

Avaliação de Desempenho / Tratamento de Incertezas

2023/2

Projeto Simulação

30 de outubro de 2023

1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é proporcionar um contato prático com a ferramenta JMT, muito utilizada para análise/simulação de processos estocásticos.

2 A Ferramenta JMT

A ferramenta JMT (*Java Modelling Tools*) é uma suíte de aplicativos desenvolvidos para a modelagem de sistemas (processos) estocásticos, possibilitando a avaliação de desempenho desses sistemas através técnicas analíticas e de simulação. A ferramenta é livre e está disponível em <http://jmt.sourceforge.net/>.

Para o desenvolvimento deste trabalho você deve usar o módulo *JSIMgraph* do JMT. Esse módulo possui uma interface gráfica para a construção de modelos de filas e subsequente análise por técnicas de simulação. O módulo *JSIMgraph* está descrito no capítulo 3 do manual da ferramenta, disponível em http://jmt.sourceforge.net/Papers/JMT_users_Manual.pdf. Leia também o apêndice A para se familiarizar com a terminologia usada na ferramenta. *Obs.: a ferramenta JMT possui vários outros módulos que não são necessários para este trabalho. Certifique-se de utilizar o módulo correto para evitar dificuldades desnecessárias.*

3 Elaboração do Trabalho

O desenvolvimento do trabalho consiste dos seguintes passos:

1. Fazer o *download* da ferramenta JMT. Instalá-la e entender o funcionamento do módulo *JSIMgraph*.
2. Criar 4 modelos de sistemas de filas no *JSIMgraph* e analisá-los através de simulação.
3. Escrever um (breve) relatório descrevendo os resultados obtidos.

Sobre os modelos: Os quatro modelos que devem ser desenvolvidos estão descritos na próxima seção. Crie cada modelo em um arquivo separado do *JSIMgraph* (extensão `.jsimg`). Em cada arquivo de modelo devem estar devidamente definidos: (i) a topologia do sistema, (ii) os parâmetros de chegada e serviço dos clientes, e (iii) as métricas para análise. Esses arquivos devem ser enviados como solução do trabalho.

Sobre o relatório: O relatório deve ser enviado como um arquivo PDF contendo algumas poucas páginas descrevendo os resultados obtidos com a simulação de cada modelo. O relatório deve conter, para cada um dos 4 modelos: (i) uma figura da topologia do sistema, (ii) uma solução analítica (fórmula) das métricas pedidas (quando aplicável), (iii) a especificação das métricas de simulação e os seus valores, e (iv) uma breve comparação entre os itens (ii) e (iii).

Com relação ao item (ii), para cada modelo são pedidas métricas específicas. Os modelos para os quais são pedidas soluções analíticas são modelos clássicos da Teoria de Filas. Sendo assim, uma breve consulta ao capítulo 8 do livro do Ross permite obter todas as fórmulas necessárias.

4 Modelos

Desenvolva na ferramenta os modelos abaixo e analise-os segundo as métricas indicadas em cada seção. Relembrando algumas das métricas mais comuns:

- L : número médio de clientes no sistema.
- W : tempo médio que um cliente passa no sistema.
- L_Q : número médio de clientes esperando na fila.
- W_Q : tempo médio que um cliente passa esperando na fila.

4.1 Modelo 1

Descrição: Considere um modelo de cliente/servidor aonde um único servidor atende uma fila de clientes. O tempo de atendimento do servidor é exponencialmente distribuído com média de 0.25 u.t. (unidades de tempo) por cliente. A chegada de clientes é um Processo de Poisson com um tempo médio entre chegadas de 0.5 u.t. Ao chegar no sistema, um novo cliente entra no final da fila, que segue uma política simples de FIFO (*First In-First Out*).

Análise: Para esse modelo, determine analiticamente as fórmulas que descrevem L , W e W_Q . Realize uma simulação no *JSIMgraph* para obter os valores simulados destas mesmas métricas. Compare os valores simulados com os valores obtidos pelas fórmulas para validação do resultado.

4.2 Modelo 2

Descrição: Considere um modelo de cliente/servidor aonde um único servidor atende uma fila de clientes de tamanho limitado. O tempo de atendimento do servidor é exponencialmente distribuído com média de 0.35 u.t. por cliente. A chegada de clientes é um Processo de Poisson com um tempo médio entre chegadas de 0.5 u.t. Ao chegar no sistema, um novo cliente entra no final da fila, que segue uma política simples de FIFO. No entanto, neste modelo, o sistema admite no máximo 10 clientes (1 cliente sendo atendido e outros 9 na fila). Um cliente que chega e encontra o sistema cheio vai embora sem entrar na fila.

Análise: Para esse modelo, determine analiticamente as fórmulas que descrevem L e W . Realize uma simulação no *JSIMgraph* para obter os valores simulados das métricas L , W , W_Q e taxa de descarte (*drop rate*). Para L e W , compare os valores simulados com os valores obtidos pelas fórmulas para validação do resultado.

4.3 Modelo 3

Descrição: Considere um modelo de cliente/servidor aonde cinco servidores atendem simultaneamente uma fila de clientes. O tempo de atendimento de cada servidor é exponencialmente distribuído com média de 1.0 u.t. por cliente. A chegada de clientes é um Processo de Poisson com um tempo médio entre chegadas de 0.25 u.t. Ao chegar no sistema, um novo cliente entra no final da fila, que segue uma política simples de FIFO.

Análise: Para esse modelo, realize uma simulação no *JSIMgraph* para obter os valores das métricas L , W e W_Q .

4.4 Modelo 4

Descrição Considere um modelo de cliente/servidor aonde dois servidores atendem os clientes em sequência. A chegada de clientes é um Processo de Poisson com um tempo médio entre chegadas de 0.5 u.t. Ao chegar no sistema, um novo cliente entra no final da fila para o servidor 1. Após ser atendido pelo servidor 1 o cliente segue imediatamente para a fila do servidor 2. Após ser atendido pelo servidor

2 o cliente deixa o sistema. Ambas as filas têm capacidade ilimitada e seguem uma política FIFO. O tempo de atendimento de ambos os servidores é exponencialmente distribuído com média de $\frac{1}{3}$ u.t. para o servidor 1 e média de 0.25 u.t. para o servidor 2. Esse tipo de modelo é chamado *sistema de filas sequencial* ou *tandem*.

Análise Para esse modelo, determine analiticamente as fórmulas que descrevem L e W . Realize uma simulação no *JSIMgraph* para obter os valores simulados destas mesmas métricas. Compare os valores simulados com os valores obtidos pelas fórmulas para validação do resultado.

5 Regras para Desenvolvimento e Entrega do Trabalho

- **Data da Entrega:** O trabalho deve ser entregue até às 23:55 h do dia 06/11/2023. Não serão aceitos trabalhos após essa data.
- **Grupo:** O trabalho deve ser feito em dupla. (Não serão aceitos grupos com mais integrantes. Organize-se com antecedência para formar o grupo de sua preferência. Porém, serão aceitos também trabalhos feitos individualmente.)
- **Como entregar:** Pela atividade criada no Classroom. Envie um arquivo compactado com todo o seu trabalho. A sua submissão deve incluir os arquivos dos modelos desenvolvidos no JMT (arquivos *.jsimg) e o relatório (em formato PDF) com o conteúdo especificado anteriormente. **Somente uma pessoa do grupo deve enviar o trabalho no Classroom. Coloque o nome de todos os integrantes do grupo no nome do arquivo do trabalho.**

6 Avaliação

- O trabalho vale 2.0 pontos na média do semestre.
- Caso seja detectado plágio (entre alunos ou da internet), todos os envolvidos receberão nota zero.
- A critério do professor, poderão ser realizadas entrevistas com os alunos, sobre o conteúdo do trabalho entregue. Caso algum aluno seja convocado para uma entrevista, a nota do trabalho será dependente do desempenho na entrevista. (Vide item sobre plágio, acima.)