

Introdução à Simulação

Introdução à Simulação

- “Imitação” de uma operação ou de um processo do mundo real.
- Independente do uso de computadores
- Geração de uma “história artificial” de um sistema
 - ➔ É usada como uma ferramenta para prever os efeitos de uma mudança em sistemas existentes e também como uma ferramenta de projeto para avaliar e validar o desempenho de novos sistemas.

Introdução à Simulação

- A simulação é feita através da manipulação de um modelo matemático, e da observação dos resultados.
- Modelos
 - Formulações matemáticas - cálculo diferencial, teoria da probabilidades, métodos algébricos, etc.
 - “Imitação” do comportamento do sistema num certo intervalo de tempo – quando o sistema é tão complexo que o modelo matemático não pode ser obtido analiticamente

Uso da Simulação

- Estudar as interações internas de um sistema complexo
- Observar efeitos de alterações no comportamento do modelo.
- Adquirir maior conhecimento sobre o modelo
- Identificar as variáveis mais importantes de um modelo.
- Experimentar novos projetos ou novos procedimentos.
- Verificar soluções analíticas - validação.

Vantagens

- Estudo de novas políticas, procedimentos, etc. sem interferência no sistema real.
- Teste de novos equipamentos, arranjos físicos, etc. antes de se investir recursos.
- Verificação de hipóteses de como e por que certos fenômenos ocorrem
- Permite que o fenômeno em estudo possa ser acelerado ou retardado.
- Identificação do papel das variáveis no desempenho do sistema
- Identificação de “Gargalos”
- Perguntas do tipo “E se...?” podem ser respondidas.

Desvantagens

- A construção de modelos é considerada uma “arte”.
- Os resultados da simulação podem ser difíceis de interpretar.
- A modelagem e a análise da simulação podem consumir muito tempo e muitos recursos

Áreas de aplicação

- Sistemas de Manufatura
 - Sistemas de manipulação e movimentação de materiais; Modelo distribuído para manufatura integrada por computador, programação de atividades com limitação de recursos
- Sistemas de Saúde
 - Otimização do atendimento em ambulatórios; Gerenciamento dos recursos hospitalares
- Sistemas envolvendo recursos naturais
 - Gerenciamento de sistemas de coleta de lixo; Operação eficiente de plantas nucleares; Atividades de restauração do ambiente

Áreas de aplicação

- Sistemas de Transporte
 - Transferências de cargas; Operações de *containers* em portos
- Sistemas de restaurantes e entretenimento
 - Análise do fluxo de clientes em *fast-foods* ;
Determinação do número ideal de funcionários de empresas de serviços
- Reengenharia e processo de negócios
 - Integração de sistemas baseado no fluxo de tarefas ;
Análise de soluções
- Desempenho de sistemas computacionais
 - Sistemas com arquitetura Cliente/Servidor ; Redes heterogêneas

Sistemas

- **Sistema**
 - um grupo de objetos que estão agregados de acordo com uma relação de interdependência para atingir certos objetivos
- **Fronteira do sistema.**
 - definir a fronteira entre o sistema e seu ambiente. Esta definição depende da finalidade do estudo.
- **Componentes de um sistema**
 - Entidade - um objeto de interesse em um sistema.
 - Atributo - uma propriedade da entidade.
 - Atividade - representa uma ação.

Sistemas

- Classificação:
 - **Discretos** - o estado das variáveis é alterado somente em instantes específicos. Exemplo- banco
 - **Contínuos** - o estado das variáveis é alterado continuamente ao longo do tempo. Exemplo - o nível de água em uma represa

Modelos

- O modelo é uma representação de um sistema com o intuito de estudá-lo.
 - É uma simplificação do sistema.
 - Deve ser suficientemente detalhado para permitir conclusões válidas
 - O modelo deve conter somente os componentes que são relevantes para o caso.
- Tipos de modelos
 - Determinísticos - não contêm variáveis aleatórias; têm um conjunto conhecido de entradas, os quais resultarão em um único conjunto de saídas.
 - Estocásticos - possuem uma ou mais variáveis aleatórias como entrada que levam a saídas aleatórias.

Simulação Monte Carlo

- Precursora dos modernos métodos de simulação
 - Mantem o foco sobre as variáveis de interesse
 - Uma ou mais destas variáveis tem seus valores simulados (gerados artificialmente). São variáveis probabilísticas (podem assumir um conjunto de valores que ocorrem com uma determinada frequência)
 - É analisado o efeito destes valores simulados sobre as outras variáveis

Simulação de sistemas a eventos discretos

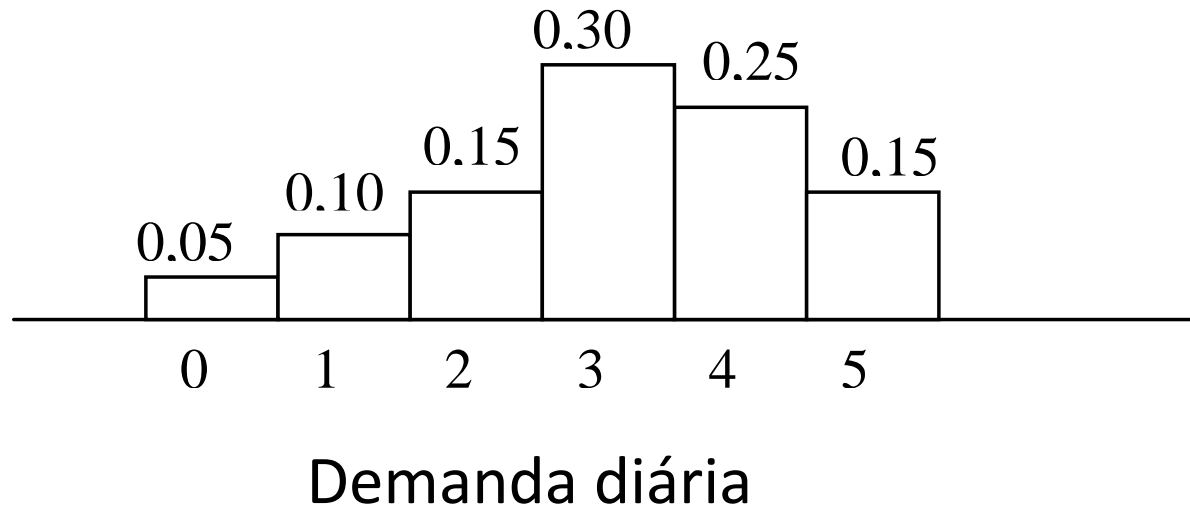
- Análise de sistemas no qual o estado (discreto) das variáveis muda apenas com a ocorrência de eventos (instantâneos). Os modelos de simulação são analisados por **métodos numéricos**.
 - Métodos analíticos empregam o raciocínio dedutivo/matemático para resolver um modelo
 - Métodos numéricos empregam procedimentos computacionais para resolver modelos matemáticos. Os modelos são executados ao invés de resolvidos.

Simulação de sistemas a eventos discretos

- Toda simulação de eventos discretos descreve (de forma direta ou indireta) situações de fila.
 - Em geral, qualquer modelo de eventos discretos é composto por uma rede de filas inter-relacionadas
 - Toda fila é governada por 2 eventos principais: chegadas e partidas. Apenas nestes instantes é que o sistema deve ser examinado (coleta de dados)

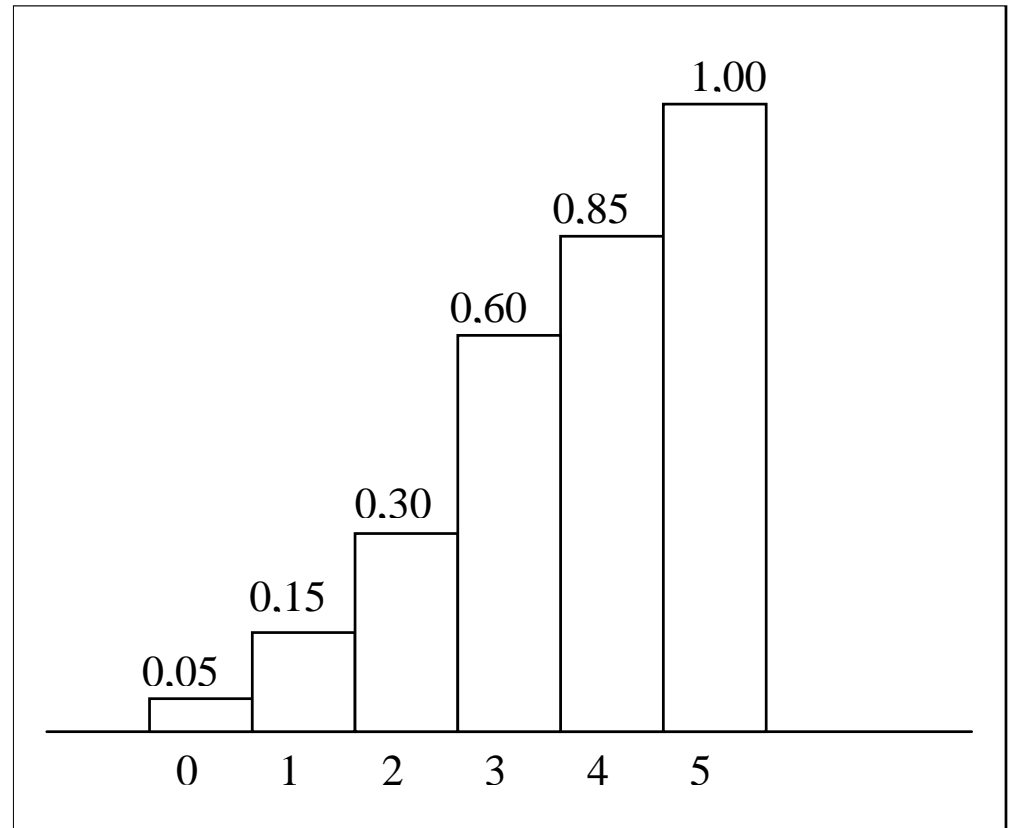
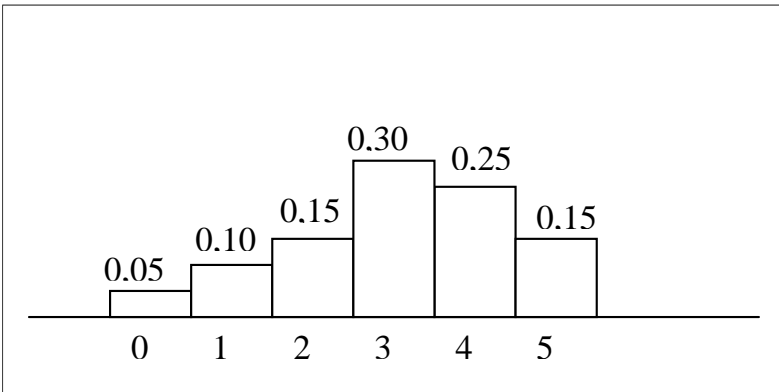
Exemplo 1

- Uma empresa necessita de uma previsão de demanda de um certo produto para os próximos 10 dias. A demanda é aleatória e sua distribuição de probabilidade é mostrada na figura.



Exemplo 1

1. Determinar a distribuição acumulada de probabilidade.



Distribuição acumulada

Exemplo 1

2. Atribuição de etiquetas

Demanda/dia	Etiquetas
0	00-04
1	05-14
2	15-29
3	30-59
4	60-84
5	85-99

Exemplo 1

3. Execução do modelo, usando números aleatórios para determinação dos valores das variáveis aleatórias

- Números aleatórios gerados:
14,74,24,87,07,45,26,66,26,94

Exemplo 1

- Padrão de demanda simulado:

Demanda/dia	Etiquetas
0	00-04
1	05-14
2	15-29
3	30-59
4	60-84
5	85-99

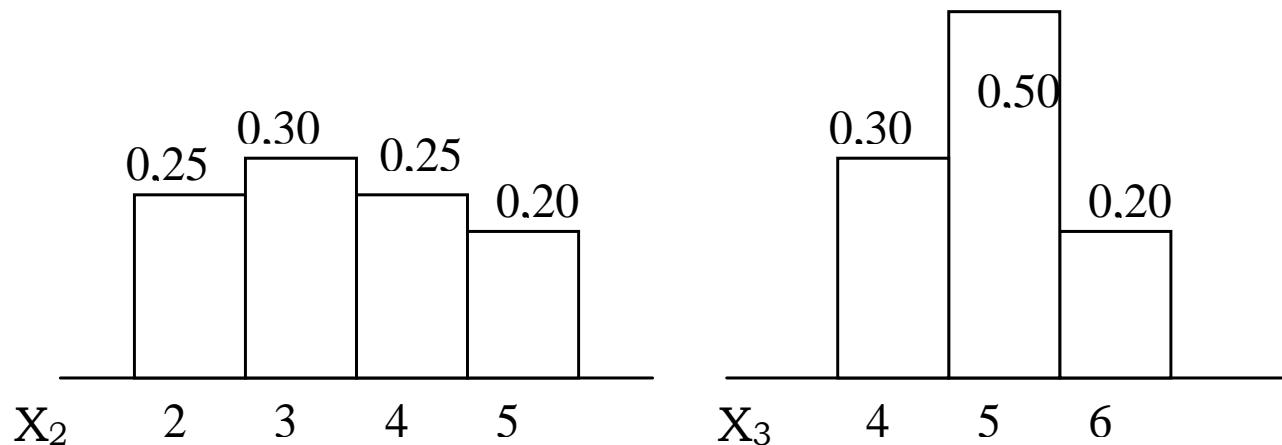
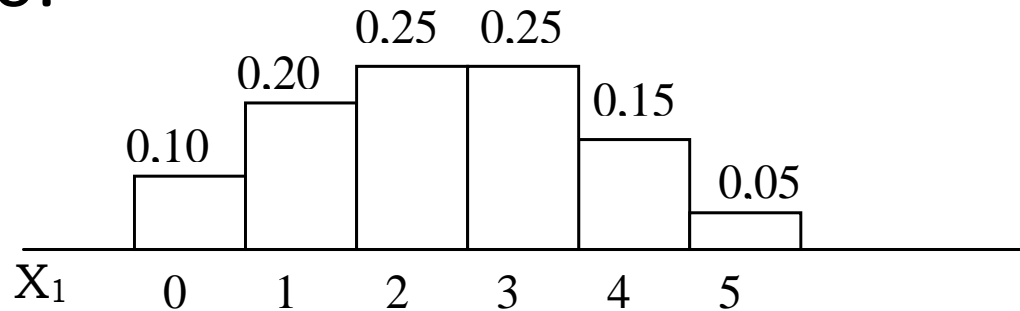
Dia	Num Aleat.	Demanda
1	14	1
2	74	4
3	24	2
4	87	5
5	07	1
6	45	3
7	26	2
8	66	4
9	26	2
10	94	5

Observações

- As distribuições de probabilidade são baseadas em históricos e/ou estimativas
- Os valores não necessariamente são inteiros.
- Valores devem ser omitidos, se $p = 0$.
- Os dígitos das etiquetas devem ser iguais ao número de casas decimais das probabilidades.

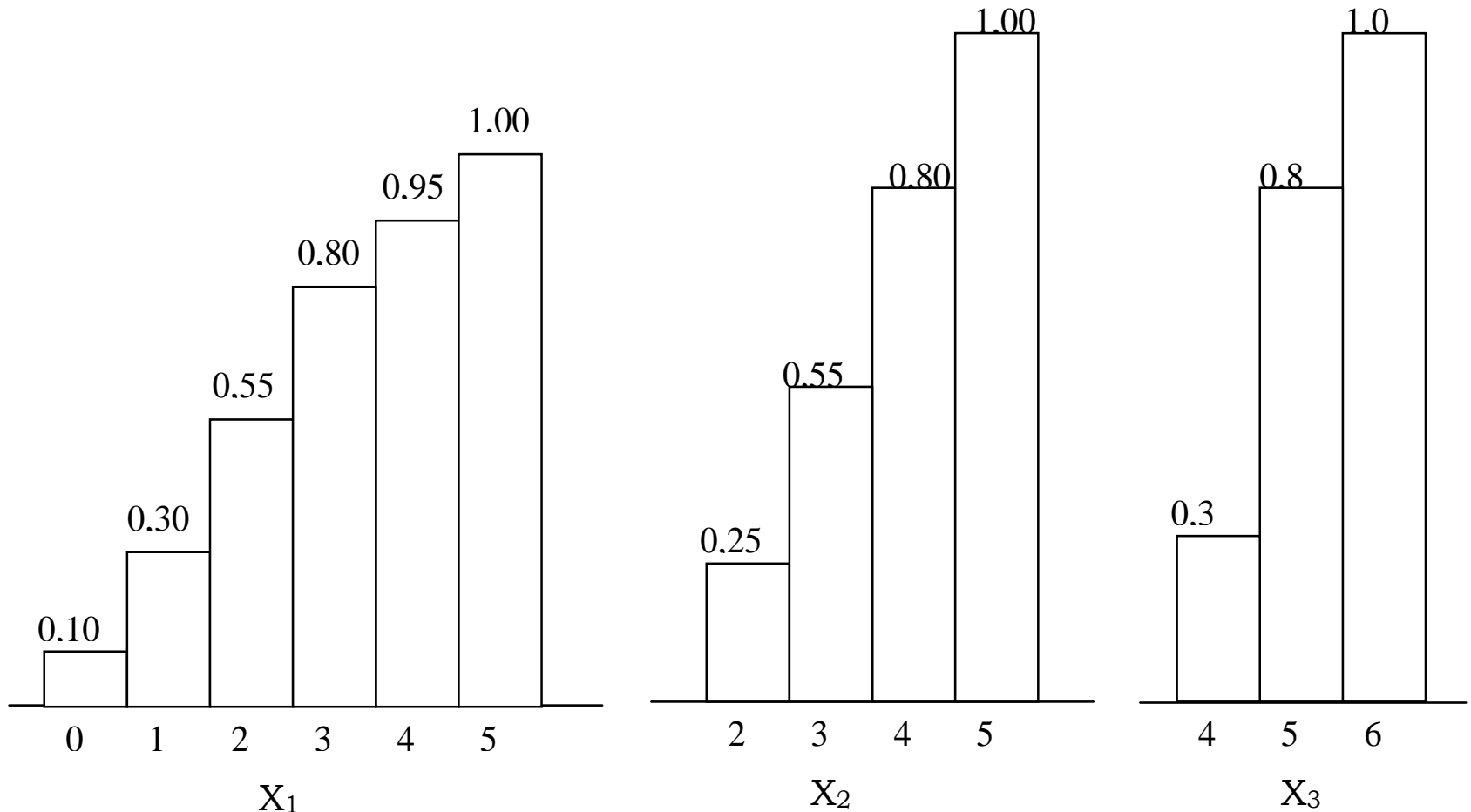
Exemplo 2

- Suponha a função objetivo $z = 5x_1 + 2x_2 + x_3$ onde as probabilidades para os valores das variáveis são dadas abaixo:



Exemplo 2

- Distribuições acumuladas de probabilidade



Exemplo 2

X1	Etiqueta
0	00-09
1	10-29
2	30-54
3	55-79
4	80-94
5	95-99

X2	Etiqueta
2	00-24
3	25-54
4	55-79
5	80-99

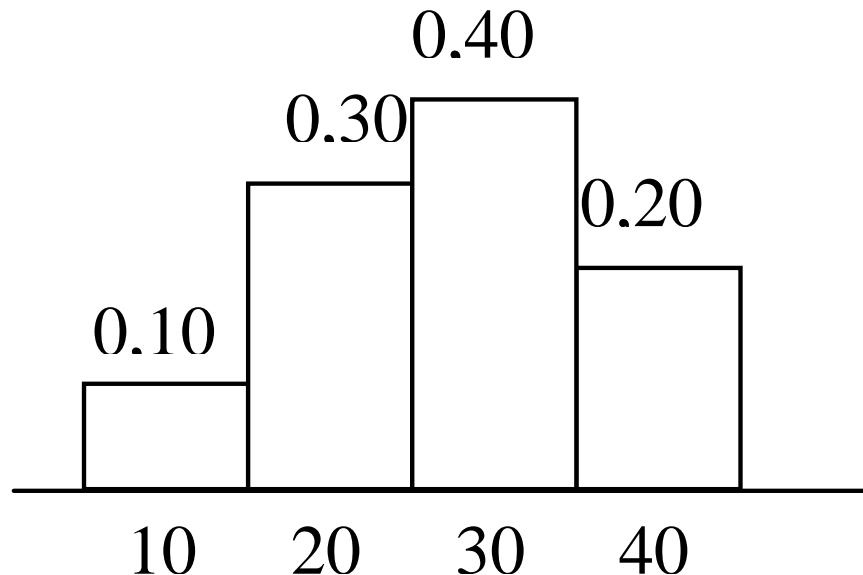
X3	Etiqueta
4	0-2
5	3-7
6	8-9

Exemplo 2

Num	N.A. x_1	X_1	N.A. x_2	X_2	N.A. x_3	X_3	z
1	43	2	22	2	1	4	18
2	96	5	50	3	8	6	37
3	57	3	13	2	0	4	23
4	53	2	36	3	2	4	20
5	14	1	91	5	7	5	20
6	03	0	58	4	6	5	13
7	33	2	45	3	1	4	20
8	40	2	43	3	3	5	21
...							
N							

Exemplo 2

- Podemos encontrar a distribuição de probabilidade para a função objetivo, mostrada abaixo.



Exemplo 2

- Da distribuição acima, podemos tirar algumas informações, como por exemplo, que a probabilidade do valor da função objetivo ser = 20 é de 30%
- 8 tentativas é um número pequeno para esse tipo de conclusão, mas o propósito aqui é ilustrar o conceito.
- Para um resultado mais seguro, deveríamos ter um grande número de tentativas.

Observações

- Para mais de uma variável aleatória → números aleatórios diferentes, para evitar correlação indesejada ou inexistente, mesmo que as variáveis sejam dependentes
- As distribuições de probabilidade podem ser teóricas ou empíricas