

Redes de Computadores

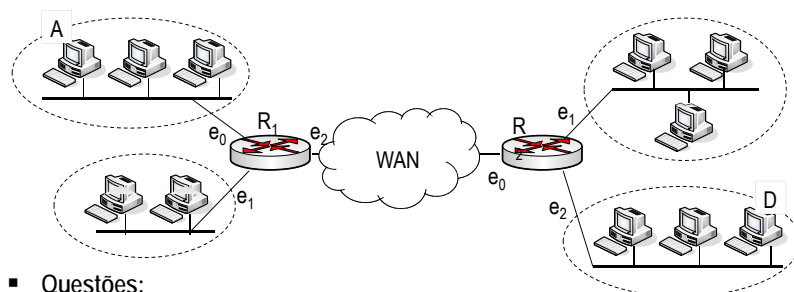
Nível de rede

Aula 15

Nível de rede

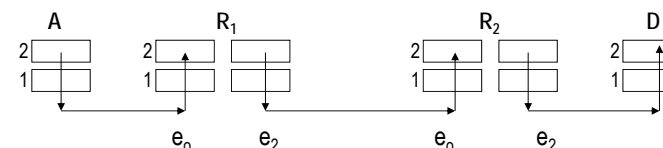
Aplicação	Protocolo nível de aplicação	Aplicação
Apresentação	Protocolo nível de apresentação	Apresentação
Sessão	Protocolo nível de sessão	Sessão
Transporte	Protocolo nível de transporte	Transporte
Rede	Protocolo nível de rede	Rede
Enlace	Protocolo nível de enlace	Enlace
Físico	Protocolo nível de físico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

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, possuem tecnologias diferentes

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

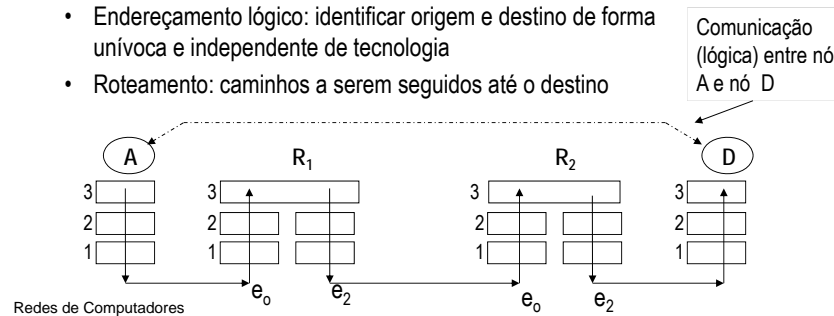
Camada de rede

- 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



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)

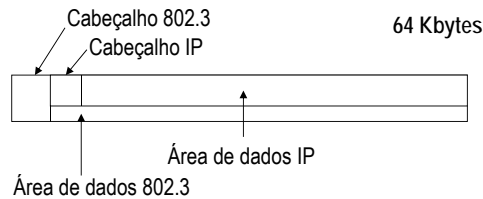
- Endereçamento lógico e roteamento centrado na abstração de endereço IP

Redes de Computadores

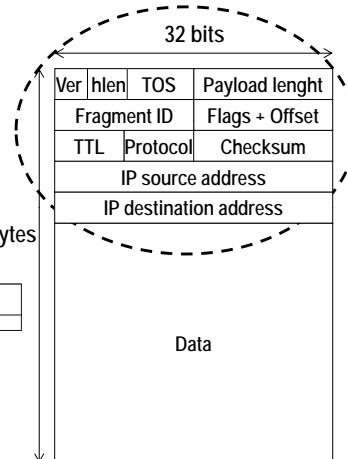
8

Datagrama IP

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

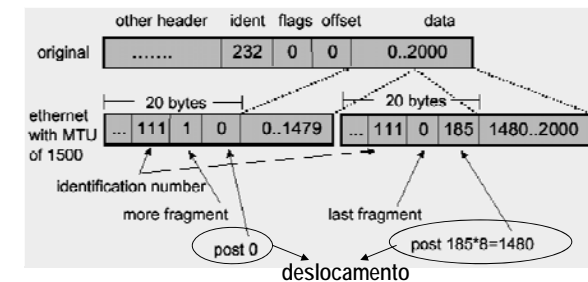


- Encapsula PDUs de transporte e de outros protocolos da camada de rede em sua área de dados



Fragmentação em datagramas IP

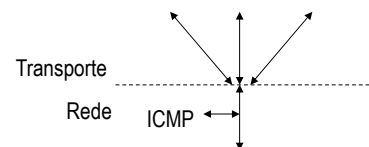
- Cada fragmento possui seu próprio cabeçalho
- Identificador, *flag more* e deslocamento (em unidades de 8 bytes)
 - Flag more = 0 e deslocamento = 0 → não é fragmento
 - Flag more ≠ 0 → é fragmento (posição deslocamento*8 no original)
 - Flag more = 0 e deslocamento ≠ 0 → é o último fragmento



Multiplexação em datagramas IPs

- Protocolo (8 bits)
 - Indicação do protocolo do nível superior
 - e.g.; 1=ICMP; 6=TCP; 17=UDP
 - Tarefa de multiplexação

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



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

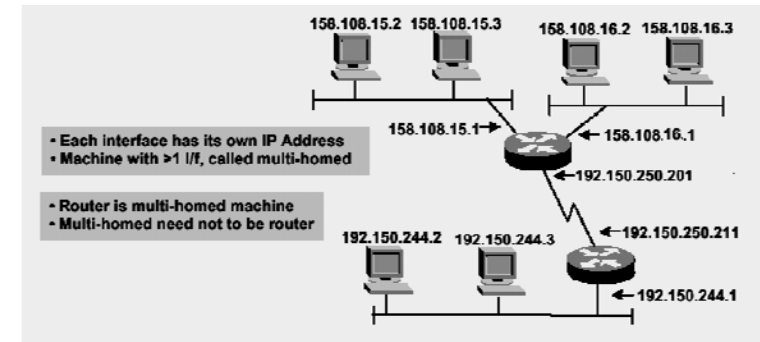
Ver	hlen	TOS	Payload length
Fragment ID			Flags + Offset
TTL	Protocol	Checksum	
IP source address			
IP destination address			

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

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



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>0</td><td colspan="4">rede</td><td colspan="4">host</td></tr></table>				0	rede				host										
0	rede				host														
<table><tr><td colspan="4">128 redes</td><td colspan="4">Cada uma com</td></tr><tr><td colspan="4">0.0.0.0 a 127.0.0.0</td><td colspan="4">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="4">2</td><td colspan="4">14</td><td colspan="4">16</td></tr></table>				2				14				16							
2				14				16											
<table><tr><td>10</td><td colspan="4">rede</td><td colspan="4">host</td></tr></table>				10	rede				host										
10	rede				host														
<table><tr><td colspan="4">16384 redes</td><td colspan="4">Cada uma com</td></tr><tr><td colspan="4">128.0.0.0 a 191.255.0.0</td><td colspan="4">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="4">3</td><td colspan="4">21</td><td colspan="4">8</td></tr></table>				3				21				8							
3				21				8											
<table><tr><td>110</td><td colspan="4">rede</td><td colspan="4">host</td></tr></table>				110	rede				host										
110	rede				host														
<table><tr><td colspan="4">2097152 redes</td><td colspan="4">Cada uma com</td></tr><tr><td colspan="4">192.0.0.0 a 223.255.255.0</td><td colspan="4">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="4">28</td></tr></table>				4				28											
4				28															
<table><tr><td>1110</td><td colspan="4">Endereço de <i>multicast</i></td></tr></table>				1110	Endereço de <i>multicast</i>														
1110	Endereço de <i>multicast</i>																		
224.0.0.0 a 239.255.255.255																			



Endereços especiais!!!

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)

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

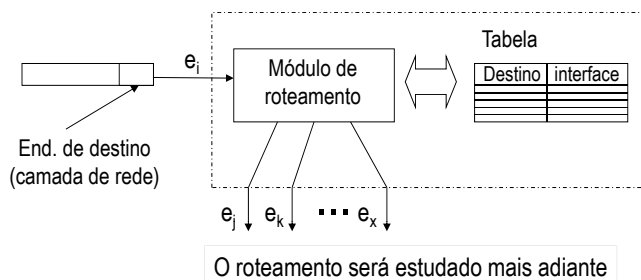
- Objetivo é determinar o melhor caminho para encaminhar dados de uma origem até o destino final
 - Pode ser estático ou dinâmico
- Pode ser feito
 - A cada datagrama (rede orientada a datagrama): datagramas de uma mesma comunicação podem seguir caminhos diferentes origem e o destino
 - No estabelecimento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

Redes de Computadores

18

Formas genéricas de executar o roteamento

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



Redes de Computadores

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?

Redes de Computadores

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

31	0	
11000000	10101000 00001010	00000001
Endereço IP		
11111111	11111111 11111111	00000000
Máscara de rede		
192.168.10.1 255.255.255.0 OU 192.168.10.1/24		

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

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)