

Exercícios

Leandro Ribeiro Rittes

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Joinville, Santa Catarina, Brasil 89219-710

leandro.ritttes1990@edu.udesc.br

- 1 Um hospedeiro destinatário, usando o protocolo IPv4, recebe quatro fragmentos em um enlace com MTU de 800 bytes. Sabendo que o cabeçalho IPv4 tem 20 bytes, mostre a sequência correta (final) dos fragmentos e determine o tamanho dos dados após a remontagem.

Fragmento 1: identificador = 234, tamanho = 292, deslocamento = 291, flag = 0

Fragmento 2: identificador = 234, tamanho = 796, deslocamento = 0, flag = 1

Fragmento 3: identificador = 234, tamanho = 796, deslocamento = 194, flag = 1

Fragmento 4: identificador = 234, tamanho = 796, deslocamento = 97, flag = 1

A ordem fica a seguinte devido o valor do deslocamento da janela:

Fragmento 2: identificador = 234, tamanho = 796, deslocamento = 0, flag = 1

Fragmento 4: identificador = 234, tamanho = 796, deslocamento = 97, flag = 1

Fragmento 3: identificador = 234, tamanho = 796, deslocamento = 194, flag = 1

Fragmento 1: identificador = 234, tamanho = 292, deslocamento = 291, flag = 0
(flag zero é do ultimo fragmento)

tamanho pacote - cabeçalho

$$796 - 20 = 776$$

$$292 - 20 = 272$$

Tamanho do pacote total

$$292 + 776 * 3 = 2600 \text{ bytes}$$

- 2 Considere o envio de um datagrama IP de 9000 bytes por enlaces com diferentes MTUs.

A figura abaixo resume o cenário de transmissão. O datagrama é enviado pelo hospedeiro identificado como “Origem” e deve ser entregue ao hospedeiro identificado como “Destino”. Suponha que o datagrama original esteja marcado com o número de identificação 221.

Pacote	Cabeçalho	MSS	ID	Deslocamento	Flag
1	20	8980	221	0	0

Neste cenário, o MTU corresponde a 1500, que é o menor tamanho de pacote que conseguimos transportar.

$\min(900, 1500) = 1500$ Para um MTU de 1500, é necessário descontar 20 Bytes do cabeçalho (padrão) IP.

Portanto, cada pacote terá um MSS de 1480 bytes e um cabeçalho IP de 20 bytes.

Logo, teremos.

$8980/1480$ corresponde a 6 pacotes, 1 pacote de MSS de 100 bytes e 20 de cabeçalho.

Pacote	Cabeçalho	MSS	ID	Deslocamento	Flag
1	20	1480	221	0	1
2	20	1480	221	185	1
3	20	1480	221	370	1
4	20	1480	221	555	1
5	20	1480	221	740	1
6	20	1480	221	925	1
7	20	100	221	938	0

Table 1. Total: $1480 * 6 + 100 = 8980$

Agora que o MTU está em 400, é necessário fragmentar novamente cada pacote que recebemos anteriormente.

É necessário reduzir pacotes para múltiplos de 8, assim, teremos pacotes de 376 bytes e um pacote de 100 bytes.

Pacote	Cabeçalho	MSS	ID	Deslocamento	Flag
1	20	376	221	0	1
2	20	376	221	47	1
3	20	376	221	94	1
4	20	376	221	141	1

Seguimos com o mesmo raciocínio para os próximos 5 pacotes

Pacote	Cabeçalho	MSS	ID	Deslocamento	Flag
1	20	376	221	0 + deslocamento	1
2	20	376	221	47 + deslocamento	1
3	20	376	221	94 + deslocamento	1
4	20	376	221	141 + deslocamento	1

O pacote 7 da fragmentação anterior ficará assim:

Pacote	Cabeçalho	MSS	ID	Deslocamento	Flag
1	20	100	221	0	0

Table 2. Total: $(376 * 4) * 6 + 100 = 9124$

Note que, além do excesso de cabeçalhos no pacote, ainda temos que enviar alguns bytes inúteis através da fragmentação.

Para a última etapa, não é necessário realizar a fragmentação, pois possuímos um MTU superior ao anterior. Assim, o procedimento anterior se repetirá.

Pacote	Cabeçalho	MSS	ID	Deslocamento	Flag
1	20	376	221	0	1
2	20	376	221	185	1
3	20	376	221	370	1
4	20	376	221	999	1

Pacote	Cabeçalho	MSS	ID	Deslocamento	Flag
1	20	376	221	0 + deslocamento	1
2	20	376	221	47 + deslocamento	1
3	20	376	221	94 + deslocamento	1
4	20	376	221	141 + deslocamento	1

Seguimos com o mesmo raciocínio para os próximos 5 pacotes
Para o pacote 7 da fragmentação anterior, vamos ter apenas

Pacote	Cabeçalho	MSS	ID	Deslocamento	Flag
1	20	100	221	0	0

Table 3. Total: $(376 * 4) * 6 + 100 = 9124$

3 Pesquisa: Como o protocolo IPv6 propõe tratar a fragmentação de pacotes? Cite a fonte de sua resposta.

No IPv4, a função de fragmentação dos pacotes estava a cargo do cabeçalho principal, através dos campos: Identificação, Flags e Fragmentação, respectivamente. Ocorre que a fragmentação só se faz necessária quando um pacote excede o limite máximo permitido pela tecnologia em uso, conhecido como MTU (Unidade Máxima de Transmissão).

O IPv6 apresenta uma vantagem adicional: a fragmentação não acontece mais nos dispositivos intermediários (roteadores), mas sim na origem do tráfego. Quando um roteador identifica que um pacote excedeu o MTU, ele envia uma notificação para a origem, informando que é necessário fragmentar os pacotes. Portanto, a origem realiza a fragmentação dos pacotes e emprega o cabeçalho de extensão conhecido como Fragmentation para indicar a conexão entre os pacotes fragmentados. Dessa forma, o destinatário é informado sobre o processo de fragmentação executado pela origem, que consegue recuperar o pacote original.

IPv6:

- Nova geração do IP proposta nos anos 90
- Endereços de 128 bits (muito maior espaço de endereçamento)
- Melhorias em roteamento, segurança, mobilidade e QoS
- Adoção ainda limitada devido a custos de migração e compatibilidade

Principais mudanças no IPv6:

- Cabeçalho simplificado com 8 campos e tamanho fixo de 40 bytes
- Remoção de campos obsoletos do IPv4
- Novo campo Identificador de Fluxo para QoS
- Uso de cabeçalhos de extensão para funcionalidades adicionais

Endereçamento IPv6:

- Três tipos: unicast, anycast e multicast
- Elimina broadcast, substituído por multicast
- Espaço de endereçamento extremamente amplo

Em resumo, o IPv6 resolve as principais limitações do IPv4, especialmente o esgotamento de endereços, e adiciona novas funcionalidades, mas sua adoção ainda é um processo em andamento.

Referência

<https://labcisco.blogspot.com/2014/11/diferencas-na-fragmentacao-de-pacotes.html>

<https://academiaderedes.com/conteudos/protocolos-de-rotaemento/ipv6/>