

Modelação e Simulação Inteligente

Introdução à Simulação

Paulo Matos



2023/24

MOD55

1

© DEI/ISEP

1

Disclaimer

Materiais e Slides

- Materiais/slides são adaptados dos slides criados pela prof. Isabel Praça

2023/24

MOD55

2

© DEI/ISEP

2

Resumo

- Visão Histórica
- Vantagens/Desvantagens
- Etapas de um Estudo de Simulação
- Áreas de Aplicação

2023/24

MOD55

3

© DEI/ISEP

3

Introdução à Simulação

- Simulação
 - Técnica utilizada na análise de sistemas complexos em que é demasiado caro, difícil ou mesmo impossível, realizar experiências com o sistema real
 - Método de análise baseado em modelos do sistema
 - Conjunto de métodos e aplicações que “imitam” o comportamento de sistemas, habitualmente em computador

2023/24

MOD55

4

© DEI/ISEP

4

Introdução à Simulação

- Em alguns casos é demasiado caro, difícil ou impossível, experimentar com o sistema “real”:
 - Não é possível experimentar diferentes configurações de uma planta fabril que ainda não existe...
 - Se a planta fabril já existe, pode ser demasiado caro, complicado, ou moroso, alterar a sua configuração para experimentar qual a que permite maior produtividade...
 - Será algo “*complicado*” fazer com que os clientes de um banco circulem duas vezes pelo mesmo, de modo a analisar os efeitos provocados pelo fecho de um guiché de atendimento...

2023/24

MOD55

5

© DEI/ISEP

5

Introdução à Simulação

- Em alguns casos é demasiado caro, difícil ou impossível, experimentar com o sistema “real”:
 - Alterar o modo de funcionamento de um balcão de *check-in* num aeroporto pode, se surgirem problemas, provocar atrasos e consequente perda de voos...
 - Alterar o número de equipas médicas na urgência de um hospital pode revelar-se catastrófico...

2023/24

MOD55

6

© DEI/ISEP

6

Introdução à Simulação

• Visão histórica

Individual application: Simulation is limited to very specific topics by experts, e.g., mechanics. 1960+	Simulation tools: Simulation is a standard tool to answer specific design and engineering questions, e.g. fluid dynamics. 1985+	Simulation-based System Design: Simulation allows a systemic approach to multi-level and multi-disciplinary systems with enhanced range of applications, e.g. model based systems engineering. 2000+	Digital Twin Concept: Simulation is a core functionality of systems by means of seamless assistance along entire life cycle, e.g. supporting operation and service with direct linkage to operation data. 2015+
--	---	--	---

2023/24

MODSS

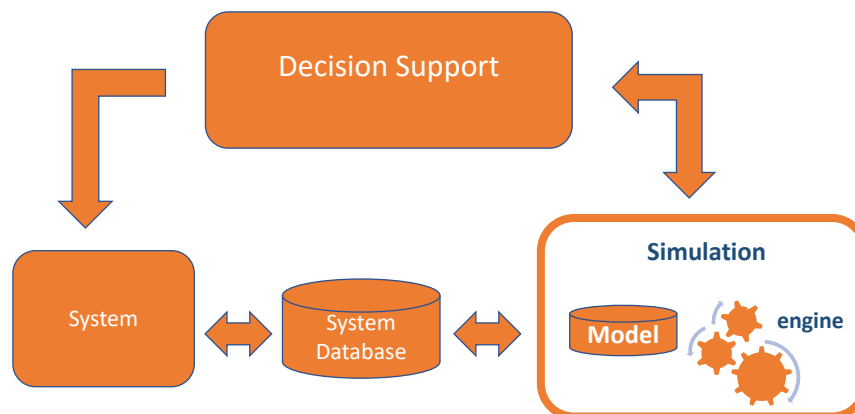
7

© DEI/ISEP

7

Introdução à Simulação

• Decision Support Tool



2023/24

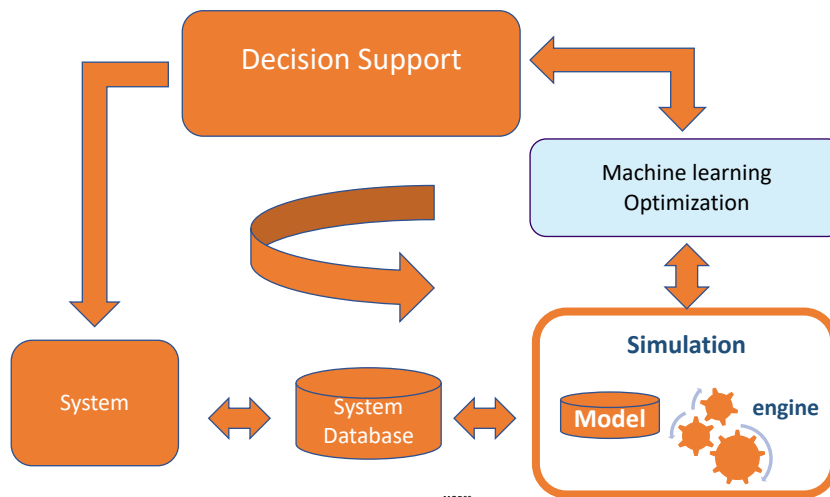
MODSS

8

© DEI/ISEP

8

Introdução à Simulação



2023/24

MOD55

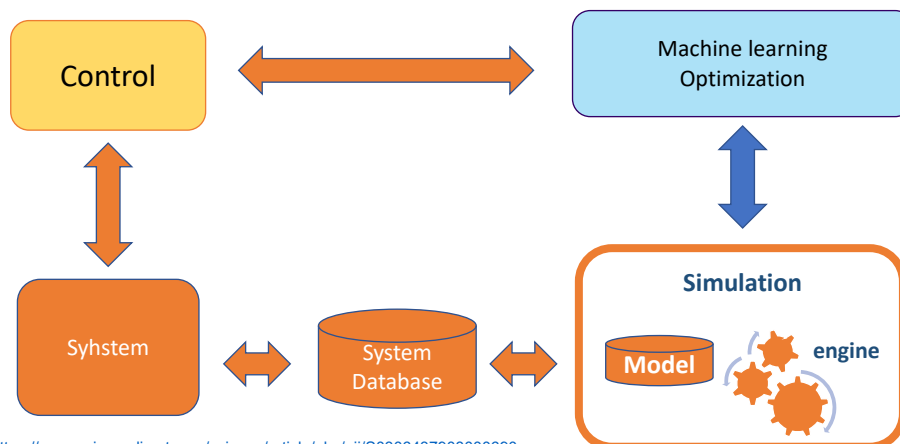
9

© DEI/ISEP

9

Introdução à Simulação

- Novo paradigma da Simulação



2023/24

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306437908000690>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315003808>

10

© DEI/ISEP

10

Introdução à Simulação

- Vantagens
 - Possibilidade de realizar experiências sobre modelos de sistemas complexos, evitando os custos, riscos e perda de tempo envolvidos em experiências com os sistemas reais
 - Hipóteses podem ser formuladas e testadas, recorrendo a modelos de simulação
 - Permite avaliar e comparar diversas alternativas

2023/24

MODSS

11

© DEI/ISEP

11

Introdução à Simulação

- Vantagens
 - A escala temporal pode ser controlada, o tempo pode ser expandido, comprimido, ou evoluir de forma realista
 - Permite efetuar previsões e projeções futuras, o que auxilia a realização de planeamentos futuros e a tomada de decisões
 - Permite identificar as variáveis mais importantes, em termos de interações e efeitos na performance do sistema
 - Análise de sensibilidade

2023/24

MODSS

12

© DEI/ISEP

12

Introdução à Simulação

- Vantagens

- Treino, educação, e orientação de pessoal, pode ser realizado com o auxílio de aplicações de simulação
- Sistemas “reais” complexos, com elementos probabilísticos, não podem ser descritos com precisão através de modelos matemáticos estudados de forma analítica
- A simulação revela-se a única forma de investigação possível...

2023/24

MODSS

13

© DEI/ISEP

13

Introdução à Simulação

- Desvantagens

- Maioria dos sistemas são afetados por variáveis incontrolláveis e aleatórias, pelo que a maioria dos modelos de simulação incluem componentes probabilísticos
- Cada “corrida” de simulação produz apenas estimativas do desempenho do modelo
- Se for viável efetuar estudo analítico, este será preferível, na medida em que será exato

“É preferível uma resposta aproximada para o problema certo, a uma resposta certa para o problema errado!”

(David Kelton)

2023/24

MODSS

14

© DEI/ISEP

14

Introdução à Simulação

- Desvantagens
 - Estudos de simulação são, muitas vezes, demasiado caros e morosos
 - Resultados obtidos, devido ao grande volume de dados, ou ao impacto causado pela interface, podem criar tendência para depositar uma confiança excessiva nos resultados da simulação
 - Se o modelo não for uma representação válida do sistema, os resultados obtidos com a simulação, por mais expressivos que sejam, não terão qualquer utilidade!

2023/24

MOD55

15

© DEI/ISEP

15

Introdução à Simulação

- Fontes de problemas
 - Objetivos pouco claros na definição do estudo de simulação
 - Modelo com detalhe não adequado
 - Falta de comunicação ao longo do estudo de simulação
 - Má análise estatística
 - Utilização de software de simulação com erros (obviamente...)
 - Confiança em simuladores facilmente manipuláveis por qualquer tipo de utilizador
 - Excesso de animação na interface gráfica
 - Falta de consideração de fontes de aleatoriedade no sistema
 - Utilização arbitrária de distribuições de probabilidade como entrada da simulação
 - Utilização de más medidas de desempenho

2023/24

MOD55

16

© DEI/ISEP

16

Introdução à Simulação

- Etapas num Estudo de Simulação
 - Conhecer o sistema
 - Quer este exista, quer não, é necessário conhecer BEM o sistema
 - Objetivos bem identificados
 - Recolher dados e Definir o modelo do sistema
 - Representar o modelo no software de simulação
 - Validar o modelo

2023/24

MODSS

17

© DEI/ISEP

17

Introdução à Simulação

- Etapas num Estudo de Simulação
 - Planear experiências
 - Planear que experiências permitirão analisar os aspectos necessários
 - Efectuar experiências
 - Analisar resultados
 - Retirar conclusões
 - Documentar o estudo

2023/24

MODSS

18

© DEI/ISEP

18

Introdução à Simulação

- Áreas de aplicação
 - Comunicações
 - Redes locais e regionais, sistemas de comunicação via satélite, rede de televisão por cabo, etc.
 - Educação
 - Estudos relativos a afetação e escalonamento de salas, gestão de inventário de material didático, etc.
 - Serviços financeiros
 - Análise de transações, layout de gabinetes, rede de computadores, etc.

2023/24

MODSS

19

© DEI/ISEP

19

Introdução à Simulação

- Áreas de aplicação
 - Entretenimento
 - Projeto da estrutura e funcionamento de parques de diversão, teatros, estúdios de produção, etc.
 - Bilheteiras, parques de estacionamento, escalonamento de espetáculos, escalonamento de equipas, etc.
 - Restauração
 - Qualquer restaurante, *take-way*, cadeia de *fast-food*, poderá utilizar estudos de simulação para gestão de inventário, definição de *layout*, definição da localização, planeamento e escalonamento de recursos humanos, etc.

2023/24

MODSS

20

© DEI/ISEP

20

Introdução à Simulação

- Áreas de aplicação
 - Saúde
 - Escalonamento de turnos de equipas médicas e de enfermagem, organização do atendimento em urgências, gestão e disposição de recursos (camas, salas de espera, etc.), previsões epidemiológicas, etc.
 - Hotelaria
 - Estudo de políticas de gestão de aprovisionamento, escalonamento de recursos humanos, sistemas de reservas, etc.
 - Transportes
 - Estudos de simulação no âmbito da seleção de veículos, escalonamento de pessoal, planeamento de manutenção, rotas, dimensionamento do parque automóvel, estrutura de estacionamento, etc.

2023/24

MODSS

21

© DEI/ISEP

21

Introdução à Simulação

- Áreas de aplicação
 - Previsões ambientais
 - As previsões meteorológicas envolvem estudos de simulação que da combinação de diversas variáveis permitem estimar a situação meteorológica dos locais para várias janelas temporais
 - Estudos relativos ao controlo de poluição, efeito de estufa, etc.
 - Sistemas de Fabrico
 - Planeamento estratégico, *layout* da planta fabril, política de manutenção, gestão de inventário, definição do processo de fabrico, etc.

2023/24

MODSS

22

© DEI/ISEP

22

Modelação e Simulação Inteligente

Introdução à Simulação

Paulo Matos



2023/24

MOD55

23

© DEI/ISEP