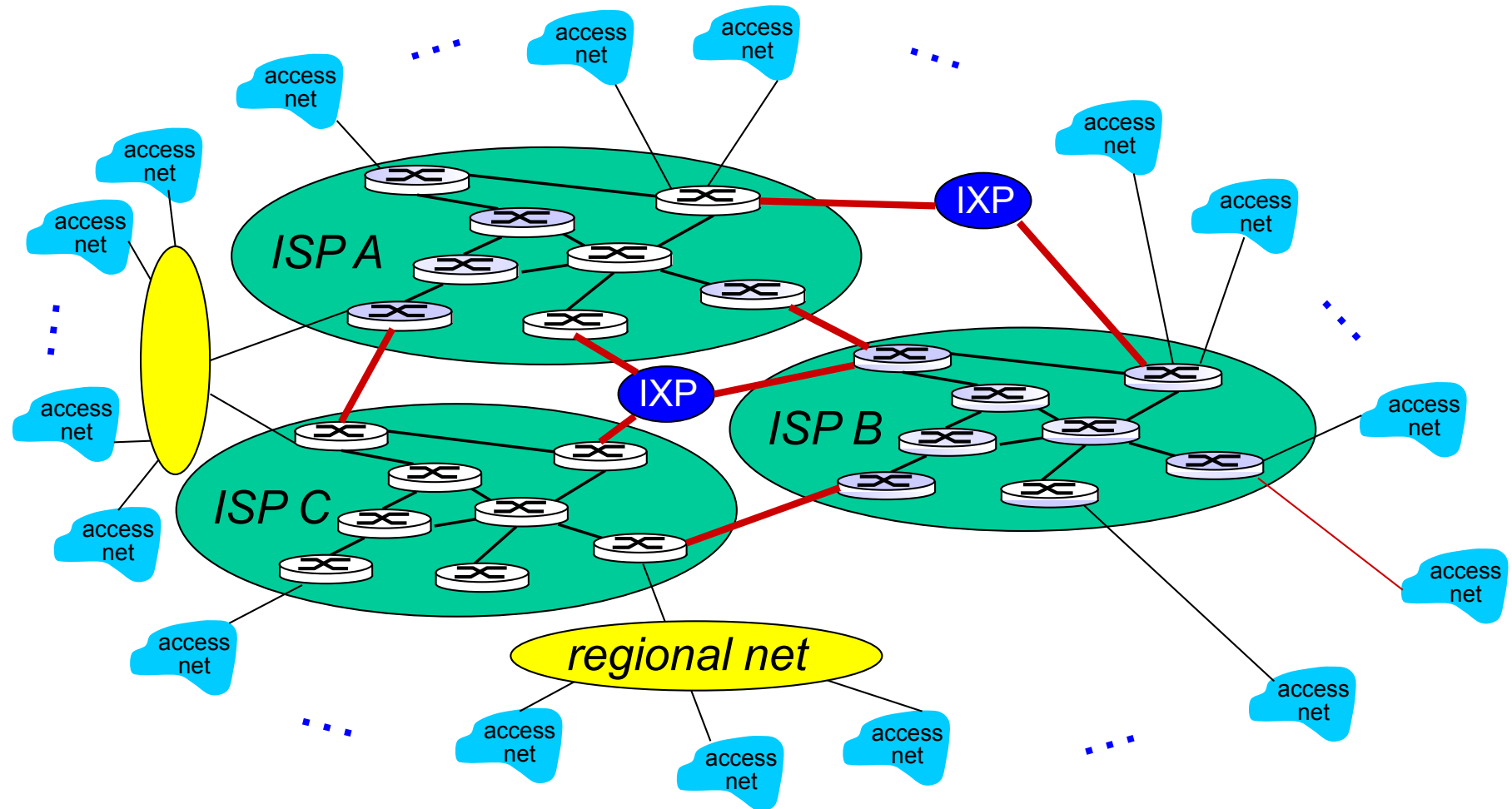
# Estrutura da Internet: Rede de Redes (VI)

- Mas se um ISP global é um modelo de negócio viável, haverá competidores...
  - ... que precisarão se interconectar de alguma forma.



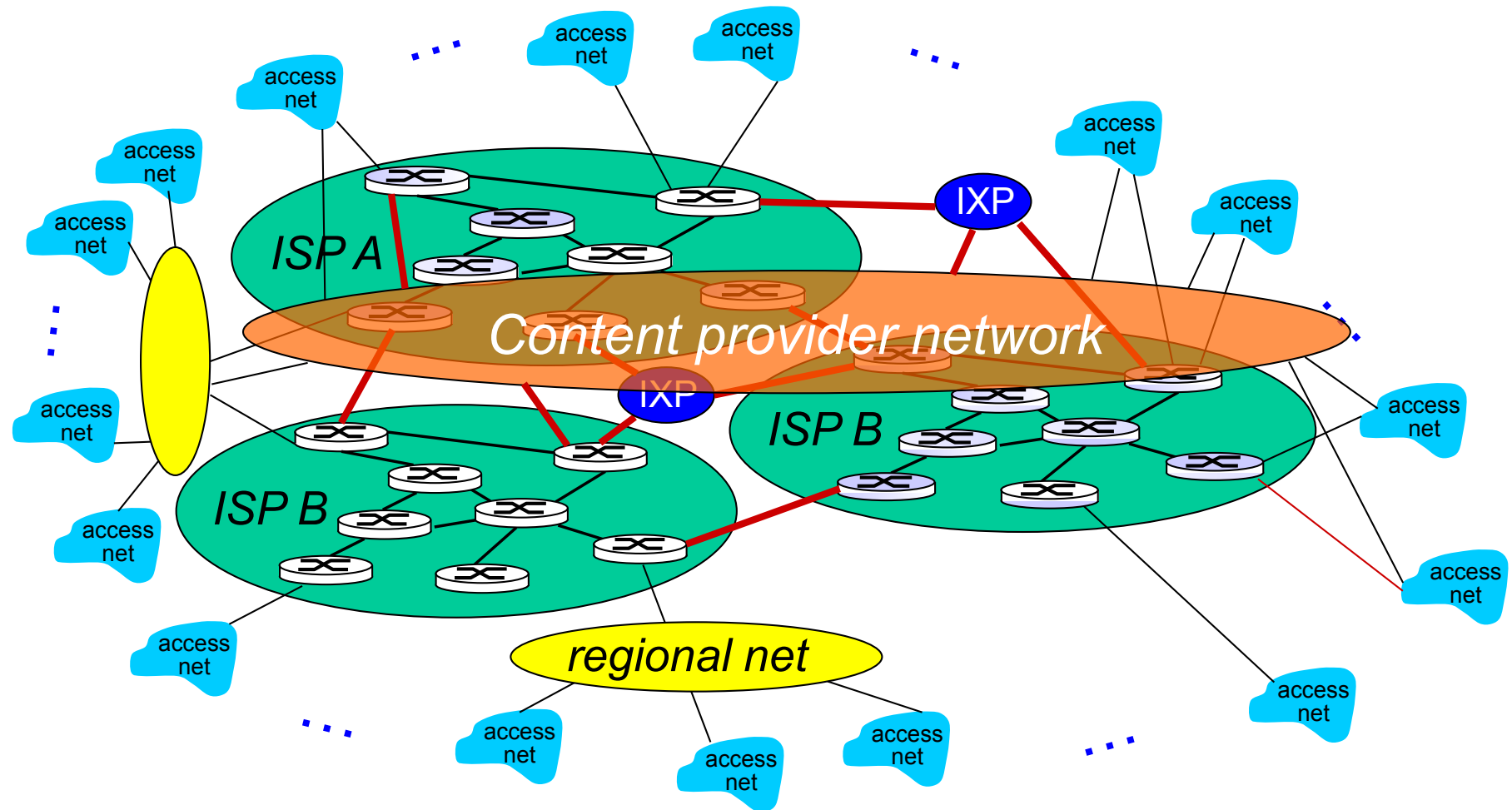
# Estrutura da Internet: Rede de Redes (VII)

- E talvez também haja espaço para **ISPs regionais**.
  - Interconectam ISPs de acesso aos ISPs globais.

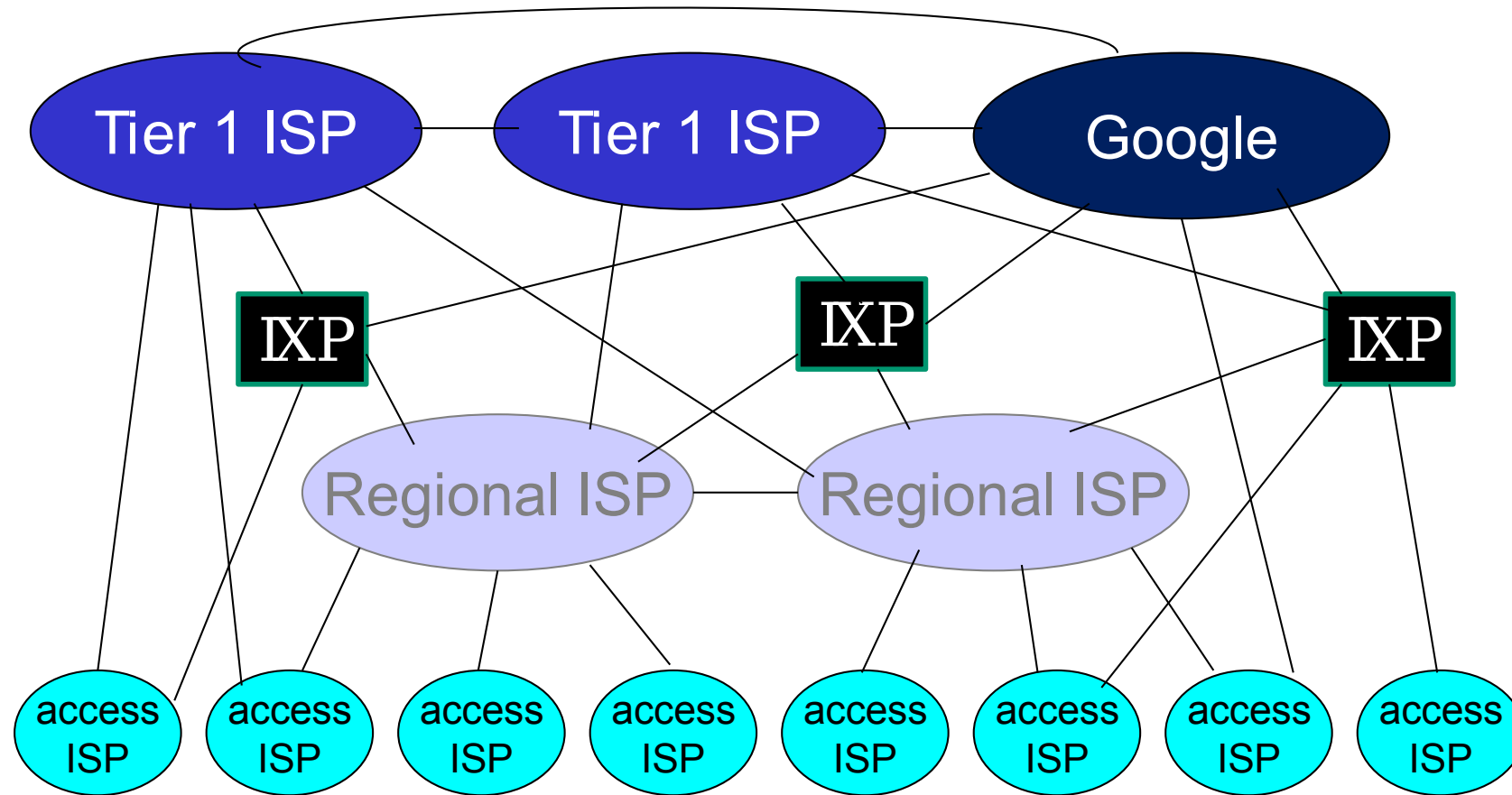


# Estrutura da Internet: Rede de Redes (VIII)

- E, quem sabe, **provedores de conteúdo** também queiram suas próprias redes.
  - Abrangência global, aproximam conteúdo dos usuários.

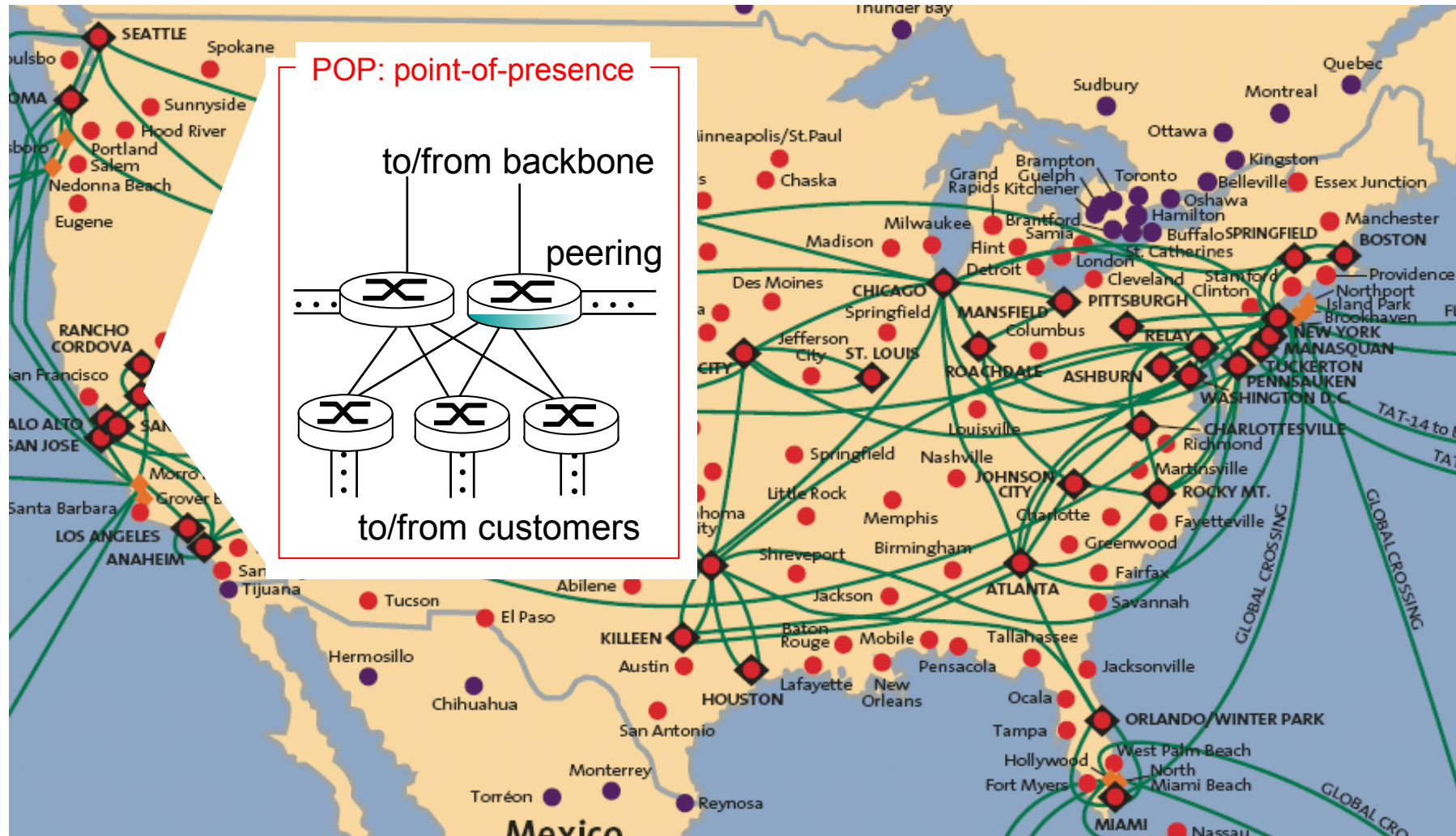


# Estrutura da Internet: Hierarquia dos ISPs



- No topo: pequeno número de grandes redes bem conectadas.
  - ISPs comerciais **“tier-1”** (e.g., Level 3, Sprint, AT&T), abrangência nacional e internacional.
  - **Redes de provedores de conteúdo** (e.g., Google): redes privadas, conectando *data centers* à Internet, geralmente pulando ISPs tier-1 e regionais.

# Estrutura da Internet: ISPs tier-1 (e.g., Sprint) e POPs



# O Que É um Protocolo?

- **Protocolos humanos:**

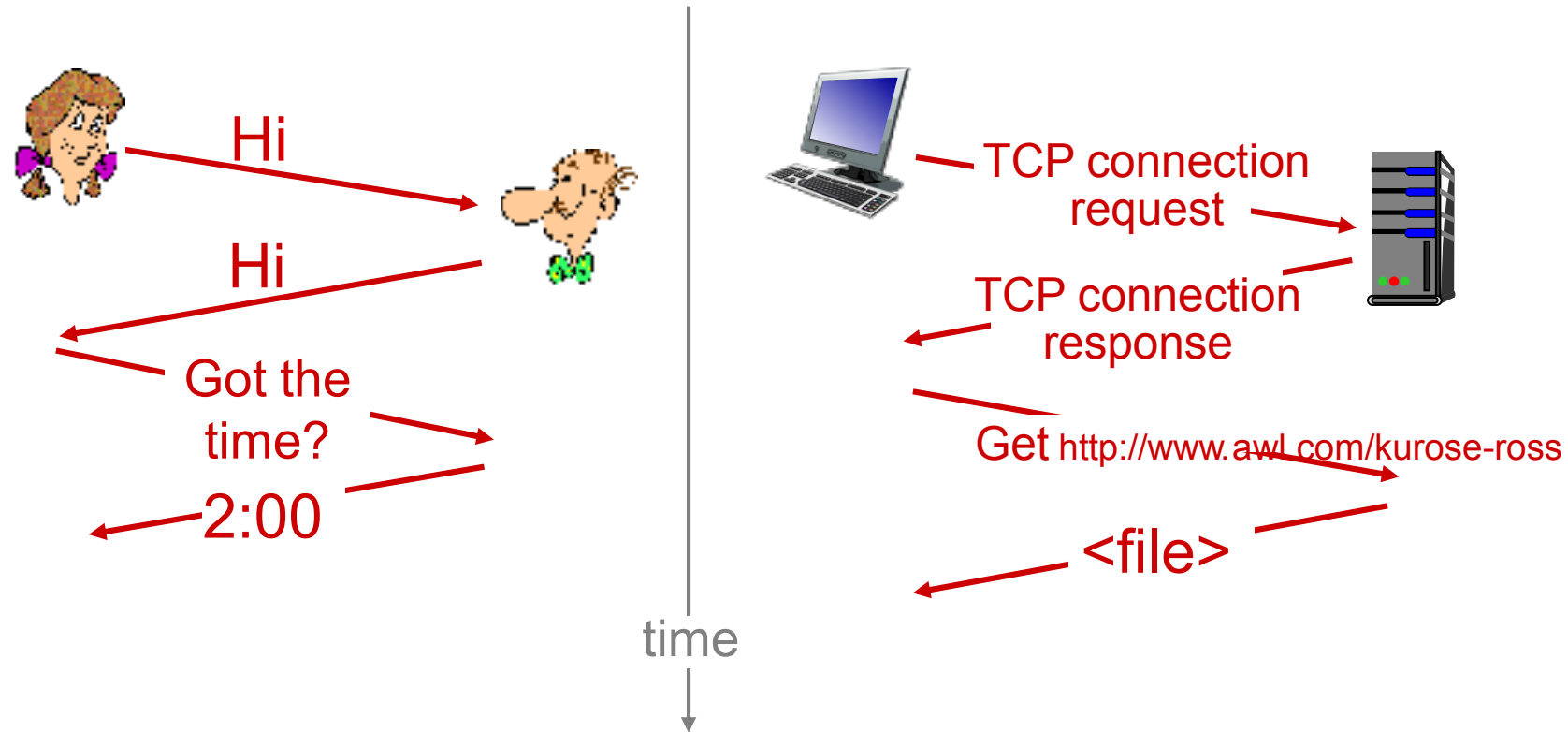
- “Que horas são?”
- “Posso fazer uma pergunta?”
- Apresentações.
- Mensagens específicas são enviadas.
- Ações específicas são tomadas quando mensagens são recebidas, ou em outros eventos.

- **Protocolos de rede:**

- Computadores, ao invés de humanos.
- Toda comunicação na Internet é governada por protocolos.
- **Garantem interoperabilidade** entre dispositivos heterogêneos.

Protocolos definem o **formato e a ordem** de **mensagens enviadas, recebidas** entre as entidades de rede, e quais **ações são tomadas** em cada evento.

# O Que São Protocolos: Exemplos





# Enlaces de Comunicação

- Ou *links*, em inglês.
- Interconectam **dois ou mais** dispositivos computacionais.
  - Ponto-a-ponto vs. compartilhados.
- Variam em termos de:
  - Meio físico.
  - Taxa de transmissão.
  - Comprimento/tempo de propagação.
  - Probabilidade de falhas na transmissão.
  - ...



# Enlaces de Comunicação: Meio Físico (I)

- O que existe “entre” transmissor e receptor.
- Transporta os bits.
  - Valor do bit transmitido corresponde a alguma **grandeza física mensurável**.
    - Tensão em um par de fios, intensidade luminosa, frequência de uma onda sonora, ...
  - Transmissor manipula a grandeza, receptor a monitora.
- **Meios guiados:**
  - Sinal se **propaga** ao longo de um meio sólido.
  - Sinal é (praticamente) “confinado” ao meio.
- **Meios não-guiados:**
  - Sinal se propaga de forma livre.
  - Tende a se espalhar pelo espaço.

# Enlaces de Comunicação: Meio Físico (II)

- **Par-trançado:**

- Dois fios de cobre com isolamento.
  - Categoria 5: Ethernet de 100 Mb/s, 1 Gb/s.
  - Categoria 6: Ethernet de 10 Gb/s.



- **Cabo coaxial:**

- Dois condutores de cobre concêntricos.
- Bidirecional.
- Banda larga:
  - Múltiplos canais em um mesmo cabo.
  - HFC.



# Enlaces de Comunicação: Meio Físico

## ● Fibra óptica:

- Fibra de vidro carregando pulsos de luz, cada pulso um bit.
- Altas velocidade de transmissão ponto-a-ponto: dezenas a centenas de Gb/s.
  - Em laboratório, 15,5 Tb/s em enlace de 7000 Km.
- Baixa ocorrência de erros de transmissão.
  - Enlaces longos, com poucos repetidores.
  - Imune a interferências eletromagnéticas.



## ● Rádio:

- Sinal transportado no espectro eletromagnético.
- Sem “cabos”.
- Bidirecional.
- Susceptível a diversos fenômenos do ambiente:
  - Reflexão.
  - Obstrução.
  - Interferência.
- Diversos tipos:
  - Microondas terrestres.
  - LAN (e.g., Wi-Fi).
  - WAN (e.g., 3G, 4G, WiMax).
  - Satélite.

# Enlaces de Comunicação: Taxa de Transmissão

- O quão rapidamente os bits são “colocados” no canal.
  - e.g., o quão rápidos são os pulsos em uma fibra óptica.
- Também chamada de: capacidade do enlace, banda, largura de banda.
- Quanto maior a taxa de transmissão, **menor o tempo necessário para transmitir um pacote**.
  - Para um pacote de  $L$  bits, enlace de capacidade  $R$  b/s:

$$\text{Tempo para colocar bits no canal} = \frac{L \text{ (bits)}}{R \text{ (bits/s)}}$$

- **Importante: este tempo não é o tempo total de transmissão do pacote pelo enlace!!!**

# Enlaces de Comunicação: Propagação

- Uma vez colocado no enlace, bit **não** chega instantaneamente no receptor.
- Ele precisa se **propagar** pelo meio de transmissão.
  - e.g., uma onda sonora que se propaga no ar a 340 m/s.
- Cada meio de transmissão tem sua velocidade de propagação do sinal.
  - Depende do tipo de sinal, características do meio, ...
- Dado o **comprimento do canal (d)** e velocidade de propagação (s), tem-se o tempo de propagação:

$$\text{Tempo de propagação de um bit} = \frac{d}{s}$$

- **Importante: completamente independente da capacidade do enlace e do número de bits do pacote!!!**

# Enlaces de Comunicação: Probabilidade de Falha

- Toda transmissão em um enlace **pode falhar**.
  - Interferências, mau-contato, falhas de *hardware*, ...
- Por qualquer motivo, receptor **não é capaz de entender conteúdo do pacote**.
- Em redes de **comutação de pacotes**, pacote transmitido é **completamente perdido**.
- Alguns enlaces são mais propensos a falhas que outros.
  - *e.g.*, enlaces de rádio são muito propensos, enlaces de fibra óptica são pouco propensos.
- Transmissões mal-sucedidas reduzem o desempenho do enlace.

# Resumo da Aula...

- Componentes da Internet:
  - Hosts, comutadores (roteadores), enlaces.
- Várias visões da Internet:
  - Rede de redes, **ISPs** interconectados.
  - Serviço para aplicações.
- Estrutura da Internet:
  - ISPs de acesso, regionais, *tier-1*.
  - Redes de provedores de conteúdo.
  - PoP: *Point-of-Presence*.
    - Interconexão entre ISP e outras redes.
- Protocolos:
  - Convenções de comunicação.
  - Definem formatos de mensagens, ações.
  - Necessários para possibilitar comunicação entre elementos heterogêneos.
- Enlaces:
  - Interligam dois ou mais dispositivos computacionais.
  - Variam em: meio físico, taxa de transmissão, comprimento/propagação, confiabilidade, ...

# Próxima Aula...

- Continuaremos nossa visão geral sobre a Internet.
- Próximo tópico: arquitetura e filosofias de projeto.
  - Núcleo vs. borda.
  - Componentes e responsabilidades.
  - Argumento fim-a-fim.
  - Princípio KISS.

Sejam bem-vindos!