

Redes de Computadores

Nível de rede



Trabalho sob a Licença Atribuição-SemDerivações-SemDerivados 3.0 Brasil Creative Commons.
Para visualizar uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/br/>

Aula 14

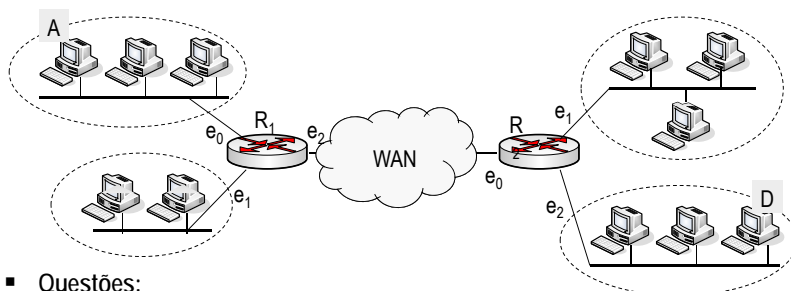
Nível de rede

Aplicação	Protocolo nível de aplicação	Aplicação
Apresentação	Protocolo nível de apresentação	Apresentação
Sessão	Protocolo nível de sessão	Sessão
Transporte	Protocolo nível de transporte	Transporte
Rede	Protocolo nível de rede	Rede
Enlace	Protocolo nível de enlace	Enlace
Físico	Protocolo nível de físico	Físico

Redes de Computadores

2

Introdução

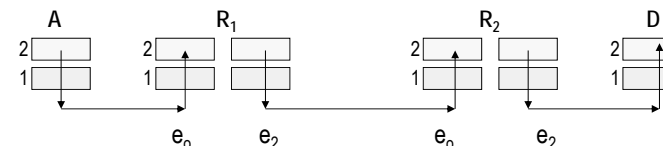


- Questões:
 - Camada de enlace e nível físico operam localmente permitindo a entrega de dados de um nó a outro na mesma rede física
 - Virtualização da camada de enlace = 'fio virtual' com mesma tecnologia
 - Não há como A enviar dados para nó D diretamente
 - Redes da origem A e B podem possuir tecnologias diferentes

Redes de Computadores

3

Solução possível: fazer repasses



- Novos problemas:
 - Como informar os endereços de origem (A) e destino (D) independente de tecnologia de enlace?
 - Como R₁ sabe que tem repassar os dados de A, destinados a D, para sua interface e₂?
 - Como identificar o nó D globalmente na rede?
 - Como chegar na rede (local) do nó D?

Conclusão: Falta algo!!

➡ Camada de Rede

Redes de Computadores

4

Camada de rede

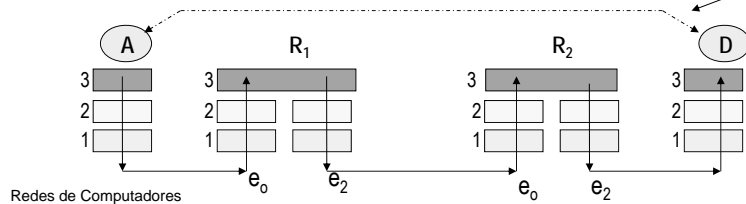
- Prover comunicação *host-to-host* em redes e inter-redes

- Inter-rede é obtida pela interligação de várias redes
 - Interconectadas através de sistemas intermediários
 - Sistemas intermediários são interligados por enlaces (*links*)

- É necessário:

- Endereçamento lógico: identificar origem e destino de forma unívoca e independente de tecnologia
- Roteamento: caminhos a serem seguidos até o destino

Comunicação (lógica) entre nó A e nó D



5

Modelo de serviços e tarefas da camada de rede

- Modelo de serviços (MR-OSI)

- Não orientado a conexão
- Orientado a conexão
- Diferenciados (não definido no MR-OSI)

- Funcionalidades essenciais

- Endereçamento lógico
- Roteamento

- Outras funcionalidades

- Encapsulamento
- Fragmentação e remontagem
- Controle de fluxo e/ou controle de erro
- Multiplexação

A implementação dessas funcionalidades é analisada caso a caso

- Necessidade de implementar (simplicidade, desempenho, custo etc...)
- Replicação ou não de esforços
- etc

Redes de Computadores

6

Endereçamento lógico

- O objetivo é identificar grupos ou elementos individuais

- Espaço de nomes

- Coleção de nomes válidos em um determinado escopo
 - Nome deve ser único, uniforme, independente de característica particular e de fácil memorização

- Hierárquico

- Espaço de nomes é infinito
- Baseado na definição de níveis e contextos

Ex.: sistema de nomes da Internet (www.inf.ufrgs.br), sistemas de arquivos (diretórios, subdiretórios e arquivos)

- Plano

- Finito (formado por um conjunto limitado de caracteres)
 - Ex.: placas de carros (ABC1234), endereços IP (192.168.20.1) etc

Redes de Computadores

7

Estudo de caso: Internet Protocol - IP

- Implementação da camada de rede na Internet

- Protocolo não orientado a conexão

- Realiza *best effort delivery* (não há garantia de entrega dos dados)

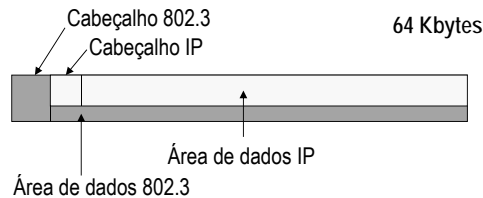
- Endereçamento lógico e roteamento centrado na abstração de endereço IP

Redes de Computadores

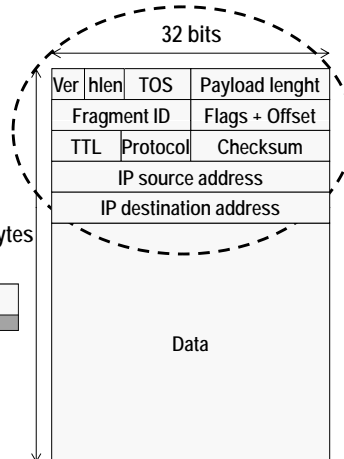
8

Datagrama IP

- Dados transferidos em unidades chamadas datagramas
- Gerencia fragmentação e remontagem dos dados
- Encapsulado em uma 2-PDU.:



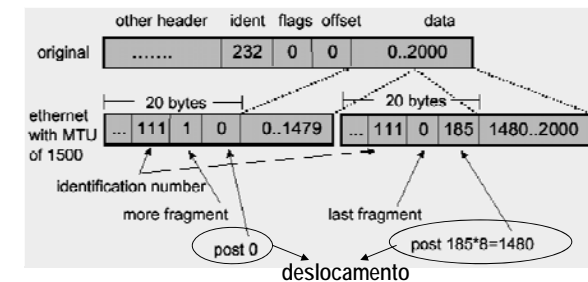
- Encapsula PDUs de transporte e de outros protocolos da camada de rede em sua área de dados



9

Fragmentação em datagramas IP

- Cada fragmento possui seu próprio cabeçalho
- Identificador, *flag more* e deslocamento (em unidades de 8 bytes)
 - Flag more = 0 e deslocamento = 0 → não é fragmento
 - Flag more ≠ 0 → é fragmento (posição deslocamento*8 no original)
 - Flag more = 0 e deslocamento ≠ 0 → é o último fragmento



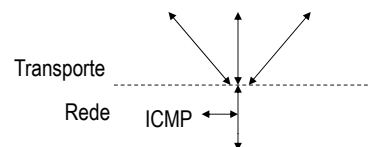
Redes de Computadores

10

Multiplexação em datagramas IPs

- Protocolo (8 bits)
 - Indicação do protocolo do nível superior
 - e.g.; 1=ICMP; 6=TCP; 17=UDP
 - Tarefa de multiplexação
 - Técnica que permite que várias mensagens utilizem o mesmo meio.
 - Demultiplexação no destino

Ver	hlen	TOS	Payload length
Fragment ID		Flags + Offset	
TTL	Protocol	Checksum	
IP source address			
IP destination address			



Redes de Computadores

11

Controle de erro em datagramas IP

- O protocolo IP NÃO faz:
 - Controle de fluxo
 - Controle de erro
 - Há apenas detecção de erro
- Checksum (16 bits)
 - Soma em complemento de 1's do cabeçalho
 - Verificado e recalculado a cada roteador

Ver	hlen	TOS	Payload lenght
Fragment ID			Flags + Offset
TTL	Protocol	Checksum	
IP source address			
IP destination address			

Redes de Computadores

12

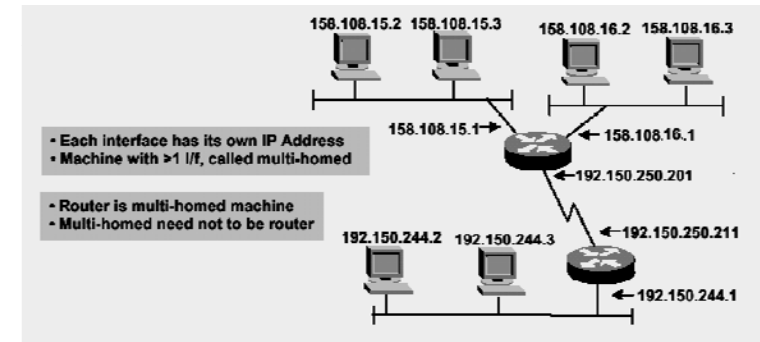
Endereçamento IP

- Um endereço IP é um número de 32 bits
- Representado como 4 números decimais (um por byte)
 - 192.168.20.5
- Dividido em duas partes:
 - Prefixo: endereço de rede (administrado globalmente)
 - Identifica de forma única e individual cada rede
 - Sufixo: endereço de hosts (administrado localmente)
 - Identifica de forma única e individual cada dispositivo de uma rede
- Propriedades:
 - O endereço IP é único (exceção que confirma a regra: endereços privados)
 - Embute informações sobre roteamento

13

Endereço IP

- Endereços são associados a interfaces de redes, não a máquinas
 - Uma interface de rede pode possuir mais de um endereço IP
 - Aliases ou interface virtual



Redes de Computadores

14

Classes de endereços IP

32 bits																																																																			
<table><tr><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td colspan="4">7</td><td colspan="4">24</td></tr></table>				7	6	5	4	3	2	1	0	7				24																																																			
7	6	5	4	3	2	1	0																																																												
7				24																																																															
<table><tr><td>1</td><td colspan="3">7</td><td colspan="16">24</td></tr><tr><td colspan="1">0</td><td colspan="5">rede</td><td colspan="26">host</td></tr></table>				1	7			24																0	rede					host																																					
1	7			24																																																															
0	rede					host																																																													
Classe A																																																																			
<table><tr><td colspan="16">128 redes</td><td colspan="16">Cada uma com</td></tr><tr><td colspan="16">0.0.0.0 a 127.0.0.0</td><td colspan="16">16777216 hosts</td></tr></table>				128 redes																Cada uma com																0.0.0.0 a 127.0.0.0																16777216 hosts															
128 redes																Cada uma com																																																			
0.0.0.0 a 127.0.0.0																16777216 hosts																																																			
<table><tr><td colspan="1">2</td><td colspan="13">14</td><td colspan="17">16</td></tr><tr><td colspan="1">10</td><td colspan="13">rede</td><td colspan="17">host</td></tr></table>				2	14													16																	10	rede													host																		
2	14													16																																																					
10	rede													host																																																					
Classe B																																																																			
<table><tr><td colspan="16">16384 redes</td><td colspan="16">Cada uma com</td></tr><tr><td colspan="16">128.0.0.0 a 191.255.0.0</td><td colspan="16">65536 hosts</td></tr></table>				16384 redes																Cada uma com																128.0.0.0 a 191.255.0.0																65536 hosts															
16384 redes																Cada uma com																																																			
128.0.0.0 a 191.255.0.0																65536 hosts																																																			
<table><tr><td colspan="3">3</td><td colspan="17">21</td><td colspan="9">8</td></tr><tr><td colspan="3">110</td><td colspan="17">rede</td><td colspan="9">host</td></tr></table>				3			21																	8									110			rede																	host														
3			21																	8																																															
110			rede																	host																																															
Classe C																																																																			
<table><tr><td colspan="16">2097152 redes</td><td colspan="16">Cada uma com</td></tr><tr><td colspan="16">192.0.0.0 a 223.255.255.0</td><td colspan="16">256 hosts</td></tr></table>				2097152 redes																Cada uma com																192.0.0.0 a 223.255.255.0																256 hosts															
2097152 redes																Cada uma com																																																			
192.0.0.0 a 223.255.255.0																256 hosts																																																			
<table><tr><td colspan="4">4</td><td colspan="24">28</td></tr><tr><td colspan="4">1110</td><td colspan="28">Endereço de <i>multicast</i></td></tr></table>				4				28																								1110				Endereço de <i>multicast</i>																															
4				28																																																															
1110				Endereço de <i>multicast</i>																																																															
Classe D																																																																			
224.0.0.0 a 239.255.255.255																																																																			



Endereços especiais!!!

15

Endereços Especiais

- Endereço de rede: zeros no sufixo
 - Classe B: 172.31.0.0
- Endereço de *broadcast* direto: 1's no sufixo
 - Classe B: 172.31.255.255
- Endereço de *broadcast*: 1's no prefixo e no sufixo
 - IP: 255.255.255.255
- Rota padrão (default) ou este computador
 - IP: 0.0.0.0
- Loopback: endereço de classe A (127.0.0.0)
 - Convencionado 127.0.0.1

NUNCA devem ser atribuídos a interfaces de equipamentos

Na prática:

$$2^n - 2$$

(n = nro de bits sufixo)

Redes de Computadores

16

Endereço privados

- Conjunto de endereços que podem ser usados por qualquer organização
 - Também denominados de privados, não roteáveis ou falsos
 - São usados em conjunto com o NAT (*Network Address Translation*)
 - Serviço que depende de informações da camada de transporte (NAPT)
- Constatação: nem toda máquina precisa ter endereço IP válido
 - Endereços IP especiais reservados para redes não conectadas (RFC 1918)

Classe	Inicial	Final	#hosts*
A	10.0.0.0/8	10.255.255.255/8	16.777.216
B	172.16.0.0/12	172.31.255.255/12	1.048.576
C	192.168.0.0/16	192.168.255.255/16	65.536

* descontar os endereços especiais

17

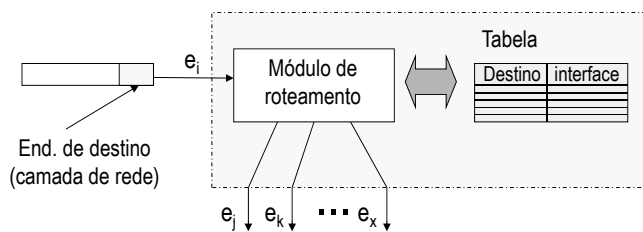
Noções básicas de roteamento

- Objetivo é determinar o melhor caminho para encaminhar dados de uma origem até o destino final
 - Pode ser estático ou dinâmico
- Pode ser feito
 - A cada datagrama (rede orientada a datagrama): datagramas de uma mesma comunicação podem seguir caminhos diferentes origem e o destino
 - No estabelecimento da conexão lógica (rede orientada a circuito virtual)
 - Datagramas “fluem” pelo mesmo caminho

18

Formas genéricas de executar o roteamento

- Pela fonte:
 - O transmissor determina a rota que um datagrama deve seguir
- Via tabelas (*hop-by-hop*):
 - Sistemas finais e intermediários devem manter tabelas de roteamento
 - Indicação do próximo roteador para o qual um datagrama deve ser enviado



O roteamento será estudado mais adiante

19

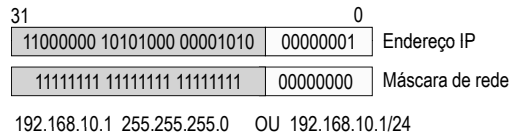
Procedimento de envio de dados

- Quando a origem e o destino estão na mesma rede
 - A entrega dos dados ocorre de forma direta, pois um transmite os dados na mesma rede que o outro “escuta”
- Quando a origem e o destino não estão na mesma rede
 - É necessário enviar os dados para o sistema intermediário (roteador) para que ele repasse os dados adiante até chegar ao seu destino
 - Entrega indireta
- Questão: como saber se a origem e o destino estão na mesma rede?
 - Resposta: Através dos prefixos de rede
 - E como se “isola” os prefixos de rede?

20

Máscara de rede

- Informação utilizada para definir qual a porção de um endereço IP identifica um prefixo (rede)
- Representação em notação decimal ou contagem de bits



- Máscaras *defaults*:
 - Classe A: 255.0.0.0
 - Classe B: 255.255.0.0
 - Classe C: 255.255.255.0

21

Curiosidades

- Faixas de endereços IPv4 reservados para documentação, livros, textos didáticos, etc
 - 192.0.2.0/24
 - 198.51.100.0/24
 - 203.0.113.0/24

Redes de Computadores

22

Leituras complementares

- Stallings, W. *Data and Computer Communications* (6th edition), Prentice Hall 1999.
 - Capítulo 15, seção 15.3 a 15.4
- Tanenbaum, A. *Computer Networks* (3th edition), Prentice Hall 1996.
 - Capítulo 5, seção 5.1, 5.5.3, 5.5.9, 5.5.7, 5.5.10
- Carissimi, A.; Rochol, J; Granville, L.Z; *Redes de Computadores*. Série Livros Didáticos. Bookman 2009.
 - Capítulo 5, seções 5.1 e 5.4 (5.4.1 e 5.4.2)

23