

Trabalho de Simulação de MAB-515
Segundo Semestre de 2018 - Prof. Paulo Aguiar
Grupo de 3 alunos máximo
V.1

A data limite para a entrega do trabalho estará definida no site.

Os grupos devem estar definidos até 24/09, segunda-feira, devendo ser definido em sala de aula ou enviado um e-mail para aguiar@dcc.ufrj.br com o assunto Grupo AD 2018-2.

Alunos que estiverem sem grupos serão considerados como grupos individuais.
Após o dia 24/09, alteração de grupo só com a autorização do professor.

Objetivo

O foco deste trabalho de simulação será a implementação de uma simulação orientada a eventos discretos e que permita a obtenção de intervalos de confiança para algumas métricas de uma fila M/M/1, variando a disciplina de atendimento entre FCFS e LCFS.

Como a simulação de uma fila M/M/1 é essencialmente o mais fácil que podemos pedir, não será permitido o uso de quaisquer rotinas ou facilidade de geração de amostras de distribuição exponencial. O único recurso que poderá ser utilizado é o gerador de números aleatórios da linguagem de programação. Qualquer linguagem poderá ser utilizada. O tempo de simulação deverá ser uma variável real e necessariamente deverá ser implementada a lista de eventos.

O tempo médio de serviço será igual a 1s. Para as disciplinas FCFS e LCFS, a fila será analisada para as seguintes utilizações: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 0,9.

Deverão ser obtidos ICs de 95% e com precisão de 5%, ou seja, o tamanho do intervalo deverá ser no máximo 10% do centro do intervalo. Para a obtenção dos ICs será padronizado o método batch para todos os grupos, de forma que teremos apenas uma semente inicial. Cada grupo irá definir um método para o término da fase transiente para cada utilização e cada disciplina, e esta metodologia deverá estar explicada e documentada em seção própria do relatório.

Como para obter a precisão de 5% com a Chi quadrado são necessárias 3200 rodadas de simulação (independentemente do número k de coletas por rodada), será definido que deverá ser usado $n=3200$ também na obtenção do IC com a t-Student. Neste caso, o que terá que ser determinado é o número k de coletas por rodada.

Para cada fator de utilização e para cada disciplina, deveremos obter o IC para as seguintes métricas:

- a) Tempo médio de espera em fila, usando o IC para a média pela t-Student, usando 3200 rodadas. Para garantir a precisão de 5% em todos os níveis de utilização, o

número mínimo de coletas por rodada para cada disciplina, designados k_{min} (FCFS) e k_{min} (LCFS), deverão ser obtidos. Estes tamanhos de rodada deverão garantir a precisão de 5% para todos os níveis de utilização de forma independente da semente inicial. Esta independência da semente deverá ser comprovada no trabalho.

- b) Variância do tempo de espera em fila, usando a metodologia da Chi-quadrado, a partir dos tempos médios de espera estimados a cada rodada, e para cada disciplina. Neste caso, o IC deverá ser obtido inicialmente utilizando o valor k_{min} determinado no item (a). Se não houver sobreposição total dos intervalos (o centro do IC da t-Student estar dentro do IC da Chi quadrado e vice-versa), k_{min} deverá ser incrementado de 100 até que a sobreposição completa ocorra. A evolução do IC da Chi quadrado a cada incremento deverá ser documentada. Caso com o uso do k_{min} já haja sobreposição completa, o objetivo já estará conseguido. Espera-se que um aumento de k conduza a uma convergência dos cálculos dos dois intervalos de confiança e a simulação esclarecerá isso.
- c) Número médio da fila de espera em fila, usando o IC da t-Student, sendo o número médio por rodada calculado pela área. O IC para o número médio será aquele obtido com $n=3200$ e o k_{min} , obtido em (a).
- d) Variância do número de pessoas na fila de espera, com IC da Chi quadrado, obtido com $n=3200$ e o último valor de k (número de coletas por rodada) que garantiu a sobreposição completa.

Os resultados deverão ser fornecidos na forma de uma tabela ou forma equivalente, indicando a precisão do intervalo de confiança ou os seus limites, além do valor central do intervalo.

Os resultados poderão também ser apresentados na forma de gráficos, com o intervalo de confiança indicado.

Apesar do número médio de pessoas na fila de espera estar relacionado analiticamente com o tempo médio na fila de espera, estas métricas serão computadas diretamente pela simulação e a relação que existe entre elas será uma consequência e poderá ser usada como uma possível forma de comprovação da correção do programa de simulação.

A prova da operação correta do simulador deverá ser feita adicionalmente acompanhando um número selecionado de eventos em situações particulares (chegadas e serviços determinísticos para demonstração de correção pode ser interessante). Lembre-se que você deve mostrar que as estruturas estão sendo tratadas corretamente e que as estatísticas estão também sendo coletadas sem erro. Você deverá documentar esta depuração e anexá-la ao relatório. Não adianta apenas dizer que fez isso ou aquilo. Tem que apresentar dados.

Os valores analíticos para a média e a variância do número de pessoas na fila de espera, bem como a média e variância para o tempo de espera, podem ser determinados. Se você conhece estes resultados, eles podem servir de rumo para a compreensão da simulação, mas

não podem ser utilizados para demonstrar a correção do simulador. Numa simulação mais complexa valores analíticos não são conhecidos e a indicação de implementação correta deve ser encontrada através de cenários específicos.

O relatório deverá incluir necessariamente as seções especificadas abaixo. Notas serão dadas a cada sessão individualmente. A soma das notas das sessões constituirá a nota final do relatório.

Na página de rosto do seu trabalho descreva a participação de cada integrante do grupo na produção do trabalho. Esta indicação de participação é obrigatória e deve ser assinada por todos os integrantes. Sem esta indicação o trabalho não será corrigido.

1) Introdução (10 pontos)

Descreva com detalhes a implementação do simulador, explicando:

- Funcionamento geral do simulador;
- Os eventos escolhidos;
- Estruturas internas utilizadas;
- A linguagem utilizada e a forma de geração das variáveis aleatórias envolvidas (facilidades de geração de número aleatório da linguagem utilizada); mostre como a semente inicial é escolhida;
- Indicar como implementou o conceito de cores ou equivalência e explicar como o término de uma rodada acontece.
- Na determinação da precisão do intervalo de confiança, indicar como se determinou o tamanho da rodada (k_{min}) e qual o procedimento para parar o incremento de k_{min} no caso do IC da variância pela Chi quadrado.
- Para a coleta das estatísticas, especialmente no caso do número de pessoas na fila de espera, indique como o cálculo foi feito.
- Indique a máquina utilizada e o tempo total para rodar a simulação e apresentar todos os resultados, para todas as utilizações e as duas disciplinas de atendimento.
- Outras informações pertinentes

2) Testes de Correção (10 pontos)

Nesta seção você descreverá os testes de correção que foram efetuados para garantir o pleno funcionamento do simulador. Você deve demonstrar que o seu programa está simulando exatamente e com correção o esquema proposto. Fórmulas analíticas não podem ser utilizadas para garantir a correção. Servem apenas de orientação, pois na maioria das vezes partimos para a simulação exatamente por não termos os resultados analíticos.

Procure rodar o simulador com cenários determinísticos com estatística conhecida, demonstrando que a geração dos eventos e a coleta de estatística estão corretos.

3) Estimativa da fase transiente (10 pontos)

Nesta seção você descreverá como a fase transiente foi estimada para os diversos valores de ρ e qual a métrica que foi observada para determinar o final da fase transiente e porquê ela foi escolhida. Com o simulador operando, você pode justificar suas escolhas, mas tem que apresentar dados que comprovem a conclusão encontrada. O método exato de determinar o final da fase transiente e os valores obtidos para cada disciplina e para cada valor de utilização devem ser documentados, qualquer que seja o método escolhido para determinar o fim da fase transiente.

Ainda que a fase transiente no método batch, que deverá ser usado por todos tenha menor influência no resultado, a determinação da fase transiente é obrigatória, pois é um exercício para determinar a entrada em equilíbrio do sistema. Você terá que justificar suas escolhas. Este é um processo empírico, mas as dicas na apostila ajudam.

Procure demonstrar a influência da escolha da fase transiente na qualidade das medidas. A determinação da fase transiente deve ser independente da semente inicial. Comprove isso no relatório.

Com 3200 rodadas de simulação sendo executadas, o tamanho da fase transiente tende a ser relativamente irrelevante, se o tamanho de rodada for escolhido de forma adequada. Ignore isso, e determine a fase transiente com a importância que teria se fosse utilizado o método replicativo.

4) Tabelas com os resultados e comentários pertinentes (50 pontos)

Apresente todos os ICs como solicitado. No caso da evolução do IC para a variância, procure mostrar a convergência com o incremento do número de coletas por rodada (incremento de k_{min}). Mostre isso graficamente ou tabelando.

5) Conclusões (10 pontos)

Coloque aqui seus comentários finais.

Descreva dificuldades encontradas, as otimizações feitas, e outras conclusões que você tirou do trabalho. Comente o que poderia ser melhorado, como, por exemplo, o tempo de execução do seu programa, caso haja soluções nitidamente mais eficientes. Adicione quaisquer comentários que você julgar relevante.

Cada uma das seções terá sua avaliação. Portanto, não deixe de colocar nenhuma seção no seu relatório. Não deixe de ler o capítulo de simulação na apostila.

6) Anexo - Listagem documentada do programa (10 pontos)

A documentação do programa fonte deverá ser feita com rigor, explicando cada sub-rotina ou passo da programação. Código fonte sem comentários não é aceitável. A listagem do código fonte deve ser um anexo ao relatório.

As instruções para rodar o executável (em Linux ou Windows 10) devem estar no relatório.

Se o Grupo usar alguma linguagem específica, ele deve compilar o ambiente e apresentar um executável que rode sem necessidade de instalação especial, em Windows 10 ou Ubuntu. O programa será testado com alguns valores particulares para averiguar sua correção e integridade.

Se solicitado, o grupo deve estar preparado para uma apresentação do trabalho e demonstração de sua operacionalidade. O executável deve ser passível de ser rodado, no mínimo, com uma escolha arbitrária do número de fregueses por rodada, da utilização e da semente inicial.

O relatório completo deve ser entregue impresso (e não em mídia eletrônica).