

Aula 1 - Introdução à 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 306.
- Quartas, 20:00 às 22:00, sala 306.

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_2
 - 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)

P₁

- 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.

P₂

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

P₃

- 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.**

Dois trabalhos em grupo (de 2 a 5 alunos)

- T₁: Implementação de jogo de Truco online.
- T₂: Implementação de uma calculadora de sub-redes.
- Especificações detalhadas na página da disciplina.

Média Final

$$M_f = 0,8 \cdot M_p + 0,1 \cdot T_1 + 0,1 \cdot T_2$$

Calendário (Sujeito a Alterações)

Data	Assunto
21/08/2017	Introdução à disciplina. Nomenclaturas, definições, enlaces.
23/08/2017	Internet: arquitetura e filosofias de projeto.
28/08/2017	Comutação de pacotes, multiplexação, enfileiramento.
30/08/2017	Medidas de desempenho, modelos em camadas, histórico.
04/09/2017	Camada de aplicação: princípios, arquiteturas, serviços, HTTP (I).
06/09/2017	HTTP (II), Cookies, Web Caches, FTP, E-mail.
11/09/2017	DNS, Peer-to-peer.
13/09/2017	Programação com sockets.
18/09/2017	Camada de transporte: conceitos, modelos de serviço, UDP.
20/09/2017	P1 (Conceitos Básicos, Camada de Aplicação)
25/09/2017	Princípios de transferência confiável de dados.
27/09/2017	Protocolos confiáveis com pipeline, introdução ao TCP.
02/10/2017	TCP: transferência confiável, controle de fluxo, gerenciamento.
04/10/2017	TCP: controle de congestionamento.
09/10/2017	Camada de rede: conceitos básicos. Circuitos virtuais vs. redes de datagramas.
11/10/2017	Roteadores: arquitetura, buffers, políticas de enfileiramento.
16/10/2017	P2 (Camada de Transporte)
18/10/2017	Protocolos IP e DHCP / Entrega do Primeiro Trabalho (por e-mail)

Data	Assunto
23/10/2017	Agenda Acadêmica (Não Haverá Aula)
25/10/2017	Agenda Acadêmica (Não Haverá Aula)
30/10/2017	NAT, ICMP e IPv6.
01/11/2017	Protocolos de roteamento: introdução e classificação. Estado de enlaces.
06/11/2017	Vetor de distância. Roteamento hierárquico.
08/11/2017	Roteamento intra-AS vs. inter-AS. RIP, OSPF, BGP.
13/11/2017	RIP, OSPF, BGP: Aula Prática.
15/11/2017	Roteamento Broadcast e Multicast.
20/11/2017	Aula de Dúvidas
22/11/2017	Feriado - Proclamação da República
27/11/2017	Feriado - Dia da Consciência Negra
29/11/2017	Feriado - Aniversário da cidade de Niterói
04/12/2017	P3 (Camada de Rede)
06/12/2017	Divulgação das Notas/Vista (P3) / Entrega do Segundo Trabalho (por e-mail)
11/12/2017	VR (Se Necessária)
13/12/2017	Preparação para VS (Não Haverá Aula)
18/12/2017	VS (Se Necessária)
20/12/2017	Divulgação das Notas Finais / Vista da VS

Calendário: Datas Importantes

Provas

- P_1 : 20/09/2017.
- P_2 : 16/10/2017.
- P_3 : 04/12/2017.
- VR: 11/12/2017.
- VS: 18/12/2017.

Entrega dos Trabalhos

- T_1 : 18/10/2017.
- T_2 : 06/12/2017.

- Problemas?

Informações Sobre os Trabalhos (I)

- Documentos de especificação disponibilizados 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)

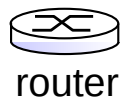
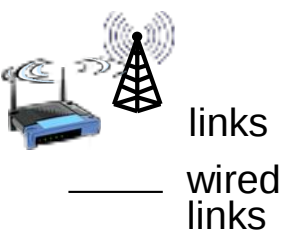
- Todos os trabalhos podem ser feitos em grupos de 2 a 5 integrantes.
 - Integrantes devem estar claramente discriminados no momento da entrega.
 - **Não serão aceitas inserções, remoções ou substituições de membros após a entrega.**
- Entregas deverão ser feitas por e-mail.
 - Maiores detalhes no documento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

Outros Pontos Importantes

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

Conceitos Básicos

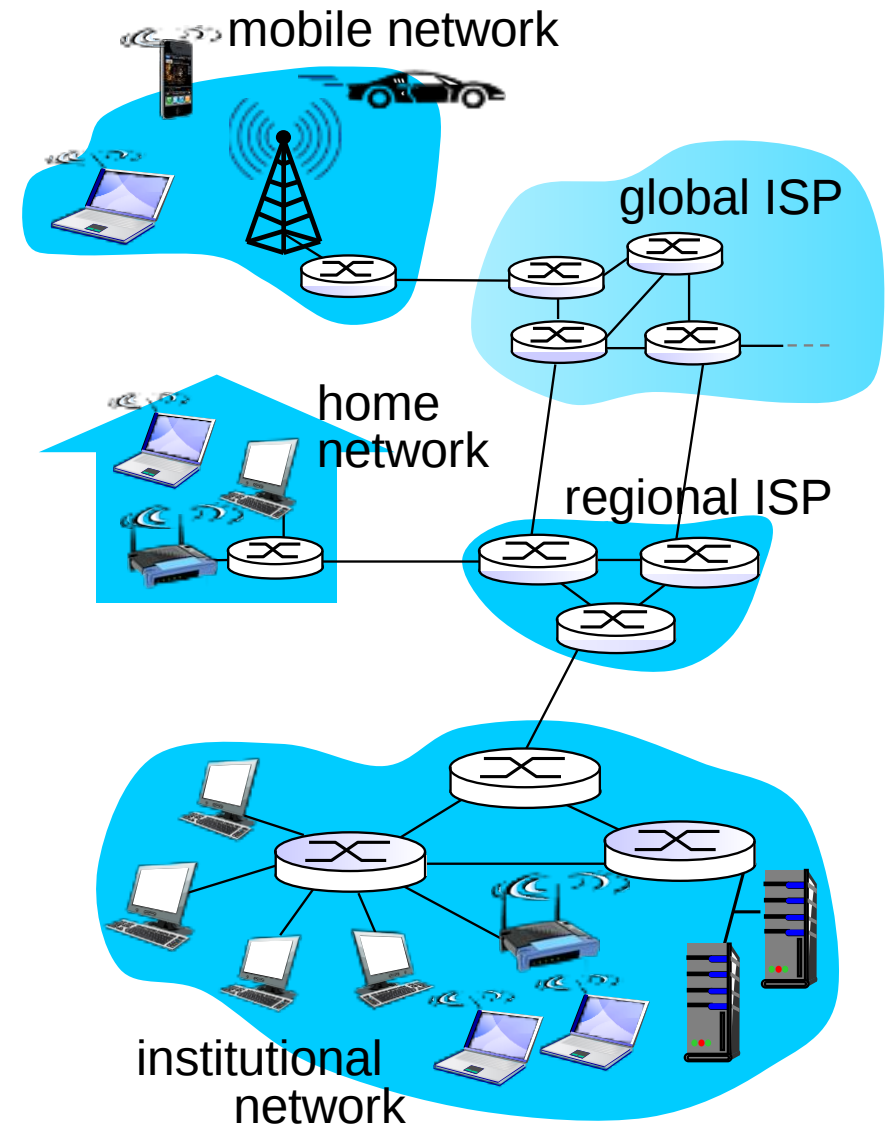
O Que É a Internet: Componentes



- 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



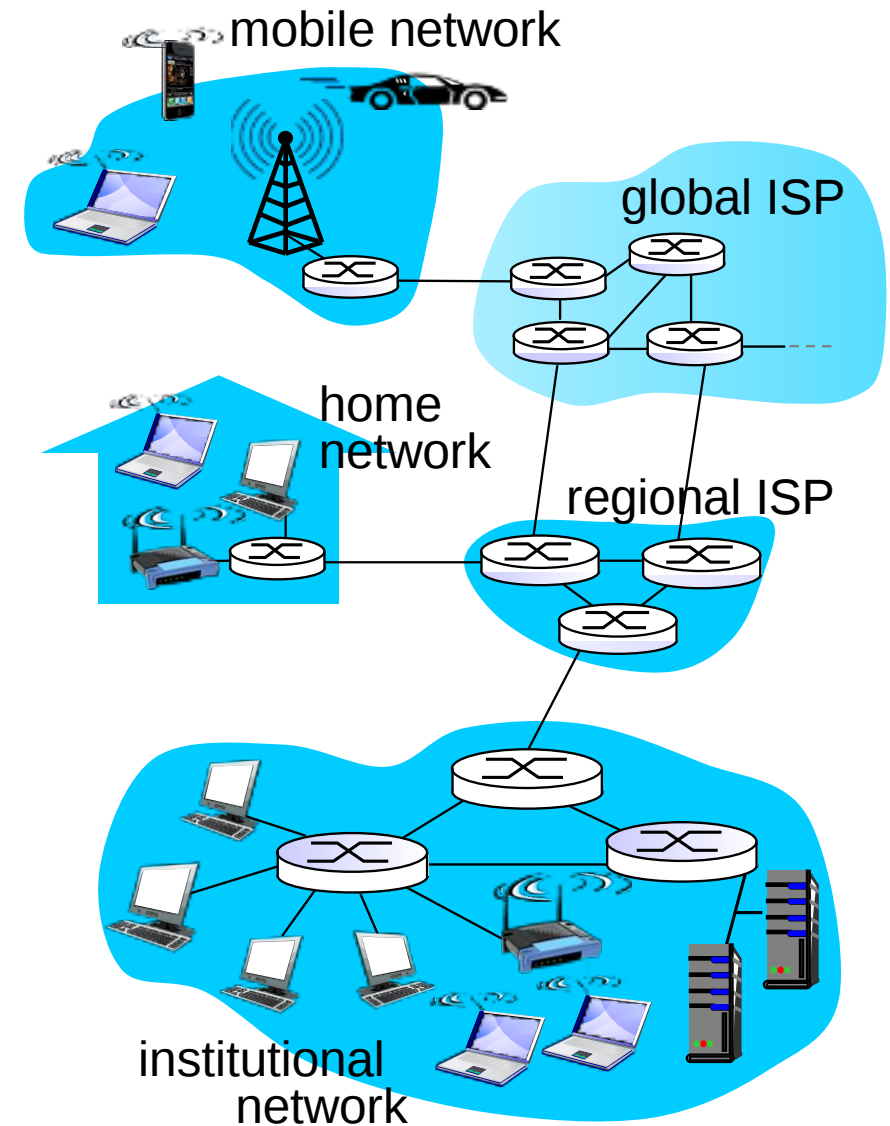
Slingbox: watch,
control cable TV remotely



Internet phones

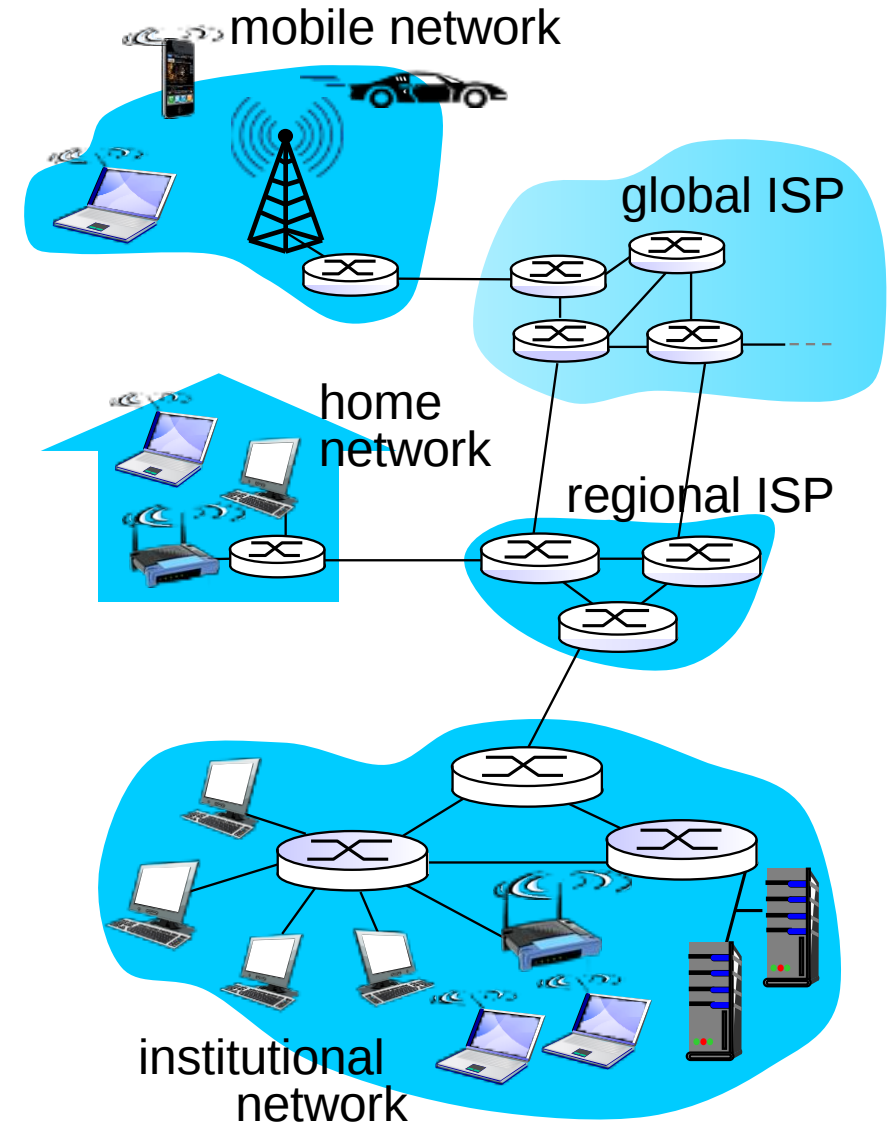
O Que É a Internet: “Rede de Redes”

- 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.

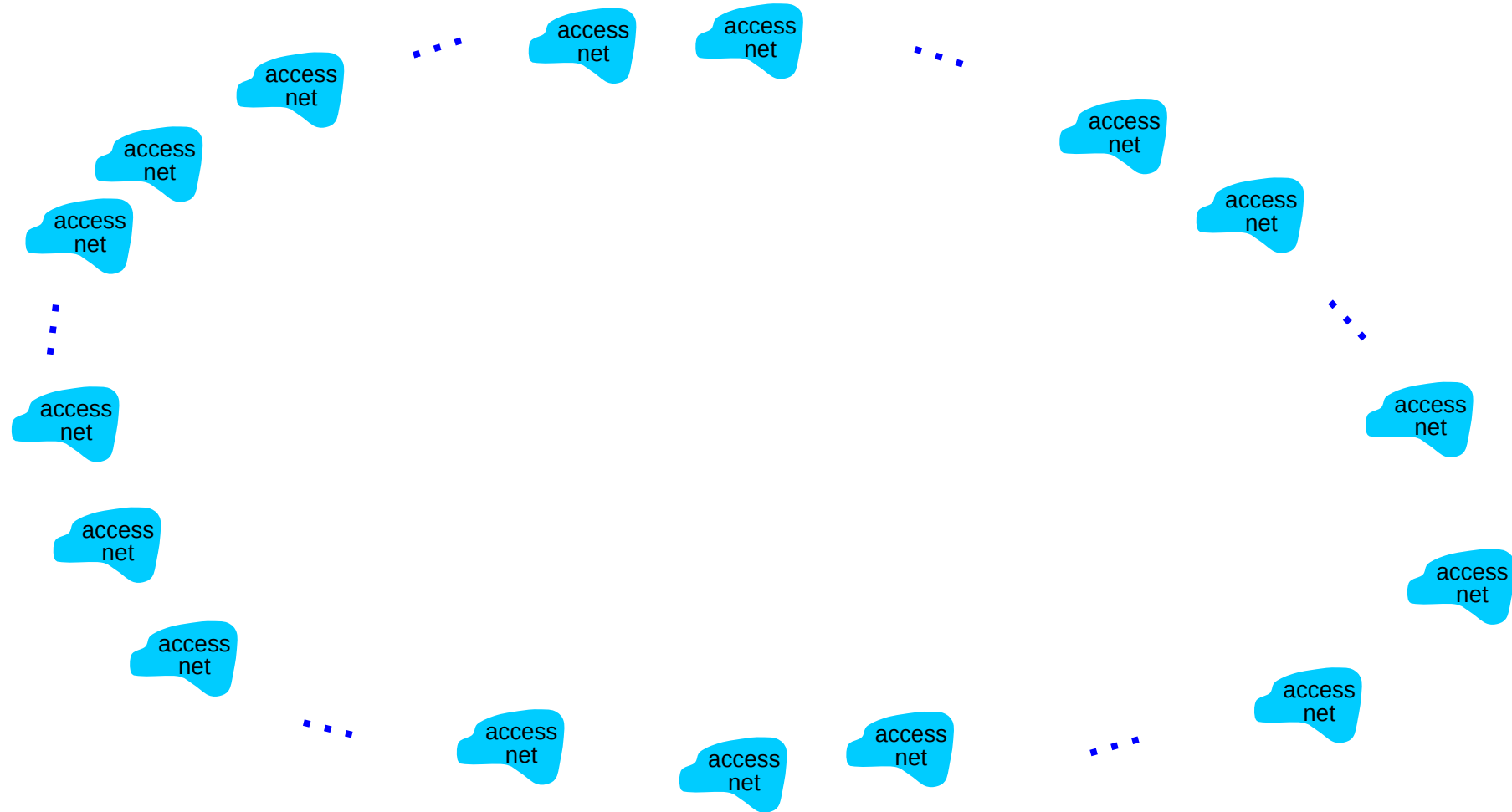


Estrutura da Internet: Rede de Redes (I)

- 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.

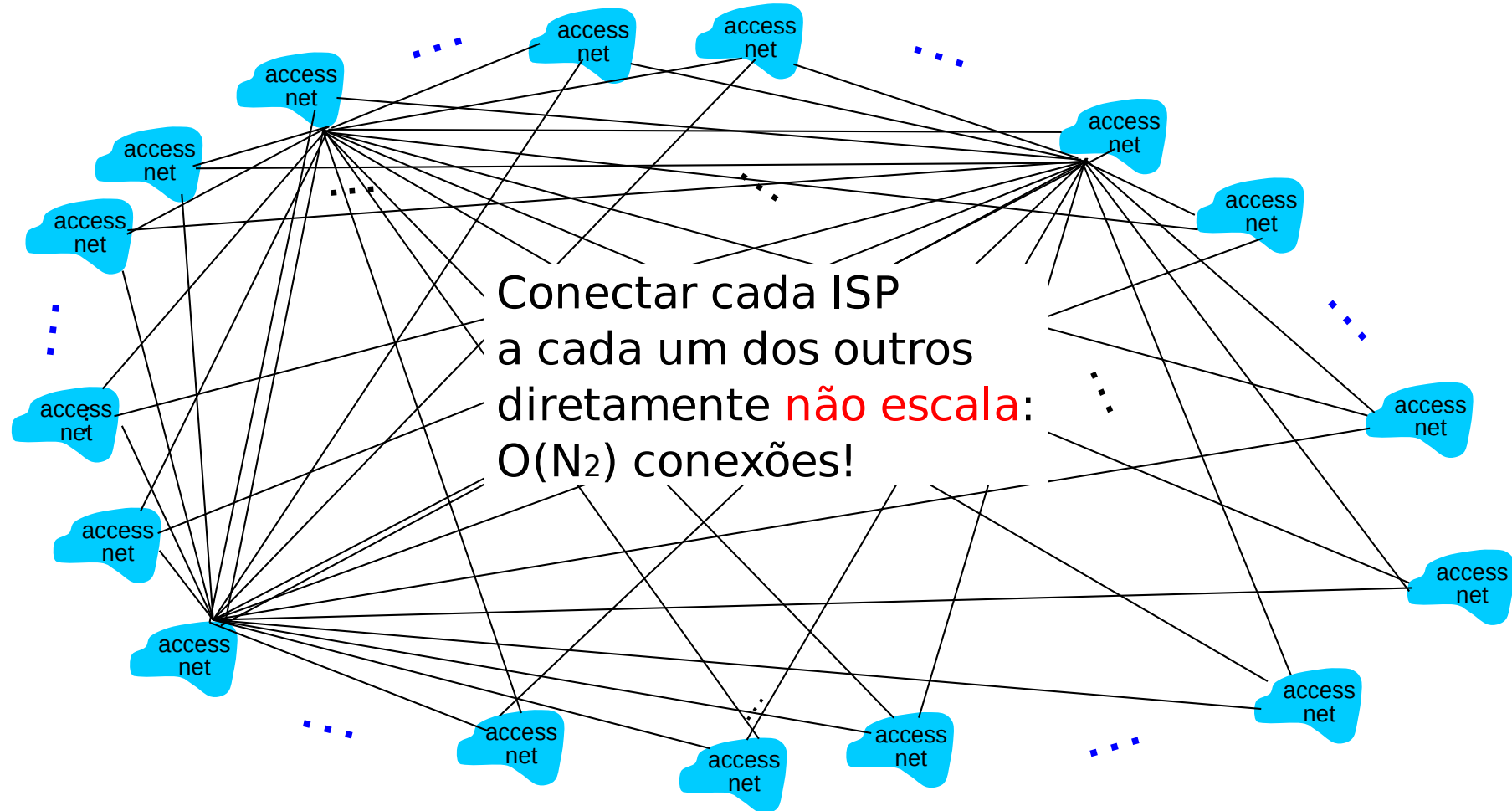
Estrutura da Internet: Rede de Redes (II)

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



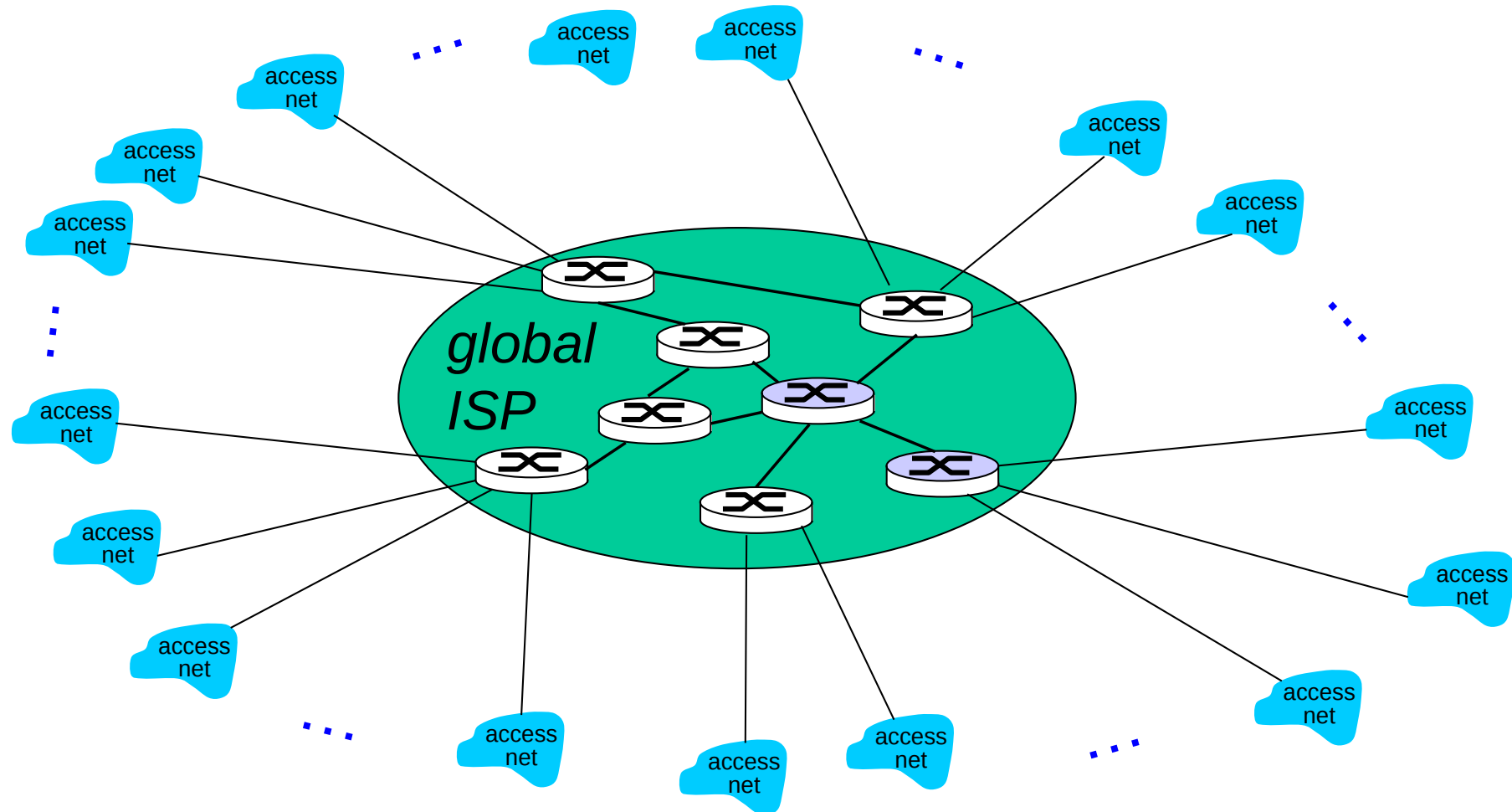
Estrutura da Internet: Rede de Redes (III)

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



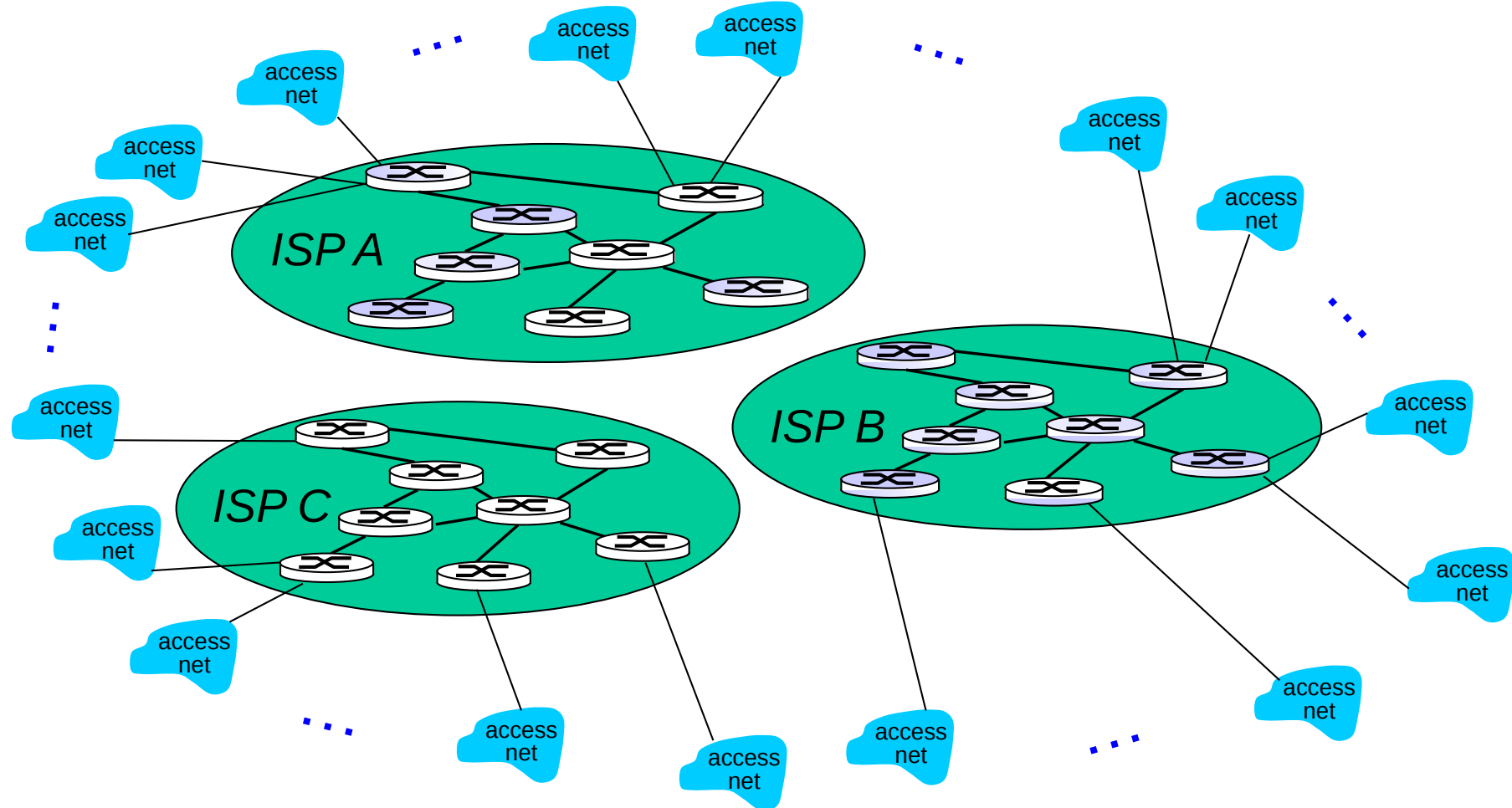
Estrutura da Internet: Rede de Redes (IV)

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



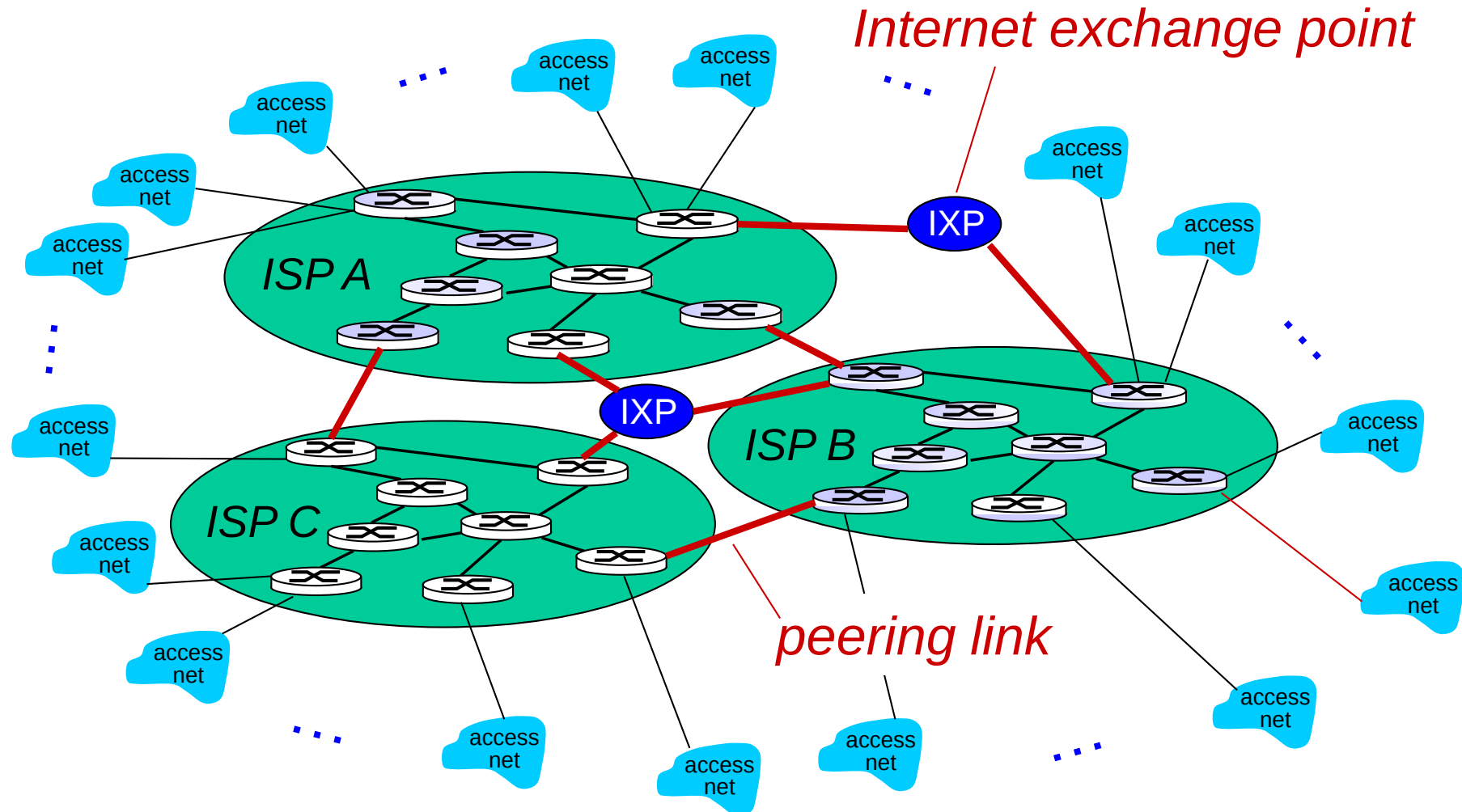
Estrutura da Internet: Rede de Redes (V)

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



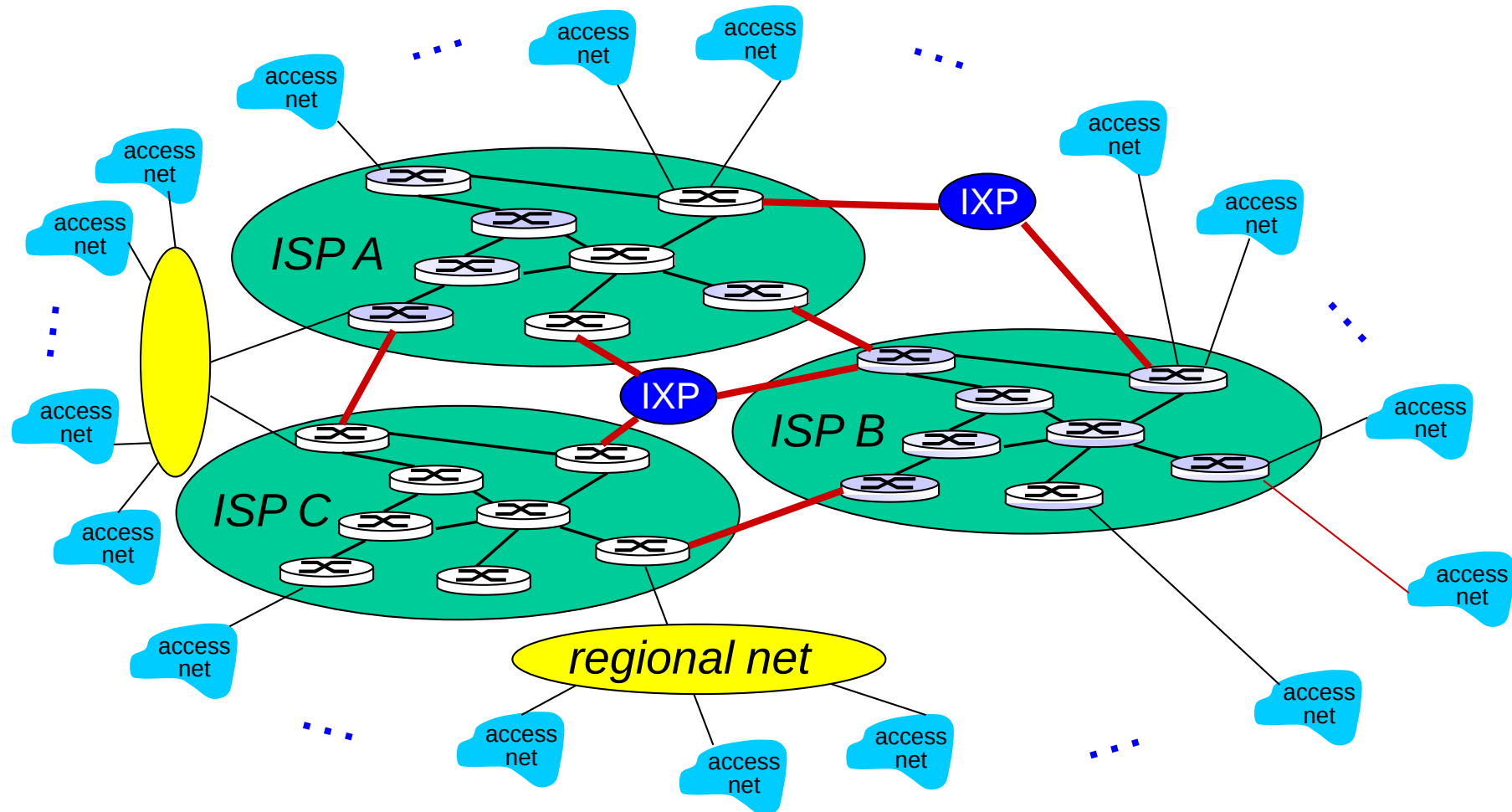
Estrutura da Internet: Rede de Redes (VI)

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



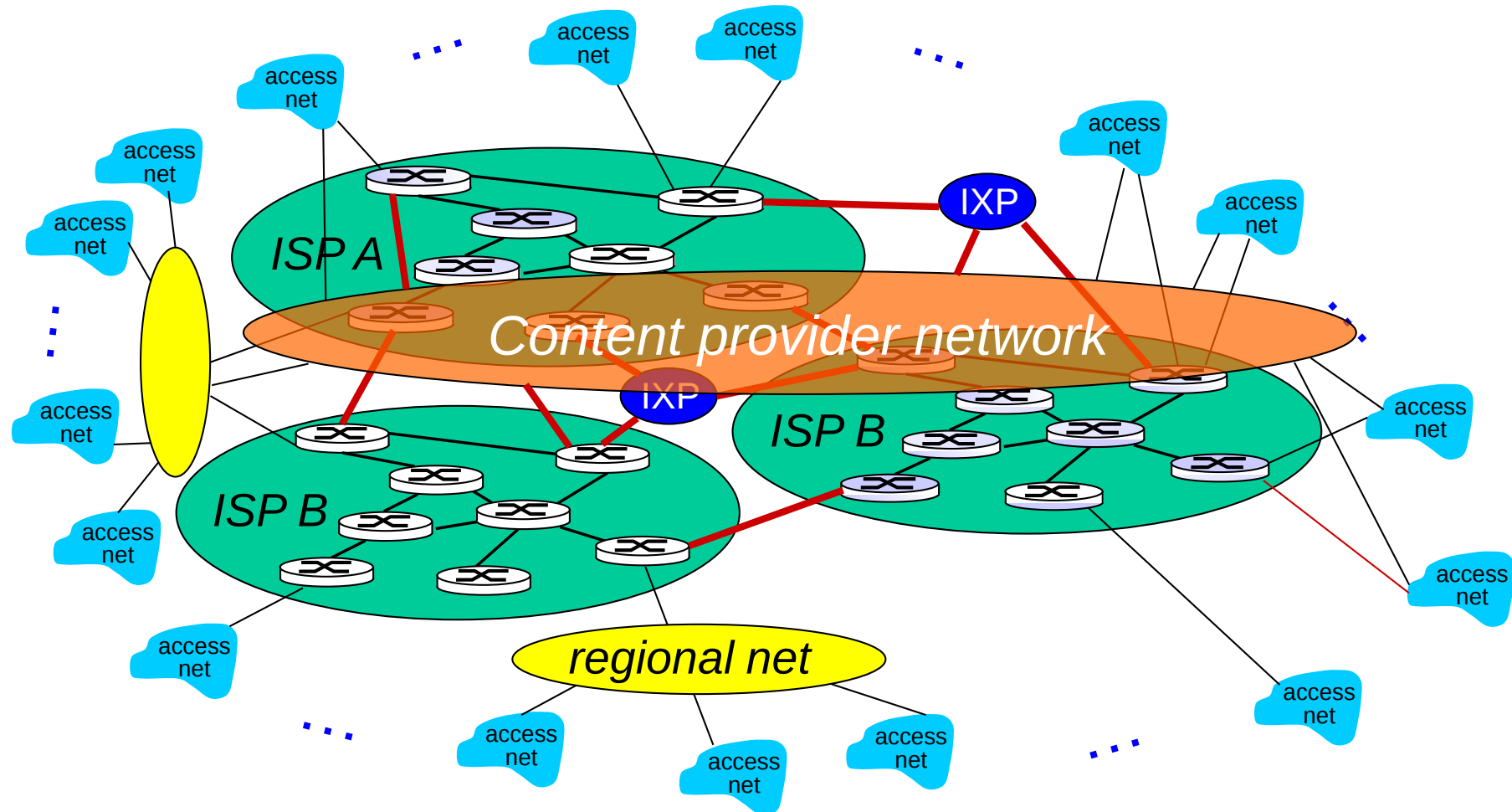
Estrutura da Internet: Rede de Redes (VII)

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

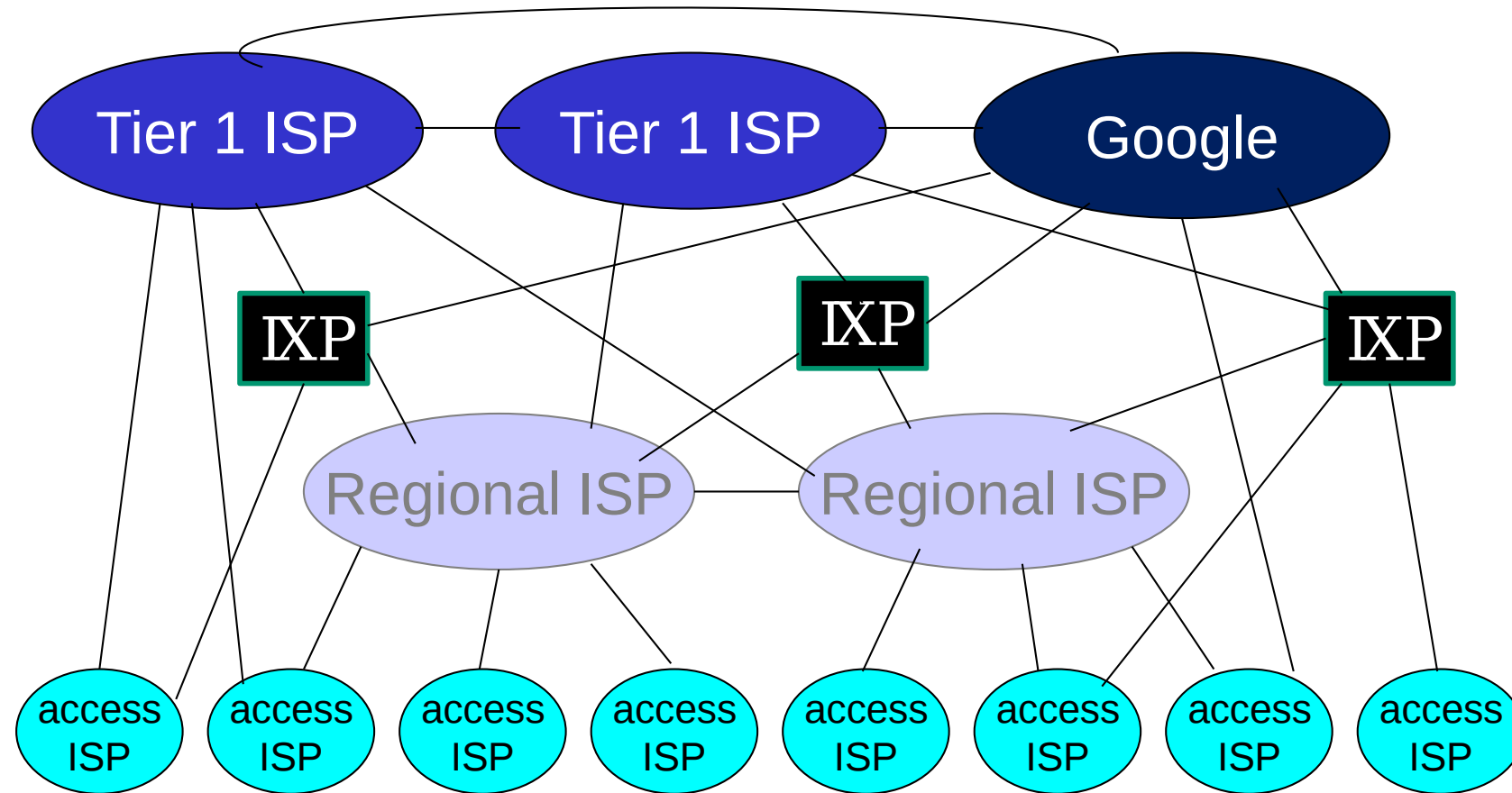


Estrutura da Internet: Rede de Redes (VIII)

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

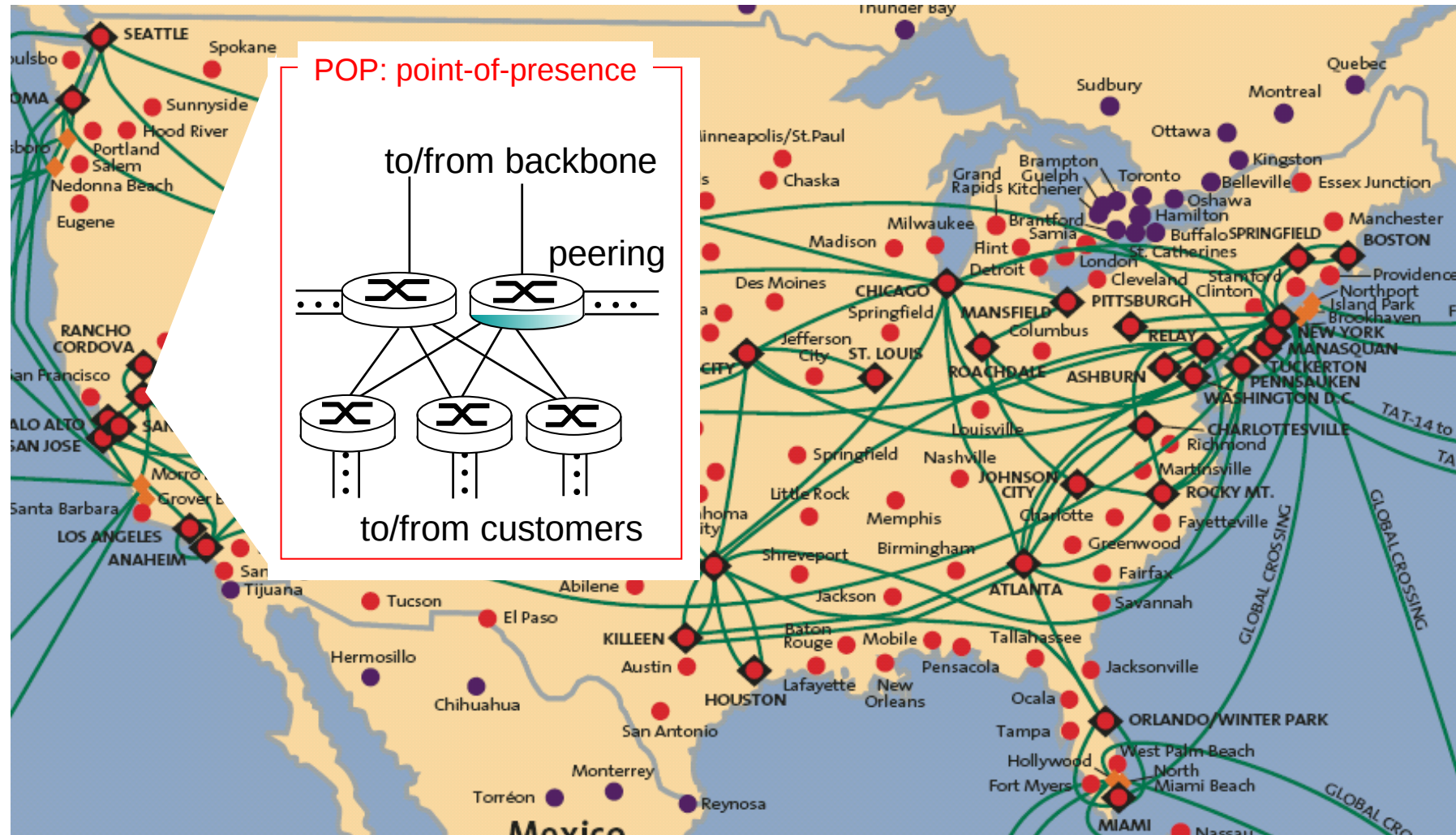


Estrutura da Internet: Hierarquia dos ISPs



- 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:**

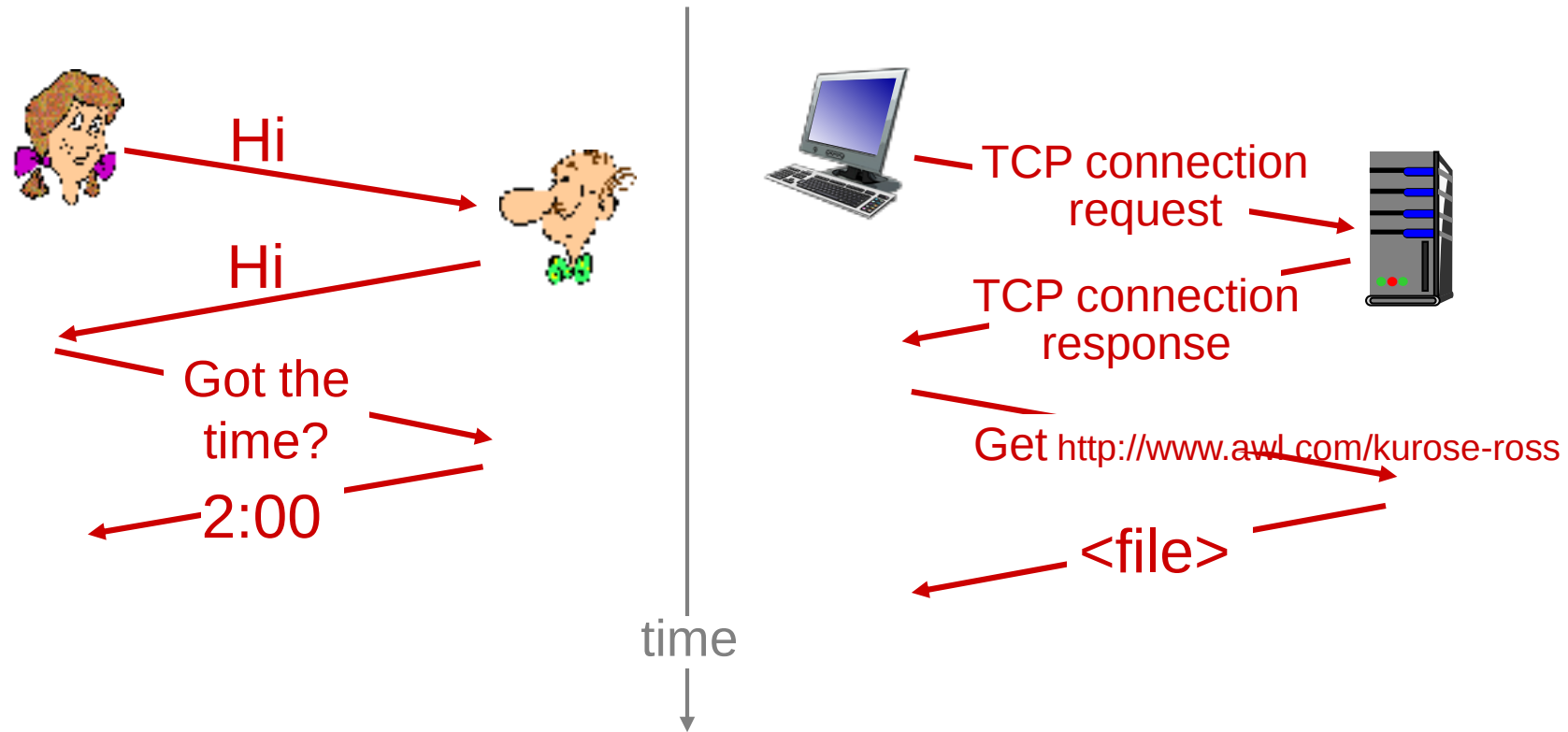
- “Que horas são?”
- “Posso fazer uma pergunta?”
- Apresentações.
- Mensagens específicas são enviadas.
- Ações específicas são tomadas quando mensagens são recebidas, ou em outros eventos.

- **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!