

Modelagem e Simulação

Semana 5

Analucia Schiaffino Morales



Tratando a variabilidade dos sistemas

- O objetivo da coleta e tratamento dos dados em um modelo analítico é a determinação dos valores que representam o comportamento médio das variáveis do sistema.
- No **caso da simulação o objetivo** é compreender o comportamento dinâmico e aleatório das variáveis, com a intenção de incorporá-las ao próprio modelo.



*Para aproximar o modelo da realidade foi feita uma amostragem dos valores das **taxas de chegada** e **tempo de serviço**.*

Valores amostrados para as taxas de chegada

13,6	27,9	1,1	12,3	9,7	12,7	15,3	4,1	13,5	0,7
10,8	29,5	5,8	9,9	6,1	5,5	7,7	17,4	7,7	26,4
15,9	5,9	11,6	2,7	2,9	1,7	4,6	35,5	15,8	17,5
0,6	4	18,1	21,8	3,8	14,6	12,9	8,5	0,4	2,5
33,1	39,8	6,4	1,8	8,3	11,9	4,4	16,2	6,8	0,3
18	12,1	16,1	8,5	12,5	1,4	5,6	8,2	0,9	17,9
10,9	24,4	1,02	28,1	2	42,7	29,9	4,9	3,1	8,1
0,4	10,4	8,1	2,74	13	0,7	4,8	2,8	4,3	3,4
28,5	28,4	3,02	15,5	17,3	1,6	17,7	1,2	13,4	14,1
14,9	4,3	1,6	0,6	6,9	22,6	10,2	7,3	3,8	10,4



Análise dos dados

- Os tempos de chegada apresentam alta variabilidade.
- O valor médio das 100 observações é 11,1min.
- Valor mínimo é 0,3min e o valor máximo 42,7min.
- A adoção de valores médios para representar esta variável é temerosa.
- Da mesma forma se utilizarmos apenas os valores que foram empregados 10, 12 e 15min, embora próximos do valor médio, está um pouco fora da realidade do sistema.



Criação de uma tabela de frequências

- Agrupar o conjunto de dados em intervalos preestabelecidos.
- Uma vez determinado os intervalos, basta contabilizar as observações pertencentes a cada um deles.



Distribuição de frequências das observações dos tempos de chegada

Classes	Ponto Médio (\bar{x}_i)	Observações
0→5	2,5	35
5→10	7,5	19
10→15	12,5	19
15→20	17,5	13
20→25	22,5	3
25→30	27,5	7
30→35	32,5	1
35→40	37,5	2
40→45	42,5	1



Classe 1 – 0 -5 – quantas ocorrências??? 35

02

$$51 - 10 = 19$$

9

13,6	27,9	1,1	12,3	9,7	12,7	15,3	4,1	13,5	0,7
10,8	29,5	5,8	9,9	6,1	5,5	7,7	17,4	7,7	26,4
15,9	5,9	11,6	2,7	2,9	1,7	4,6	35,5	15,8	17,5
0,6	4	18,1	21,8	3,8	14,6	12,9	8,5	0,4	2,5
33,1	39,8	6,4	1,8	8,3	11,9	4,4	16,2	6,8	0,3
18	12,1	16,1	8,5	12,5	1,4	5,6	8,2	0,9	17,9
10,9	24,4	1,02	28,1	2	42,7	29,9	4,9	3,1	8,1
0,4	10,4	8,1	2,74	13	0,7	4,8	2,8	4,3	3,4
28,5	28,4	3,02	15,5	17,3	1,6	17,7	1,2	13,4	14,1
14,9	4,3	1,6	0,6	6,9	22,6	10,2	7,3	3,8	10,4



Estratégia para sorteio dos dados

- Da mesma forma que no exemplo anterior utiliza-se um sorteio para os dados de TEC e TS.
- Estratégia a ser adotada é semelhante a das rifas ou loterias, isto é, o concorrente que adquiere mais números tem mais chances de ser o ganhador:
 - Cem bilhetes são confeccionados e colocados numa urna
 - Cada bilhete contém um número que representa o ponto médio da classe (\bar{x}_i) a qual pertence conforme a tabela anterior.



Estratégia

- Assim um bilhete da classe que inicia em 10 e termina em 15, deve estar marcado com o número 12,5 (min.).
- As diversas classes devem concorrer com um número de bilhetes equivalentes aos percentuais de participação na amostra levantada. Desta forma a classe de números entre 0 e 5, deve concorrer com 35 bilhetes de um total de 100 bilhetes a serem colocados na urna, nos quais o valor 2,5 (min.) estará anotado.



Tempos de serviços

- Da mesma forma foram amostrados tempos de serviço.
- A média para o 100 valores foi de 11,1 min.
- Valor mínimo observado foi de 9,18min enquanto o valor máximo ficou em 14min.
- Observe a tabela de frequência a seguir.



Distribuição de frequências das observações dos tempos de serviço

Classes	Ponto Médio (x_i)	Observações
9→9,55	9,275	6
9,55→10,10	9,825	5
10,10→10,65	10,375	23
10,65→11,20	10,925	20
11,20→11,75	11,475	21
11,75→12,30	12,025	12
12,30→12,85	12,575	9
12,85→13,40	13,125	1
13,40→13,95	13,675	2
13,95→14,50	14,225	1



Simulação

- Uma vez levantadas as amostras para as duas variáveis aleatórias e estabelecido o modelo adotado, passa-se a realizar a simulação manual do sistema registrando todas as possíveis alterações que possam ocorrer.
- Considerar os 15 primeiros clientes em uma simulação de aproximadamente 4 horas ou 240 minutos.



Cliente	tempo desde a ultima chegada	tempo de chegada no relógio	tempo de serviço	tempo início do serviço no relógio	tempo do cliente na fila	tempo final do serviço no relógio	tempo do cliente no sistema	tempo livre do operador
1	15	15	11	15	0	26	11	15
2	12	27	10	27	0	37	10	1
3	10	37	9	37	0	46	9	0
4	10	47	10	47	0	57	10	1
5	12	59	9	59	0	68	9	2
6	15	74	10	74	0	84	10	6
7	10	84	11	84	0	95	11	0
8	12	96	9	96	0	105	9	1
9	10	106	11	106	0	117	11	1
10	10	116	10	116	1	126	11	0
11	10	126	11	126	1	137	12	0
12	12	138	9	138	0	147	9	0
13	15	153	10	153	0	163	10	6
14	12	165	9	165	0	174	9	2
15	12	177	11	177	0	188	11	3
			150		2		152	38

Cliente	tempo desde a ultima chegada	tempo de chegada no relógio	tempo de serviço	tempo início do serviço no relógio	tempo do cliente na fila	tempo final do serviço no relógio	tempo do cliente no sistema	tempo livre do operador
1	2,5		10,375					
2	2,5		10,375					
3	7,5		11,475					
4	12,5		10,375					
5	17,5		11,475					
6	2,5		14,225					
7	7,5		9,825					
8	7,5		9,825					
9	12,5		10,375					
10	2,5		9,825					
11	17,5		11,475					
12	2,5		12,025					
13	7,5		10,375					
14	2,5		10,375					
15	7,5		10,375					



Estatísticas

- Após completar a tabela, calcular as estatísticas e comparar com a tabela feita na semana 3.
- O que você observou? Postar no fórum da semana 5.
- Para estimar o número de classes:
 - Número de classes = $\sqrt{\text{número de amostras}}$
- Não pode haver classes vazias, precisa de pelo menos um elemento em cada classe.

