

# Simulação de Eventos em Redes com QoS definido em Latência

José Tobias - 2016.1.08.007

## I. INTRODUÇÃO

UMA simulação de sistemas composto de diversos eventos com diferentes características é uma parte essencial do estudo para esta disciplina. Estes eventos, por mais diferenciadas que sejam as finalidades de suas ações, devem ter o objetivo comum de simular um determinado comportamento descrito para um sistema.

No caso da simulação proposta, devemos simular eventos que levem a circulação de pacotes, tipo *web* e CBR (*Constant BitRate* - Taxa de Transferência Contínua), por dentro de um sistema. Eventos que designam o momento da entrada e saída de pacotes *web* e início e fim de conexões VoIP (*Voice over IP* Voz sobre IP), responsáveis pelo envio de pacotes CBR, bem como o estado de um roteador do sistema, devem ser levados em consideração. Além disso, um mecanismo que priorize o atendimento de pacotes do tipo CBR deve estar presente.

Boas simulações devem ser embasadas em teorias que as façam válidas. Assim sendo, utilizaremos de fórmulas derivadas do funcionamento do sistema para se ter expectativa de sua utilização; bem como uma validação feita através da Lei de Little, que é um poderoso porém simples resultado extraído da Teoria das Filas.

Nosso sistema agora é orientado a eventos e não mais a estados, tornando a escalabilidade possível ao se adicionar novos estados ao sistema, não sendo mais necessário se ter consciência de todos os estados possíveis os quais o sistema pode se encontrar durante a execução. Isso requer algumas mudanças pontuais no sistema, nos induzindo a uma implementação sem falhas.

## II. INDUÇÃO

PRECISAMOS, antes de começar o desenvolvimento do sistema, entender suas características e evidenciar suas diferenças para o sistema previamente desenvolvido. Precisamos então entender e listar os eventos agora envolvidos, passando para uma análise de seus tratamentos para atendimento e por fim colocar as características novas do sistema para o balanceamento.

### A. Eventos

Como já dito, nosso sistema agora é orientado a eventos e não mais a estados. Eventos são acontecimentos que de certa forma impactam na execução do nosso sistema. Fica evidente então que dois eventos são triviais: chegada de pacotes *web* e chegada de conexões VoIP. A chegada de conexões VoIP trás consigo outro evento agregado, que é o de chegada de pacotes CBR. Temos dessa maneira então os seguintes eventos de chegada:

- 1) Chegada de pacotes *web*
- 2) Chegada de conexões VoIP
  - a) Chegada de pacotes CBR

Está chegada de eventos fará com que haja uma fila de pacotes *web* e uma fila de pacotes CBR a serem atendidas pelo nosso sistema que é composto de um roteador. Sendo assim, temos que ter um evento para atender a estas filas e fazer com que os pacotes passem por dentro do sistema e saiam. Este então é um evento de atendimento, que pode atender a uma das filas sozinhas, bem como fazer o balanceamento no caso de existirem pacotes em ambas:

- 3) Atendimento do sistema
  - a) Atende fila *web*
  - b) Atende fila CBR
  - c) Atende ambas as filas de maneira balanceada

Com estes três eventos e seus sub casos, conseguimos fazer uma implementação limpa e concisa do sistema. Precisamos agora entender como funcionará o atendimento dos eventos pelo sistema.

### B. Fila de Prioridade

Uma fila de prioridade substituirá a fase de tratamento de estados utilizada no sistema anterior, corroborando nossa análise de um sistema orientado a eventos e não mais a estados. Na implementação anterior, checava-se o estado do sistema para se achar quais eventos seriam escolhidos baseados no seu tempo e existência. Agora, uma fila de prioridade terá um evento destacado a ser atendido, ou seja aquele que ocorrerá no futuro mais próximo do sistema.

Os eventos que circularão por essa fila, já explicitados na Seção II-A, terão suas próprias características e devem ser entendidos para não se gerarem operações desnecessárias.

### C. Eventos 1 e 2

Começemos por entender os eventos 1 e 2. Ambos os eventos ocorrerão durante toda a execução da simulação, os mesmos não têm tempo de finalização. Ambos também, possuem um intervalo gerado que diz exatamente quando o próximo evento do mesmo ocorrerá. Estas características nos levam a entender que estes eventos pertencem de fato a uma mesma classe de eventos, e portanto podem ser simulados sendo oriundos de uma única entidade possuindo seu tipo e o tempo do seu próximo acontecimento. Observe que esses eventos serão circulares na nossa fila, pois os mesmos nunca serão extintos do funcionamento. Os eventos 1 geram pacotes diretamente para a fila de pacotes *web*.

O tratamento do evento 2a se dará de forma diferenciada, pois este evento será oriundo de um outro evento presente na fila, que é um evento de conexão. Este evento de conexão possui tempo de começo e duração, sendo assim um evento que só é circular durante um certo período e após isso sendo retirado permanentemente. Cada evento de conexão gerará um pacote CBR dado um certo intervalo fixado, fazendo com que a fila de pacotes CBR seja populada.

#### D. Eventos 3a, 3b e 3c

Temos que estes eventos, bem com os eventos 1 e 2, possuem muitas características em comum, pois nesse caso a sua diferença se encontra apenas em como o sistema fará o atendimento de cada um, mas suas características de acontecimento são as mesmas. Sendo assim, estes três eventos podem ser reduzidos apenas a um evento de número 3, que diz que o sistema deve atender uma espécie de serviço requisitado. Após atendido, este evento é para sempre retirado da fila, pois neste caso este evento não tem uma característica de intervalo pré definido.

#### E. Roteador

O nosso sistema de atendimento se reduz a controlar a rotatividade de eventos que permitem o acesso de pacotes a um roteador. Este roteador, ou sistema, possui apenas dois estados:

- 1) Trabalhando
- 2) Não trabalhando

Quando o roteador está trabalhando, significa que o sistema não pode receber pacotes neste momento pois há uma transmissão de pacote ativa, e os pacotes devem então esperar na fila.

### III. EXECUÇÃO

NO início, o estado inicial do sistema é: fila *web* vazia, fila CBR vazia, não existem conexões VoIP ativas e o sistema não está trabalhando. A chegada e atendimento de eventos se dá então deste ponto. Observe que apenas dois eventos podem acontecer sendo eles o evento 1, chegada de pacote *web*, ou o evento 2, chegada de conexão VoIP - pois os demais eventos são derivados destes.

Um ponto interessante a se notar é que, caso o roteador não esteja trabalhando e chegue um pacote CBR ou *web* para ser atendido pelo sistema ao mesmo tempo em que não há pacotes na outra fila para atendimento, esse pacote deve entrar em atendimento imediatamente, pois não faz sentido a espera pelo atendimento se o sistema se encontra disponível.

Como já se foi dado a entender, o sistema atende os pacotes de acordo com a sua capacidade, ou seja, quando o sistema finalizar a transmissão de um dado pacote, o mesmo deve buscar nas filas existentes um próximo pacote a ser atendido, até que não existam mais pacotes ou a simulação termine seu tempo.

#### A. QoS - Latência

Na implementação um artifício de QoS (*Quality of Service* - Qualidade de Serviço) é implementado, sendo ele o tempo de latência dos pacotes da fila CBR. Ou seja, os pacotes da fila CBR terão preferência sobre aqueles da fila *web* quando forem fazer sua entrada no roteador.

A preferência medida pela latência, ou seja o tempo de espera de cada pacote para entrar em atendimento estando na fila, usará os dois primeiros pacotes de cada fila para fazer o balanceamento. Os pacotes  $p_{CBR}$  da fila de CBR, no geral, serão atendidos quando sua latência for até duas vezes menor do que dos pacotes  $p_w$  da fila *web*, ou seja o roteador escolherá o pacote utilizando a regra de uma função de comparação como em:

$$\text{Atende}(p_{CBR}, p_w) = \begin{cases} p_w, & \text{se atraso } p_w > 2 * \text{atraso } p_{CBR} \\ \text{senão, } p_{CBR} \end{cases} \quad (1)$$

Isso trará garantia de que no final da execução do programa, os pacotes CBR em média terão uma latência menor do que os pacotes *web*, tendo como uma expectativa o fator 2.

### IV. FÓRMULAS DE UTILIZAÇÃO

AS fórmulas para se medir a utilização do sistema atual continuam as mesmas do sistema anterior. Segue então que utilizaremos os seguintes parâmetros:

- Para a parte *web*
  - $L_s$  - tamanho do link em Mega bits por segundo
  - $ps_w$  - tamanho médio dos pacotes *web* em Bytes
  - $pi_w$  - intervalo médio entre os pacotes *web* em segundos
- Para pacotes CBR em conexões VoIP
  - $L_s$  - tamanho do link em Mega bits por segundo
  - $ps_{CBR}$  - tamanho do pacote CBR em Bytes
  - $pi_{CBR}$  - intervalo médio dos pacotes CBR em Bytes
  - $ci_v$  - intervalo médio entre conexões VoIP em segundos
  - $cd_v$  - duração média das conexões VoIP em segundos

Assim sendo, derivando-se a fórmula dos parâmetros por meio de relações de crescimento, temos que:

- Fórmula para utilização WEB  $U_w$

$$ps_w = (0.5)550.0 + (0.4)40.0 + (0.1)1500.0 = 441.0^1$$

$$U_w = \frac{ps_w}{L_s pi_w} \quad (2)$$

- Fórmula para utilização de pacotes CBR em conexões VoIP

$$pi_{CBR} = 0.1(0.011 + 0.012 + \dots + 0.019 + 0.020) = 0.0155^1$$

$$U_{CBR} = \frac{cd_v ps_{CBR}}{L_s pi_{CBR} ci_v} \quad (3)$$

<sup>1</sup>Parâmetros retirados de valores passados em sala para serem utilizados

## V. RESULTADOS

A Tabela I mostra os resultados calculados pela fórmula de utilização e aqueles retornados pelo sistema, bem como os parâmetros utilizados.

$U_{CBR}$	$W_w$	$L_s(\text{Mb/s})$	$pi_w(s)$	$ps_{CBR}(B)$	$ci_v(s)$	$cd_v(s)$	tempo(s)	res
0.3	0.3	10	0.001176	1200	1.032	5	10000	0.6123
0.4	0.2	10	0.001764	1200	0.774	5	10000	0.6177
0.4	0.4	15	0.000588	1250	0.753	7	1500	0.8078
0.6	0.2	15	0.001176	1250	0.502	7	1500	0.8387
0.45	0.45	45	0.000174	1450	0.222	6	3000	0.9196
0.6	0.3	45	0.000261	1450	0.166	6	3000	0.9163
0.475	0.475	50	0.000149	1550	0.303	9	7000	0.9637
0.6333	0.3167	50	0.000229	1550	0.227	9	7000	0.9569

Tabela I

TABELA DE RESULTADOS E PARÂMETROS UTILIZADOS PELO SISTEMA

## VI. CONCLUSÃO

CREIO que eu tenha desempenhado um bom trabalho no entendimento da teoria. Infelizmente muitas coisas que eu gostaria de implementar não puderam ser possíveis por falta de tempo, e isso fica visível na baixa qualidade gráfica do trabalho. Tenho a convicção de que diagramas e imagens são partes importantes para se ajudar o entendimento.

No mais, acredito ter feito um bom trabalho. Agradeço ao professor pela tarefa, obrigado.