Capítulo 1, Kurose & Ross

Fábio Alves Bocampagni

Faça os seguintes exercícios do livro texto (Kurose & Ross, 7a edição AMERICANA) -- atenção! Na primeira página, escreva e assine o seguinte: Fiz esse trabalho com a ajuda de **ninguém** e consultei **apenas o livro e materiais disponibilizados pelo professor no classroom.** A versão final do trabalho foi feita por mim de forma independente. Respostas sem no mínimo 3 frases de justificativa não contam ponto. Assinatura: Fábio Alves Bocampagni.

- **Introdução**

  Sabemos que o **delay de propagação** é o tempo que leva para o bit sair do host inicial e ir para outro nó da rede, pode ser um roteador, pode ser um host final. Os bits se propagam na velocidade máxima do link de conexão, velocidade a qual está diretamente conectada com o meio físico do link de conexão. O delay de propagação é a distância entre dois roteadores dividido pela velocidade de propagação $d_{prop} = D/S$ onde D é igual a distância entre o roteador A e o roteador B, e s é a velocidade do meio de propagação.

  É igualmente notório que o **delay de transmissão** é o tempo que o roteador X leva para propagar os bits que entram no mesmo, para outro link de conexão. Esse delay é dado em função do tamanho do pacote dividido pela taxa de transmissão do link de conexão. Algebricamente, podemos representá-lo por: $d_{trans} = L/R$

- ## P6

  A) Como visto na **introdução**, sabemos que o delay de propagação $d_{prop} = D/S$, é igual a distância entre os nós da rede dividido pela velocidade do link de conexão. Dessa forma, no contexto da alternativa, temos que $d_{prop} = m/s$

  B) Sabemos que $d_{trans} = L/R$, sendo L o tamanho do pacote e R a taxa de transmissão do link de conexão.

  C) Uma expressão para o delay do node A para o node B pode ser dada pela expressão do delay nodal, considerando nulos os delay de processamento e de fila. Dessa forma, teríamos o seguinte delay nodal:

  $$D_{nod} = d_{prop} + d_{trans}$$

  D) Depende. Se $d_{prop} > d_{trans}$, então o último bit do pacote ainda não chegou e está no link de conexão. Agora, caso $d_{prop} < d_{trans}$, o último bit do pacote já chegou ao destinatário B.

  E) Assumindo que $d_{prop} > d_{trans}$ e que $t = d_{trans}$. É possível afirmar que o primeiro bit do pacote ainda não chegou ao destinatário B e está no link de conexão entre os dois hosts. Como estamos falando de grandezas escalares (tempo), é sabido que o delay de propagação é um número maior que o delay de transmissão, dessa forma, é impossível que o bit tenha chegado ao host B num tempo menor que o seu delay de propagação, haja vista que $t = d_{trans}$.

F) Se o tempo do delay de propagação é menor que o tempo do delay de transmissão e estamos no tempo igual ao delay de transmissão, é possível afirmar que o primeiro bit do pacote já chegou ao destinatário B, porque o delay de propagação é o tempo que o bit leva para percorrer a distância entre A e B, dessa forma, como estamos em um tempo maior que o necessário para esse bit percorrer tal distância, é notório que o primeiro bit já chegou ao destinatário B.

G) Para acharmos o valor de m precisamos igualar ambos os tempos de delay. Como estamos falando de grandezas escalares de tempo, podemos igualar ambas as equações.

$$m/s = L/R$$
$$m = Ls/R$$
$$m = (120[bits] \; * \; 2.5x10^{8}[meters/sec])/56x10^{3}[bits/sec]$$

$$m = \frac{30000000000[bits*(meters/sec)]}{56x10^{3}[bits/sec]}$$

$$m = 535714.285714 \, metros$$
$$m \approx 536 \, quilômetros$$

• P8

A) Haja vista que sabemos que $150kbps$ deve ser reservado para cada usuário, o tempo inteiro, e sabemos que a capacidade do link de conexão é $3Mbps$ é possível calcular quantos usuários no sistema podem coexistir simultaneamente.

$$\frac{3 \, Mbps}{150 \, kbps} = 20$$

B) É sabido que cada usuário ativo tem apenas 10% do tempo, o qual é convertido para probabilidade como 0.1. Já que temos 20 usuários, a probabilidade de escolher 1 é 0.05. Para calcular essa probabilidade dado o número de usuário transmitindo é:

$$P = 0.05 \times 0.1 = 0.005$$

C) Para calcular a probabilidade que n usuários transmitam ao mesmo tempo, dado 120 usuários pode ser expressada usando a distribuição binomial:

$$P[n \; usuários \; transmitindo \; ao \; mesmo \; tempo] = 1 - \sum binomial(120, i) \times 0.1^{i} \times 0.9^{120-i}$$

$$i = [0, n]$$

D) Como sabemos que há 120 usuários, a probabilidade de 21 usuários transmitirem ao mesmo tempo pode ser calculada da mesma forma que na questão anterior, com o adendo de que devemos limitar nosso somatório a limites mais específicos dessa vez. Aplicando a condição $21 < n < 120$, a fórmula final fica:

$$P[mais\ de\ 21\ usuários\ transmitam\ simultaneamente] = \sum_{n=21}^{120} P[n\ usuários\ transmitindo\ ao\ mesmo\ tempo]$$

- **P9**

A) O número máximo de usuários que podem usar o canal pode ser encontrado pela capacidade do link e o que os usuários geram de dados:

$$N = \frac{1\ Gbps}{100\ kbps} = 10^4\ usuários$$

B) Análogo ao que fizemos no no **P8**, podemos expressar essa probabilidade por meio da distribuição binomial:

$$P[n\ usuários\ transmitindo\ ao\ mesmo\ tempo] = 1 - \sum binomial(M, i) \times 0.1^i \times 0.9^{M-i}$$

$$i = [0, n]$$

- **P10**

O primeiro host requer L/R_1 para transmitir o pacote para para link de comunicação. Por sua vez, o pacote propaga pelo link de comunicação em d_1/s_1. O roteador adiciona um delay de processamento d_{proc}. Depois de receber o pacote inteiro, o roteador conecta os dois link de comunicação e o segundo precisa de L/R_2 para transmitir o pacote para o outro link de comunicação. O pacote se propaga pelo segundo link de comunicação em d_2/s_2.

Analogamente, podemos achar o delay causado pelo segundo switch e o terceiro link: L/R_3, d_{proc}, $e\ d_3/s_3$.

Juntando todas as informações até então descobertas, temos o delay de ponta a ponta: $L/R_1 + L/R_2 + L/R_3 + d_1/s_1 + d_2/s_2 + d_3/s_3 + d_{proc} + d_{proc}$

Para resolver a segunda questão, apenas iremos substituir os valores na equação. O resultado será $64\ msec$.

- **P16**

O total de números de pacotes no sistema são aqueles presentes no buffer e também no pacote que está sendo transmitido, portanto $N = 10 + 1$

Haja vista a famosa fórmula da teoria das filas, *Little's formula*, que nos diz $N = ad$ e sabendo que a é a taxa de pacotes que chega no link de comunicação e d o delay total, então:

$$(10 + 1) = a * (delay\ de\ fila + delay\ de\ transmissão)$$
$$11 = a * (0.01 + 0.01) \rightarrow a = 550\ pacotes/segundo$$