

AD 2016/2

Trabalho de Simulação

1 Objetivo

Escalonamento é uma forma esperta de economizar recursos de um sistema – ganhar desempenho a custo zero! O objetivo deste trabalho é avaliar o impacto das políticas de escalonamento em quantidades básicas do sistema.

2 Simulação

Vocês deverão simular os cenários abaixo indicados, e via simulação corroborar os resultados analíticos apresentados em sala.

Note que no enunciado não indicamos os parâmetros a serem usados em cada simulação. Isso faz parte do trabalho.

1. para cada item, trace um gráfico com um parâmetro que deseje variar no eixo x, e a métrica de interesse no eixo y
2. se a equação do problema de fato valer, ou seja, se a resposta for VERDADEIRO, indique via simulação que todos os resultados analíticos obtidos estão dentro do intervalo de confiança
3. se a equação não valer, ou seja, se a resposta for FALSO, mostre que a equação apresentada NÃO se enquadra dentro dos intervalos de confiança obtidos em simulação, em pelo menos um caso (contra-exemplo)

Observação importante: vocês decidem como irão querer variar os parâmetros, e quais gráficos desejam traçar. O importante é que, para cada item, vocês tenham ao menos um gráfico que indique claramente que o resultado analítico vale ou não para determinada política.

3 Trabalho Pendente

Note que uma das quantidades a serem analisadas é o trabalho pendente. Para estimar o trabalho pendente, quando um cliente chegar, você precisa saber a quantidade de trabalho associada a cada cliente que já se encontra no sistema. Portanto, assim que um cliente chegar, é importante associar a ele o seu trabalho, e armazenar essa informação enquanto o cliente estiver no sistema.

4 Escalonamento

Consider dois fluxos Poisson, com taxas λ_1 e λ_2 , chegando a uma fila M/G/1, cada requisição associada a tempo médio de serviço $E[X_1]$ e $E[X_2]$, e vida residual $E[X_{r1}]$ e $E[X_{r2}]$, respectivamente.

Seja $E[U]$ o serviço pendente no sistema encontrado por uma chegada típica, assim que ela chega ao sistema.

Considere as seguintes políticas de escalonamento.

1. FCFS sem distinção de classes (fila única)
2. LCFS sem preempção sem distinção de classes (fila única)

3. LCFS com preempção e sem distinção de classes (fila única)
4. FCFS sem preempção e com classe 1 com prioridade sobre classe 2
5. FCFS com preempção e com classe 1 com prioridade sobre classe 2

Indique para quais políticas cada uma das fórmulas se aplica. Atenção! Algumas fórmulas podem não se aplicar a nenhuma política, e várias fórmulas podem se aplicar a várias políticas. Justifique claramente cada uma das suas respostas.

1.

$$E[U] = \rho E[X_r] / (1 - \rho) \quad (1)$$

Vale para todas as políticas. Esse resultado é derivado a partir de uma fila virtual, na qual todos os clientes chegam a uma fila M/G/1 única, alimentada por dois fluxos Poisson.

2.

$$E[U] = E[X_{r1}]\rho_1 + E[X_{r2}]\rho_2 + \rho E[X_r] / (1 - \rho) \quad (2)$$

Não vale para nenhuma política. A equação acima seria equivalente a

$$E[U] = \rho E[X_r] + E[U] \quad (3)$$

O correto, no caso 1, seria,

$$E[W] = \rho E[X_r] + E[N_q]E[X] \quad (4)$$

$$= \rho E[X_r] + \rho^2 E[W] \quad (5)$$

Ou seja,

$$E[U] = E[X_{r1}]\rho_1 + E[X_{r2}]\rho_2 + \rho E[X_r] / (1 - \rho) \quad (6)$$

Note que faltou um ρ na questão.

3.

$$E[U] = E[N_{q1}]E[X_1] + E[N_{q2}]E[X_2] + E[X_{r1}]\rho_1 + E[X_{r2}]\rho_2 \quad (7)$$

Vale para os casos 1, 2 e 4. Não vale para os casos 3 e 5, porque no caso com preempção o cliente pode ter entrado e saído do sistema múltiplas vezes. No caso 1, a fórmula mais natural é

$$E[U] = E[N_q]E[X] + \rho E[X_r] \quad (8)$$

$$= (E[N_{q1}] + E[N_{q2}])E[X] + E[X_{r1}]\rho_1 + E[X_{r2}]\rho_2 \quad (9)$$

$$= (\lambda_1 E[U] + \lambda_2 E[U])E[X] + E[X_{r1}]\rho_1 + E[X_{r2}]\rho_2 \quad (10)$$

$$= (\lambda_1 + \lambda_2)E[U]E[X] + E[X_{r1}]\rho_1 + E[X_{r2}]\rho_2 \quad (11)$$

$$= E[U](\lambda_1 E[X_1] + \lambda_2 E[X_2]) + E[X_{r1}]\rho_1 + E[X_{r2}]\rho_2 \quad (12)$$

$$= E[N_{q1}]E[X_1] + E[N_{q2}]E[X_2] + E[X_{r1}]\rho_1 + E[X_{r2}]\rho_2 \quad (13)$$

$$= \frac{\rho E[X_r]}{1 - \rho} \quad (14)$$

Como vale para o caso 1, naturalmente vale também para o caso 2.

4. para clientes da classe 2,

$$E[T_2] = (E[X_2] + E[U])/(1 - \rho_1) \quad (15)$$

Vale só para o caso 5. Em todos os outros casos, o tempo de espera no sistema dos clientes do tipo 2 não é dado por interrupções exclusivas da classe 1. Mesmo no caso 4, deve-se calcular $E[W_2]$ e não $E[T_2]$ levando em conta as interrupções (no caso 4, serviços não são interrompidos).

5. para clientes da classe 2,

$$E[W_2] = E[U]/(1 - \rho_1) \quad (16)$$

Vale só para o caso 4. O argumento é similar ao discutido acima.

6. para clientes da classe i , $i = 1, 2$,

$$E[W_i] = E[U] \quad (17)$$

Vale para os casos 1 e 2. Não vale para os casos 3 e 5 porque os sistemas tem preempção. Não vale para o caso 4 porque, na classe 1, os clientes não precisam esperar pelos clientes da classe 2, e na classe 2, os clientes podem ter que esperar por mais do que apenas aqueles que encontram no sistema ao chegar.

- 7.

$$E[T] = E[X]/(1 - \rho) \quad (18)$$

Vale para o caso 3. Não vale para nenhum outro. Em todos os outros casos, o tempo de espera depende da vida residual.

- 8.

$$E[W_1] = E[X_1]/(1 - \rho_1) \quad (19)$$

Não vale em nenhum caso.

- 9.

$$E[W_1] = \rho_1 E[X_{r1}]/(1 - \rho_1) \quad (20)$$

Vale no caso 5. Não vale em nenhum outro caso, porque em todos os outros casos o tempo de espera de 1 depende também dos parâmetros associados à classe 2.

10. seja B a duração do período ocupado,

$$E[B] = E[X]/(1 - \rho) \quad (21)$$

Vale em todos os casos. A duração do período ocupado não depende da política de serviço.

5 Critérios de Avaliação

1. *completude*: o trabalho deve estar completo, ou seja, para cada um dos 10 itens e para cada política, deverá existir ao menos um gráfico que defenda ou não a corretude daquele item para aquela política. Note que você não precisa ter 50 figuras, porque algumas figuras podem conter múltiplos gráficos nelas, respondendo múltiplos itens
2. *corretude*: o seu simulador deve estar correto, e os resultados analíticos devem estar dentro do intervalo de confiança quando se aplicarem, e fora em ao menos um ponto quando não se aplicarem
3. *desafios*: você deve indicar, no relatório, os desafios encontrados
4. *depuração*: você deve indicar no relatório como fez para depurar o programa