



Disciplina: Avaliação de Desempenho de Sistemas

***Aula 10 – SIMULAÇÃO: MÉTODO DE
MONTE CARLO***

Prof. JVictor – jvictor@unifesspa.edu.br

2021

Avaliação de Desempenho de Sistemas

Antes é bom saber sobre:

- Número aleatórios
- Frequência Relativa
- Frequência Cumulativa
- Desvio padrão, média

Avaliação de Desempenho de Sistemas

Um pouco de História:



Durante a segunda Guerra Mundial, o matemático húngaro-americano John Von Neumann, em seu trabalho no projeto Manhattan (**bomba atômica**), criou o conceito, denominado **Simulação Monte Carlo- SMC**.

- O trabalho consistia na simulação direta de problemas probabilísticos relacionados com a difusão das partículas de nêutrons quando submetidos a um processo de fissão nuclear.
Corrar et al. (2009)

Avaliação de Desempenho de Sistemas

Um pouco de História:

- O nome originou-se por causa do uso de aleatoriedade e da natureza repetitiva das atividades realizadas em cassinos de Monte Carlo. A roleta era um gerador de números aleatórios.
- Primeiro trabalho introduzido por Jon Von Neuman e S.M. Ulam em 1940, durante a segunda Guerra Mundial.
- Um átomo de Plutônio enriquecido, quando ocorre a fissão libera uma enorme quantidade de energia, fazendo com que outro átomo também se divida.

Avaliação de Desempenho de Sistemas

Introdução ao Método de Monte Carlo ou SMC:

- ✓ Em um ambiente de negócios, como o que estamos vivenciando hoje, as pessoas ficam com medo, confusas e hesitantes na hora de tomar uma decisão.
- ✓ Elas podem tomar decisões baseadas nas emoções, ou em informações e conhecimentos que não são relevantes ou ainda elas podem não tomar qualquer decisão.
- ✓ Nesses momentos, **Simulação de Monte Carlo** é um farol de sanidade financeira e confiabilidade.

Avaliação de Desempenho de Sistemas

Introdução ao Método de Monte Carlo ou SMC:

- ✓ A Simulação de Monte Carlo é a ferramenta para tomada de decisão que pode utilizar suas planilhas existentes, seus dados históricos e suas previsões probabilísticas de cada variável envolvida no processo decisório;
- ✓ e através de simulações apresentar os diversos cenários de forma probabilística, ajudando na tomada de decisões e mitigação de futuros eventos que possam impactar o seu negócio.

Avaliação de Desempenho de Sistemas

Introdução ao Método de Monte Carlo ou SMC:

- Designa-se **SMC** qualquer método de uma classe de métodos estatísticos que se baseiam em amostragens aleatórias massivas para obter resultados numéricos.
- Ele permite que você faça testes com variáveis um número suficientemente grande de vezes para ter com mais precisão a chance de algum resultado acontecer.
- Um **padrão dito estocástico**, é aquele que têm origem em processos não determinísticos, com origem em eventos aleatórios.

Exemplo

- . Produção diária de 5.000peças
X
- . Produção que varia entre 3.000 e 5.000peças

Avaliação de Desempenho de Sistemas

Introdução ao Método de Monte Carlo ou SMC:

Exemplo

Situação:

- A simulação de Monte Carlo utiliza-se de geradores de números aleatórios para simular sistemas físicos ou matemáticos, nos quais não se considera o tempo como explicitamente como uma variável.



Avaliação de Desempenho de Sistemas

Introdução ao Método de Monte Carlo ou SMC:



- Um número aleatório pode representar decisões arbitrárias ou servir como entrada para geração de tempos segundo várias distribuições.
- Como produzir números aleatórios ?
 - **Dispositivos físicos (Ex. dados, roleta, moeda etc.);**
 - **Tabela de números aleatórios (livros);**
 - **Processos matemáticos.**
- No Excel: “=ALEATÓRIO()” e ALEATÓRIOENTRE() (gera um número aleatório maior ou igual a 0 e menor do que 1) e um números aleatórios para um determinado intervalo.

Avaliação de Desempenho de Sistemas

Introdução ao Método de Monte Carlo ou SMC:

Método do Meio Quadrado

- Von Neumann (1946):

- $r1 = 76 \Rightarrow 76^2 = 5776$

- $r2 = 77 \Rightarrow 77^2 = 5929$

- $r3 = 92 \dots$



- Sequência gerada (76,77,92,46,11,12,14, ...)
- Quando resultar em 0, deve-se utilizar outra semente.

Avaliação de Desempenho de Sistemas

Introdução ao Método de Monte Carlo ou SMC:

Método da Congruência

Passo 1: Escolher os valores a , c e M . Usualmente, M é escolhido o maior possível.

Passo 2: Escolher a semente r_0 , tal que: $1 \leq r_0 \leq M$.

Passo 3: Calcular o próximo número aleatório pela expressão:

$$r_1 = (a \cdot r_0 + c) \bmod M$$

onde: $x \bmod y$ é o módulo da divisão de x por y (por exemplo:

$$10 \bmod 6 = 4).$$

Passo 4: Substitua r_0 por r_1 e volte ao passo anterior, de modo a construir a seqüência de números aleatórios desejada.

Avaliação de Desempenho de Sistemas

Introdução ao Método de Monte Carlo ou SMC:

Método da Congruência

Gerar números aleatórios pelo método da congruência, com $a = 9$, $c = 1$, $m = 17$ e $x_0 = 7$.

n	x_n	$y=9x_n+1$	$y \bmod 17$	$x_{n+1}/17$
0	$X_0=7$	$9*7+1=64$	13	$13/17 = 0.7647$
1	$X_1=13$	118	16	$16/17 = 0.9412$
2	$X_2=16$	145	9	0.5294
3	$X_3=9$	82	14	0.8235
4	$X_4=14$	127	8	0.4706

números *pseudo-aleatórios* inteiros entre 0 e 16 (=17-1)

números *pseudo-aleatórios* inteiros entre 0 e 1

Aplicações: estimativas de compras e vendas

EXEMPLO: JORNALEIRO

Número de Clientes	Probabilidade
100	0.10
150	0.25
200	0.35
250	0.20
300	0.10

- Utilizando a simulação de Monte Carlo, como auxiliar a tomada de decisão de quantos jornais comprar nesse cenário descrito?



Aplicações: estimativas de compras e vendas

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
DOMINGO	JORNAIS DISPONÍVEIS	MCL	Número	CLIENTES	VENDAS	SOBRAS	CUSTO	LUCRO		Parâmetros do método da congruência linear	a	16807	
1	200	2074924993	0,966	300	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00	c		1		
2	200	1008168719	0,469	200	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00	m		2147438647		
3	200	1000735404	0,466	200	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00	Semente		r0	123456	
4	200	620451725	0,289	150	R\$ 450,00	R\$ 50,00	R\$ 500,00	R\$ -					
5	200	2117510891	0,986	300	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00		Custo	R\$	2,50	
6	200	1652286954	0,769	250	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00		Preço de Venda ao Cliente	R\$	3,00	
7	200	1457691522	0,679	200	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00		Preço de venda - Reciclagem	R\$	1,00	
8	200	1441325279	0,671	200	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00		Lote de Compra		50	
9	200	1246025994	0,580	200	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00					
10	200	137195615	0,064	100	R\$ 300,00	R\$ 100,00	R\$ 500,00	-R\$ 100,00		Quantidade de Compra		200	
11	200	1645033075	0,766	250	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00					
12	200	1945750048	0,906	300	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00					
13	200	1025340221	0,477	200	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00					
14	200	1845390820	0,859	250	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00					
15	200	27133120	0,013	100	R\$ 300,00	R\$ 100,00	R\$ 500,00	-R\$ 100,00					
16	200	769354677	0,358	200	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00					
17	200	815962753	0,380	200	R\$ 600,00	R\$ -	R\$ 500,00	R\$ 100,00					

Aplicações: Previsão de eventos futuros

