
Exercícios

Carlos Marcelo Pedroso, Universidade Federal do Paraná

Lista de exercícios sobre Simulação de Sistemas para disciplina EELT7055 do curso de Pós Graduação em Engenharia Elétrica da UFPR, 2025.

1 Cluster de Servidores

Considere um sistema onde dois servidores (M_1 e M_2) operando independentemente. O funcionamento do cluster só é interrompido se **ambas as máquinas falharem simultaneamente**.

Distribuições de Tempo de Falha e Reparo

- **Tempo até a Falha (TTF) M_i :** O tempo de vida de cada máquina (M_1 e M_2) segue uma distribuição **Weibull** com os seguintes parâmetros:

- Parâmetro de Forma (β): $\beta = 2,0$
- Parâmetro de Escala (η): $\eta = 1.000$ horas

O tempo até a falha depende é estimado pelo fornecedor do equipamento, e depende das características físicas do dispositivo. Suponha que não podemos alterar estes parâmetros.

- **Tempo de Reparo (TR) M_i :** O tempo que leva para consertar uma máquina segue uma distribuição **Uniforme**.
 - Taxa de Reparo: Considere que a empresa pode melhorar esta parâmetro fazendo um contrato de manutenção onde é especificado um tempo máximo de reparo. Considere que o tempo mínimo de reparo é 1 hora (parâmetro a da distribuição uniforme). O tempo máximo estabelecido em contrato irá estabelecer o tempo máximo (parâmetro b da distribuição uniforme).

Métrica e Meta de Simulação

- **Métrica de Interesse:** $\bar{D}$, o **Tempo Médio de Inatividade (Downtime)** do cluster. A inatividade ocorre quando ambos os servidores estão com problema
- **Meta de Simulação:** Deseja-se determinar como o tempo máximo de manutenção afeta o *Downtime*, fazendo um gráfico com o *Downtime* no eixo vertical e o tempo máximo de manutenção no eixo horizontal. Deve ser utilizado um nível de confiança de 99%, plotando os erros (que devem ser baixos, então ajuste o número de rodadas de simulação de acordo).

2 Objetivo

O simulador deve ser um modelo de eventos discretos que rastreie o estado de cada máquina e utilize as funções de geração de tempos apropriadas.

Lógica e Eventos

- **Estado de M_i :** $E_i \in \{0 \text{ (Operacional)}, 1 \text{ (Em Reparo)}\}$.
- **Falha do Cluster:** Ocorre quando $E_1 = 1$ e $E_2 = 1$.
- **Evento de Falha de M_i :** Se $E_i = 0$, M_i falha. Se $E_j = 1$, o cluster entra em inatividade. Agende Fim de Reparo para M_i .
- **Evento de Fim de Reparo de M_i :** Se $E_i = 1$, M_i é consertada ($E_i = 0$). Se o cluster estava inativo, a inatividade termina. Agende a Próxima Falha para M_i .

3 Validação da Implementação

Antes de analisar resultados, você deve validar a sua implementação. Utilize as técnicas apresentadas em aula e apresente os resultados, justificando porque você está acreditando que a simulação está implementada corretamente.

4 Análise de Resultados

Utilize o método das réplicas para estimar a métrica de interesse com confiança estatística.

Plote o gráfico e analise os resultados.

Entregue a sua análise em um arquivo PDF e o código fonte do programa, com instruções de como compilar e executar.

Referências

- [1] Jerry Banks, John S. Carson II, Barry L. Nelson, David M. Nicol Discrete Event System Simulation. Prentice-Hall International Series, 2nd edition, 2000.
- [2] Raj Jain The art of computer systems performance analysis: techniques for experimental design, measurement, simulation and modeling. John Wiley & Sons, 1991.
- [3] Darcy Prado Teoria das Filas e Simulação. Série Pesquisa Operacional.