

Fundamentos de Sistemas Computacionais (IC/UFRJ)

Aula 9: Redes de Computadores e a Internet - Atraso, perda e vazão em redes de comutação de pacotes

Prof. Silvana Rossetto (IC/CCMN/UFRJ)

Usuários de aplicações distribuídas que executam sobre a Internet gostariam que os serviços de comunicação transferissem tantos dados quanto desejam, instantaneamente, sem perdas. Mas isso não é possível de ser alcançado.

As redes de computadores:

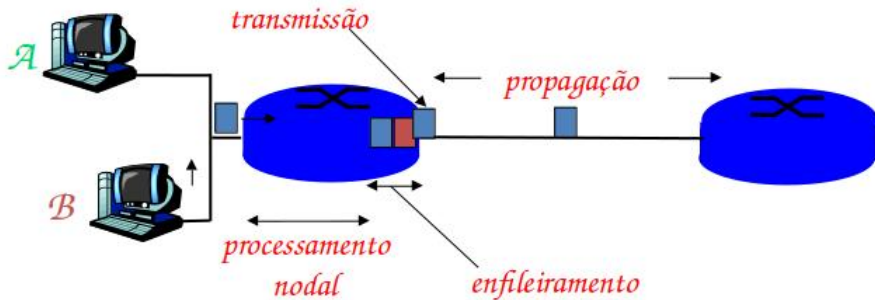
- restringem a vazão (quantidade de dados por segundo) entre sistemas finais
- apresentam atrasos
- podem perder pacotes

O lado interessante nessa história: as soluções já propostas e os esforços continuados para lidar com os desafios das leis naturais

Um pacote que viaja de A para B, passando por vários roteadores sofre vários tipos de atrasos:

- 1 atraso de processamento nodal
- 2 atraso de fila
- 3 atraso de transmissão
- 4 atraso de propagação

Atrasos em redes de pacotes



Tempo para:

- verificar erros em bits do pacote
- examinar o cabeçalho e decidir o enlace de saída (na ordem de microsegundos)

Tempo de **espera na fila** para ser transmitido

- o enlace precisa estar VAZIO e o pacote chegar ao TOPO da fila
- o número de pacotes na fila depende da **intensidade** e da **natureza** (periódico, rajada) do tráfego que está chegando na fila (na ordem de microsegundos a milisegundos)

Tempo para “empurrar” (transmitir/sinalizar) todos os bits do pacote para o enlace

- sendo o pacote de L bits e a taxa de transmissão de R bits/s, o atraso é de L/R

Tempo necessário para **propagar um bit** do início até o final do enlace

- depende da **velocidade de propagação** do meio (em geral, $2/3$ da velocidade da luz: $2 * 10^8 m/s$)
- sendo **d** a distância do enlace e **v** a velocidade do meio, o atraso será de d/v

Atraso de propagação X transmissão

- ① **atraso de propagação**: tempo para 1 bit percorrer o enlace, depende da velocidade e distância (**independe da qtde de bits!**)
- ② **atraso de transmissão**: depende do tamanho do pacote e da taxa de transmissão do enlace (**independe da distância!**)

(ver animação em:

https://media.pearsoncmg.com/ph/esm/ecs_kurose_compnetwork_8/cw/#interactiveanimations)

Tempo de espera para liberação do enlace de saída

- diferente dos demais, o **atraso de fila pode variar de pacote a pacote**
- precisa usar **medições estatísticas**

Seja **a** a taxa de pacotes que chegam na fila, **R** a taxa de transmissão do enlace e **L** o tamanho em bits dos pacotes:

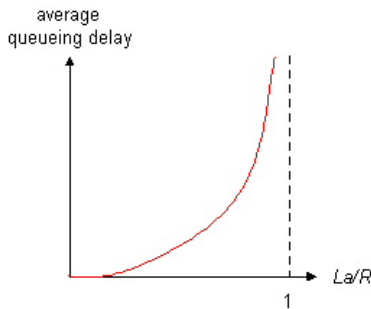
- taxa média de bits que chegam na fila: **$L \cdot a$ bits/s**
- a razão **$L \cdot a / R$** é denominada **intensidade de tráfego**
- quando a **intensidade de tráfego** se aproxima de 1, o tamanho médio da fila cresce indefinidamente

Atraso de fila e perda de pacotes

- La/R próximo de 0: tempo médio de espera na fila pequeno
- $La/R = 1$: atraso se torna grande
- $La/R > 1$: mais pacotes chegando do que sendo atendidos, tempo médio vai infinito

(ver animação em:

https://media.pearsoncmg.com/ph/esm/ecs_kurose_compnetwork_8/cw/#interactiveanimations)

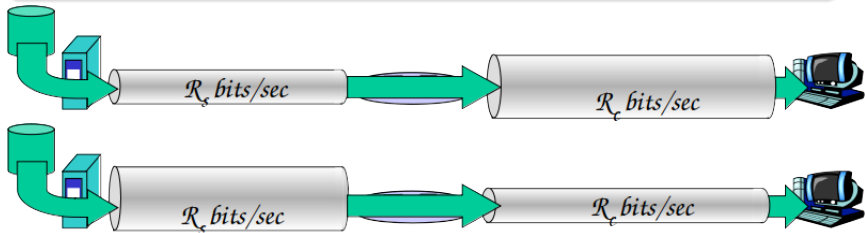


Throughput ou Vazão

Taxa (bits/tempo) na qual os bits são transferidos entre emissor e receptor

- **instantânea:** taxa em um dado instante de tempo
- **médio:** taxa ao longo de um período de tempo

Enlaces de menor taxa são o gargalo



- ① J. Kurose and K. Ross, **Computer Networking: A Top-Down Approach**, Addison-Wesley, 5^a ed., 2009