

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS
SINOS - UNISINOS

Simulação e Modelagem de Sistemas



Prof. Ernesto Lindstaedt

Introdução:



Definição de Simulação:

Shannon

É o processo de

- a) projetar um modelo de um sistema real e
- b) conduzir experimentos com este modelo para:
 - ☞ compreender o comportamento do sistema
 - ☞ avaliar estratégias para a operação do sistema



Gordon

É a técnica de resolver problemas seguindo as variações ocorridas ao longo do tempo num modelo dinâmico do sistema.



Definição de Modelo:

Shannon

É uma representação de um objeto, sistema ou idéia em uma forma diferente da entidade propriamente dita.

Modelos físicos

Modelos matemáticos



Gordon

É um conjunto de informações sobre um sistema coletado com o propósito de entender este sistema.



Como obter um modelo ?

Sistema => Modelo

Principais etapas:

- ☞ análise do sistema (identificar entidades, atributos, etc)
- ☞ simplificação (desconsiderar entidades, atributos irrelevantes)



Quando usar simulação ?

- I. no projeto de sistemas ainda não existentes
- II. experimentação com o sistema real é impossível
- III. experimentação com o sistema real é indesejável
- IV. para compressão ou expansão da escala de tempo
- V. para avaliação do desempenho de sistemas
- VI. para treinamento e instrução

Aplicações da Simulação:



Administração

economia

engenharias

biologia

medicina

informática

entretenimento



Limitações da simulação:

I. Resultados são dependentes dos estímulos

modelos estocásticos

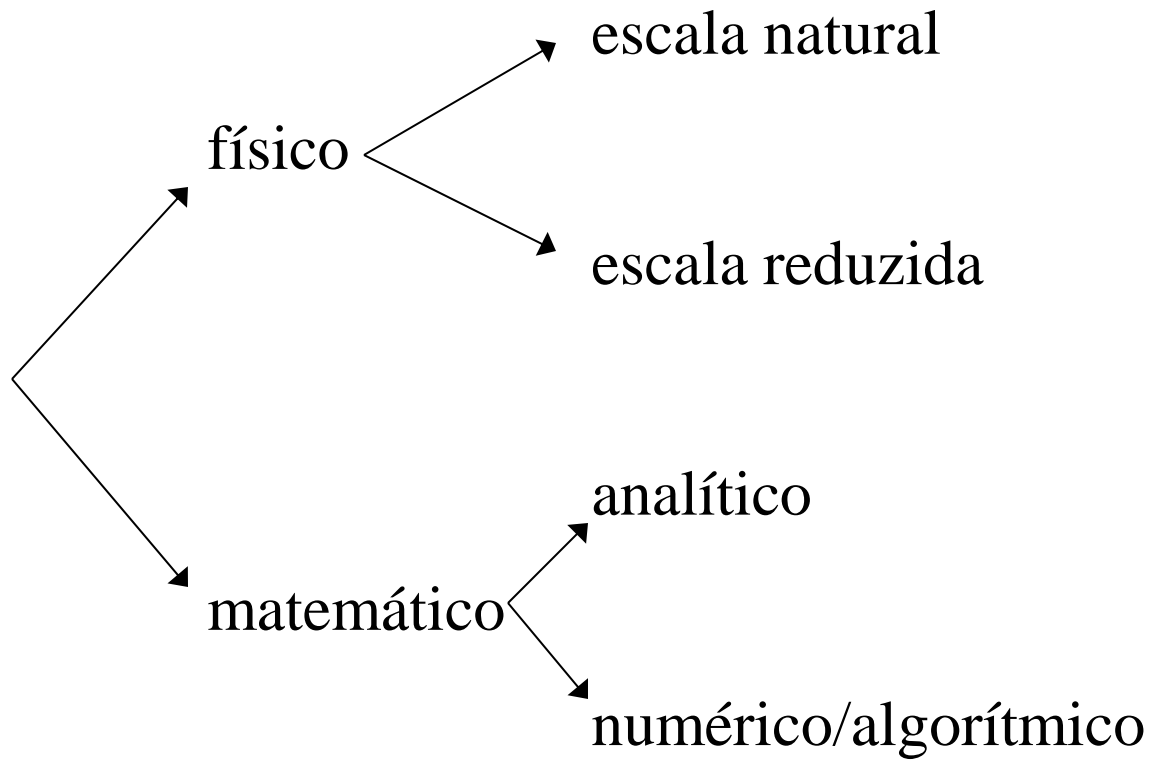
modelos determinísticos

II. Desenvolvimento de bons modelos pode ser muito caro

III. Falta de precisão/qualidade da modelagem



Tipos de modelos:





Definição restrita de simulação:

Simulação é o método de solução de problemas que se utiliza de modelos matemáticos numéricos/algorítmicos.

Modelos contínuos / discretos

Modelos estocásticos / determinísticos

Simulação Contínua



Variáveis tem valores que variam continuamente ao longo do tempo de simulação.

Equações fornecem o valor das variáveis em todos os instantes de tempo.

Exemplos de modelos contínuos:

- reações químicas
- circuitos eletrônicos
- modelos econométricos

Simulação Discreta



Variáveis são alteradas apenas em certos instantes de tempo.

EVENTO: é uma alteração no valor de uma ou mais variáveis.

O comportamento do modelo é dado por um conjunto de regras que determinam:

- o tempo do próximo evento
- as alterações nos valores das variáveis

Exemplos de modelos discretos:

controle de tráfego, sistemas de produção, sistemas telefônicos, sistemas operacionais, etc.

Introdução a Simulação Discreta



- entidade: objeto de interesse do sistema

Ex: sistema de tráfego: carros, semáforos, ruas

supermercado: clientes, caixas, estacionamento

- atributos: denotam propriedades das entidades

Ex: sistema de tráfego: velocidade, tamanho, posição na fila (carros) ; conjunto de fases, tempo das fases, fase atual (semáforos)

- conjuntos: grupos de entidades que compartilham propriedades comuns ou que mantêm certas relações

Ex: supermercado (clientes numa mesma fila de caixa)



- estado de um sistema: é definido pelos valores dos atributos de todas as entidades existentes e pela composição atual dos conjuntos.

- evento: é uma alteração instantânea no estado do sistema

Ex: cliente entrou no supermercado

- processo: é a seqüência de transformações pela qual passa uma ou várias entidades

Ex: cliente fazendo compras no supermercado



- entidades permanentes

Ex: caixas de supermercado, semáforos, ruas

- entidades temporárias

Ex: clientes no supermercado, carros passando pela rua



Que ações pode um evento realizar ?

- alterar valores de atributos

Ex: semáforo troca de fase

- criar ou destruir entidades temporárias

Ex: cliente entra no supermercado

- colocar ou retirar entidades de conjuntos

Ex: cliente entra na fila do caixa



Tempo de simulação => expressão ambígua

- tempo real (relógio real)
- tempo do modelo (relógio virtual)

Obs: tempo do modelo normalmente é implementado através de uma variável do programa de simulação

Abordagens de Modelagem

Simulação orientada a :

- Eventos: Simscript, Gasp, VSE,...
- Processos: GPSS

Ferramentas de Simulação



Linguagens

- Linguagens de propósito geral (Basic, C, Pascal, C++, ...)
- Linguagens de propósito geral empregando uma biblioteca de rotinas de simulação
- Linguagens de Simulação (Simscrip, GASP, Siman, GPSS, Simula,...)

Ferramentas de Simulação



Recursos de linguagens de simulação

- separação entre o algoritmo de simulação e a descrição do modelo
- geração de números randômicos
- coleta de dados de saída
- geração de relatórios
- visualização dos resultados
- análise estatística sobre os dados coletados
- mecanismo de avanço de tempo

Ferramentas de Simulação



Recursos de linguagens de simulação

- definição de entidades e atributos
- comandos para criação/destruição de entidades temporárias
- verificação de erros (compilação; execução)

Ferramentas de Simulação



Desvantagens das linguagens de simulação

- disponibilidade
- portabilidade
- restrição conceitual
- restrição do algoritmo de simulação

Ferramentas de Simulação



Ambientes de Simulação

“Descrição do modelo, controle da simulação e coleta / visualização de estatísticas.”

- Propósito geral (MicroSaint, PowerSim, Simul8, VSE,...)
- Propósito específico (Taylor, ProModel, WaterMod,...)

Ferramentas de Simulação



Ambientes de Simulação

VIS : Simulação Interativa Visual

VIM : Modelagem Interativa Visual

VIS + VIM : Simulação e Modelagem Interativa Visual

Etapas do Processo de Simulação



1. Formulação do problema (estabelecer objetivos do estudo)

- projeto de um novo sistema ou
- análise de um sistema existente?

2. Determinar limites

- sistema X ambiente
- identificar componentes básicos

3. Decisão do uso de simulação

- análise da relação custo-benefício das alternativas para o estudo



4. Formulação do modelo

- especificar componentes, variáveis, relações a serem incluídas
- abordagem de modelagem a ser adotada

5. Preparação dos dados

- para definição dos estímulos
- para definição do próprio modelo
- coleta de dados => observação do sistema

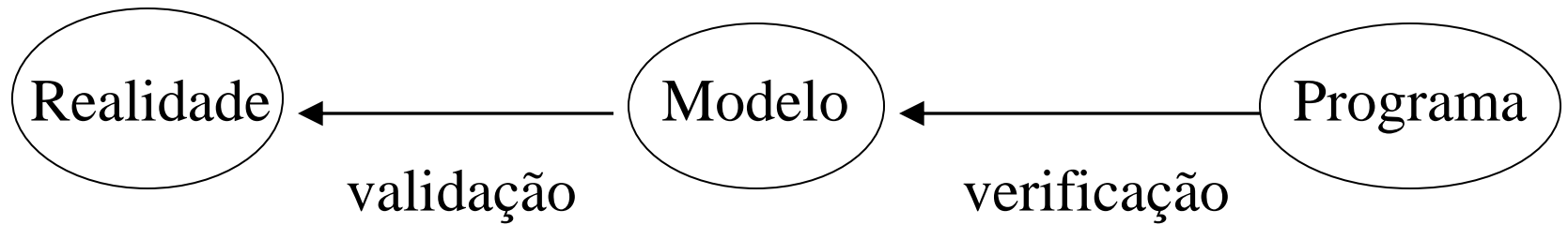


6. Translação do modelo

- seleção da linguagem
- codificação do modelo em uma linguagem
- ***Verificação do modelo*** : o programa realiza o que se espera do modelo ?

7. Validação do modelo : o modelo se comporta como o sistema real ?

- análise de sensibilidade à variação dos parâmetros





Planejamento dos Experimentos

8. Planejamento Estratégico

- planejar o ***conjunto*** de experimentos
- variar fatores de entrada
- minimizar número de experimentos

9. Planejamento Tático

- planejar ***cada*** experimento
- minimizar tempo de cada experimento



10. Experimentação

- conduzir sessões de simulação

11. Interpretação dos resultados da simulação

- resultados são úteis ?
- caso negativo: reformular modelo, redefinir estímulos, refazer experimentos

12. Documentação

- para facilitar novas extensões ao modelo
- para o próprio uso do modelo



13. Tomada de decisão

- implementação dos resultados

Observações:

- o que interessa é o regime permanente;
- o modelo “demora” a alcançar este regime por começar em uma situação artificial;
- para excluir o efeito do transiente inicial, usar *runs* (sessões de simulação) suficientemente longos;



- excluir parte transiente da análise;
- escolher condições iniciais típicas de regime permanente.