

USJT - FTCE

Atraso, perda e vazão em Redes de Computadores

Laboratório de Redes de Computadores

Prof. Me. Ricardo Girnis Tombi

25/03/2017

1. Objetivo

Determinação dos tipos de atrasos que constituem o atraso total em uma comunicação entre dois hospedeiros e verificação do comportamento dos atrasos em enlaces reais através de ferramentas como o *Tracert* e o *PingPlotter*.

2. Conceitos Abordados

Atraso de processamento, atraso de fila, atraso de transmissão e atraso de propagação.

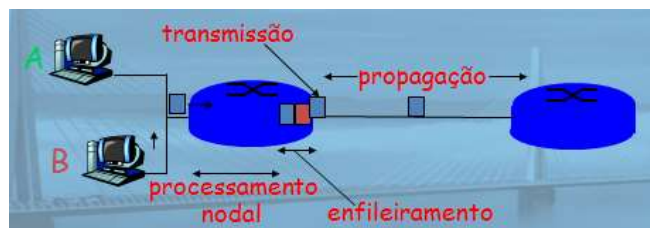
3. Material

- Computadores
- Tracert
- PingPlotter

4. Teoria

4.1 Fontes de Atraso

- i. Processamento Nodal
Verificação de erros de bit
Determinação do enlace de saída
- ii. Enfileiramento
Tempo de espera por transmissão no enlace de saída
Depende do nível de congestionamento do roteador
- iii. Transmissão
Tempo para enviar bits no enlace (L/R)
 R = largura de banda do enlace (bps)
 L = tamanho do pacote (bits)
- iv. Propagação
Tempo para os bits trafegarem pelo meio de transmissão da origem ao destino
Atraso de propagação (d/s)
 d = tamanho do enlace físico (m)
 s = vel. de propagação no meio (aprox. 2×10^8 m/s)



Fonte: Redes de Computadores e a Internet – Pearson Prentice Hall

4.2 Atraso Nodal

$$d_{\text{nodal}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{fila}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

- d_{proc} = atraso de processamento
normalmente, poucos microssegundos ou menos
- d_{fila} = atraso de enfileiramento
depende do congestionamento
- d_{trans} = atraso de transmissão
 L/R , significativo para enlaces de baixa velocidade
- d_{prop} = atraso de propagação
alguns microssegundos a centenas de ms

Nota: Atraso de Enfileiramento

R = largura de banda do enlace (bps)

L = tamanho do pacote (bits)

a = taxa média de chegada de pacote

Intensidade de tráfego = λa

$\lambda a \sim 0$: pequeno atraso de enfileiramento médio

$\lambda a \rightarrow 1$: atrasos tornam-se grandes

$\lambda a > 1$: mais "trabalho" chegando do que pode ser atendido, atraso médio infinito!

5. Procedimento Experimental

5.1 Ferramenta Traceroute

O Traceroute é uma ferramenta que permite descobrir o caminho feito pelos pacotes desde a sua origem até o seu destino. Ele é usado para testes, medidas e gerenciamento da rede. O traceroute pode ser utilizado para detectar falhas como, por exemplo, gateways intermediários que descartam pacotes ou rotas que excedem a capacidade de um datagrama IP. Com esta ferramenta, o atraso da "viagem" do pacote entre a origem e gateways intermediários são reportados, permitindo determinar a contribuição de cada gateway para o atraso total da "viagem" do pacote desde a origem até o seu destino.

Mecanismo de funcionamento: o traceroute fornece medida do atraso da origem ao roteador ao longo do caminho de fim a fim da Internet para o destino. Para todo i :

- ✓ Envia três pacotes que alcançarão roteador i no caminho para o destino
- ✓ Roteador i retornará pacotes ao emissor
- ✓ Emissor temporiza intervalo entre transmissão e resposta (RTT – Round Trip Time)



Fonte: Redes de Computadores e a Internet – Pearson Prentice Hall

Exemplo:

Traceroute: gaia.cs.umass.edu para www.eurecom.fr

```
1 cs-gw (128.119.240.254) 1 ms 1 ms 2 ms (Tres medições de atraso de gaia.cs.umass.edu para cs-gw.cs)
2 border1-rt-fa5-1-0.gw.umass.edu (128.119.3.145) 1 ms 1 ms 2 ms
3 cht-vbns.gw.umass.edu (128.119.3.130) 6 ms 5 ms 5 ms
4 jn1-at1-0-0-19.wor.vbns.net (204.147.132.129) 16 ms 11 ms 13 ms
5 jn1-so7-0-0-0.wae.vbns.net (204.147.136.136) 21 ms 18 ms 18 ms
6 abilene-vbns.abilene.ucaid.edu (198.32.11.9) 22 ms 18 ms 22 ms
7 nycm-wash.abilene.ucaid.edu (198.32.8.46) 22 ms 22 ms 22 ms
8 62.40.103.253 (62.40.103.253) 104 ms 109 ms 106 ms
9 de2-1.de1.de.geant.net (62.40.96.129) 109 ms 102 ms 104 ms
10 de.fr1.fr.geant.net (62.40.96.50) 113 ms 121 ms 114 ms
11 renater-gw.fr1.fr.geant.net (62.40.103.54) 112 ms 114 ms 112 ms
12 nio-n2.cssi.renater.fr (193.51.206.13) 111 ms 114 ms 116 ms
13 nice.cssi.renater.fr (195.220.98.102) 123 ms 125 ms 124 ms
14 r3t2-nice.cssi.renater.fr (195.220.98.110) 126 ms 126 ms 124 ms
15 eurecom-valbonne.r3t2.ft.net (193.48.50.54) 135 ms 128 ms 133 ms
16 194.214.211.25 (194.214.211.25) 126 ms 128 ms 126 ms
17 * * * (Sem resposta – sonda perdida, roteador sem resposta)
18 * * * (Idem)
19 fantasia.eurecom.fr (193.55.113.142) 132 ms 128 ms 136 ms
```

a) Identifique na rota acima quais linhas poderiam ser roteadores separados da origem por enlaces de longa distância (ex. transoceânicos/transcontinentais). Justifique sua resposta.

b) Qual o RTT médio registrado na linha 5, para o roteador jn1-so7-0-0-0.wae.vbns.net? Qual o RTT médio registrado na linha 8, para o roteador 62.40.103.253?

c) Cite os tipos de atraso que compõe o atraso total de uma transmissão. Você percebe que há uma diferença importante entre os atrasos das linhas 5 e 8. Cite qual destes componentes faz a principal diferença no atraso total das linhas 5 e 8.

d) Calcule os atrasos médios das linhas 15 e 16. Você pode identificar algum resultado não esperado? Se sim, o que ocorreu, e por quê?

e) Utilize o comando *tracert* do sistema operacional do seu computador para verificar as rotas a seguir.
Comando: *tracert* <endereço IP do destino>

Google: 173.194.118.81

Facebook: 31.13.73.113

UOL: 200.147.67.142

Para cada um dos destinos identifique:
Quantidade de passos até o destino:

Qual deles possui maior atraso fim a fim?

f) Abra o programa PingPlotter no seu computador e verifique como o mesmo apresenta as rotas para os destinos que você verificou com o comando *tracert* acima.
Este é um programa que apresenta uma interface gráfica para o Traceroute. Explore um pouco o mesmo.

5.2 Exercícios Complementares

a) Suponha que dois computadores, A e B estejam separados por uma distância de 20.000Km e conectados por um enlace direto de $R=2\text{Mbps}$. Suponha que a velocidade de propagação pelo enlace seja de $2,5 \times 10^8$ m/s. Pede-se:

i) Calcule o produto largura de banda-atraso ($R \cdot d_{\text{propag}}$)

ii) Considere o envio de um arquivo de 800 mil bits do computador A para o computador B. Suponha que o arquivo seja enviado continuamente, como se fosse uma única grande mensagem. Qual é o número máximo de bits que estará no enlace a qualquer dado instante?

iii) Interprete o produto largura de banda x atraso

iv) Qual é o comprimento (em metros) que um bit ocupa no enlace? Seria maior que um campo de futebol?

b) Com relação ao exercício anterior, suponha que R possa ser modificado. Para qual valor de R o comprimento de um bit será o mesmo que o comprimento do enlace?

c) Considerando o mesmo exercício, mas agora com um enlace de 1Gbps. Refaça os itens i), ii) e iv).

6. Conclusão
