



Fundação CECIERJ - Vice Presidência de Educação Superior a Distância

Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação

Disciplina: Redes de Computadores I

AP3 - 1º semestre de 2008

Gabarito

- 1 **(2,0 pontos)** Em uma rede que emprega comutação por pacotes, considere o envio de pacotes de um *host* transmissor para um *host* receptor sobre uma dada rota com N roteadores.

- 1.1 **(1,0 ponto)** Enumere os retardos componentes (delays) do retardo fim-a-fim de um pacote e explique o significado de cada retardo.

Resposta:

- retardo de processamento: este retardo inclui o tempo para examinar o cabeçalho do pacote e determinar para qual saída será encaminhado. Este retardo também inclui o tempo para a verificação do pacote quanto aos possíveis erros introduzidos durante a transmissão no enlace;
- retardo de transmissão: este retardo depende do tamanho do pacote (L) e da taxa de transmissão (R) suportada, e seu valor é L / R ;
- retardo de propagação: é o tempo de propagação de um bit de um extremo do enlace até o outro e depende da velocidade de propagação do sinal no meio utilizado (S) e da distância (D) e seu valor é D / S ; e
- retardo de fila: tempo que o pacote aguarda na fila de entrada para ser encaminhado à fila de saída do roteador e o tempo de espera na fila de saída até que este seja o próximo pacote a ser transmitido na interface de saída.

- 1.2 **(0,5 pontos)** Quais destes atrasos são constantes e quais são variáveis?

Resposta:

- Retardo de processamento: constante;
- Retardo de transmissão: constante para um dado valor de L e R ;
- Retardo de propagação: constante para um dado valor de D e S ; e
- Retardo de fila: variável. Depende do nível de congestionamento da rede.

1.3 (0,5 pontos) Qual a expressão do retardo fim-a-fim?

Resposta: Para N roteadores atravessados da origem até destino, temos que:

Considerando retardos idênticos em cada um dos roteadores, a expressão seria a seguinte:

$$d_{\text{total}} = (N+1) * (d_{\text{fila}} + d_{\text{processamento}} + d_{\text{transmissão}} + d_{\text{propagação}})$$

Considerando retardos distintos nos roteadores, a expressão seria a seguinte:

$$d_{\text{total}} = \sum_{i=1}^{N+1} \{ d i_{\text{fila}} + d i_{\text{processamento}} + d i_{\text{transmissão}} + d i_{\text{propagação}} \}$$

Onde, d - significa "delay", ou seja, atraso.

- 2 (2,0 pontos) Considere a transferência entre dois sistemas finais de um arquivo de $F = N \cdot L$ bits num caminho com Q roteadores separados por enlaces de M metros de comprimento. Os enlaces entre os sistemas finais e seus roteadores de borda também possuem M metros de comprimento. Suponha que a velocidade de propagação ao longo dos enlaces seja de S metros/seg. Cada enlace transmite a R bits/seg. A rede está levemente carregada de modo que não há atrasos de enfileiramento. O atraso de propagação NÃO é desprezível. Suponha que a rede seja uma rede comutada por pacotes tipo datagrama e seja usado um serviço não orientado a conexões. Nesta rede, os $N \cdot L$ bits do arquivo são quebrados em N pacotes cada um com L bits. Suponha ainda que cada pacote possua 4H bits no cabeçalho. Qual o retardo para transmitir todo o arquivo?

Resposta: $[(Q + 1) * M / S] + [(Q + N) * (L + 4H) / R]$

- 3 (1,0 ponto) Considere um cliente HTTP deseja recuperar um documento Web em uma URL. O endereço IP do servidor HTTP é inicialmente desconhecido. O documento Web tem uma imagem GIF embutida e essa imagem reside no mesmo servidor do documento original. Quais os protocolos das camadas de transporte e aplicação além do HTTP são necessários nesse cenário?

Resposta:

Da camada de aplicação usamos o HTTP e o DNS.

Da camada de transporte usamos o TCP e o UDP.

- 4 (1,0 ponto) Qual a razão da necessidade de "temporizadores" nos protocolos para transferência confiável de dados (*reliable data transfer protocol - rdt*)?

Resposta: Os temporizadores servem para tratar as perdas de pacotes pelo canal de transmissão. Se uma confirmação para um pacote enviado, não é recebido, dentro do intervalo usado na temporização, então o pacote (ou seu ACK ou NAK) é considerado perdido e o pacote é retransmitido. Obviamente esta estratégia cria a possibilidade de pacotes em duplicata no receptor, mas este problema é resolvido através dos números de sequência.

- 5 (1,0 ponto) Qual a razão da necessidade dos “números de sequência” nos protocolos para transferência confiável de dados (*reliable data transfer protocol – rdt*)?

Resposta: Os “números de sequência” são utilizados para que o receptor rdt possa detectar se um pacote que acaba de ser entregue contém dados novos ou se trata-se de um pacote retransmitido. Se o protocolo faz transferência confiável de dados com paralelismo (*pipelined*), como é caso do protocolo Repetição Seletiva, os números de sequência servem também para que o receptor possa detectar pacotes perdidos ou recebidos fora de ordem. Nesse caso o receptor rdt deve preencher as lacunas no fluxo de *bytes* recebidos, antes da entrega dos dados para a aplicação.

- 6 (1,0 ponto) Para que serve o controle de fluxo realizado na camada de transporte da Internet? Explique como esse serviço é implementado.

Resposta: O controle de fluxo serve para evitar que o transmissor da conexão TCP envie mais dados que a capacidade de recepção do receptor dessa conexão TCP. Para tal, o transmissor precisa conhecer o espaço disponível no *buffer* de recepção do lado receptor da comunicação. Este dado é fornecido através do campo “Receive Window”, que está presente no cabeçalho do TCP e que indica o espaço, em *bytes*, disponível no *buffer* de recepção. Como o TCP é *full duplex*, o campo “Receive Window” é preenchido, no lado receptor da conexão, todas as vezes que um segmento é enviado para o lado transmissor. Com o mecanismo de controle de fluxo, um problema poderia ser ocasionado quando a janela de recepção disponível chegasse a zero. Nessa situação, o transmissor não enviaria dados para o receptor e caso o receptor não tivesse dados para enviar na conexão, o transmissor não teria como saber que o espaço na janela de recepção foi liberado. O TCP resolve este problema forçando o envio periódico de pacotes, por parte do transmissor, com apenas um *byte* de dados, quando a capacidade da janela de recepção chega a zero.

- 7 (1,0 ponto) Discorra sobre o mecanismo “Aumento Aditivo, Diminuição Multiplicativa” (*Additive-Increase, Multiplicative-Decrease - AIMD*) usado no controle de congestionamento realizado pelo TCP.

Resposta: A idéia usada no controle de congestionamento do TCP é que o remetente reduza sua taxa de transmissão (isto é, reduzindo o tamanho de sua janela) quando ocorre um evento de perda. A abordagem da “diminuição multiplicativa”, reduz à metade o valor da janela do remetente após um evento de perda de segmento. Esse processo se repete sempre um evento de perda é detectado, até o valor mínimo de 1 MSS (*Maximum Segment Size*). O TCP aumenta sua taxa de envio quando percebe que não há congestionamento, isto é, quando chegam confirmações para dados que ainda não tinham sido confirmados anteriormente. O TCP então aumenta sua taxa de envio lentamente, aumentando sua janela de transmissão em 1 MSS sempre que recebe uma nova confirmação, este é o “aumento aditivo”. Em resumo, o TCP aumenta sua taxa de envio aditivamente, quando percebe que o caminho fim-a-fim não está congestionado, e a reduz multiplicativamente, quando detecta (por meio de um evento de perda) que o caminho está congestionado.

- 8 **(1,0 ponto)** É possível que uma aplicação que executa sobre UDP possa se beneficiar da transferência de dados confiável? Se sua resposta é afirmativa, explique como isso é possível.

Resposta: Sim, desde que seja implementado na própria aplicação o código do protocolo, que realiza a transferência de dados confiável. Sem isso é impossível garantir a transferência de dados confiável, já que o UDP não oferece esse serviço.