

Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL
V 2.0, V.Lobo, EN 2021

SAD - Sistemas de Apoio à Decisão
Técnicas de Previsão, agrupamento, e optimização

Victor Lobo
Ricardo Pinto Moura

4º ano dos cursos tradicionais da Escola Naval

1

Programa (traços gerais)

1. **Introdução** aos Sistemas de Apoio à Decisão
2. **Organização** de dados, **visualização** e representação
3. Técnicas de **agrupamento**
4. Técnicas de **previsão**
5. Pesquisa e **optimização**
6. Estudo de casos

Inteligência Artificial!
Machine Learning!
Big Data!

2

Porque é que é importante para mim ?

- Decidir **BEM**
 - Tarefa de qualquer oficial da Armada !
- Usar **dados históricos** para decidir melhor
- Usar tudo o que está ao nosso dispor
 - Infra-estruturas tecnológicas
 - Técnicas avançadas
- Compreender o mundo que nos rodeia !

3

Porque é importante para a organização ?

- Cada vez mais dados
 - Relatórios e dados de preenchimento manual
 - Dados colhidos automaticamente por sensores
- Cada vez mais capacidade
 - De armazenamento, e de processamento
- SAD:
 - são a "memória colectiva" que torna a organização o que ela é
 - Automatizam os procedimentos
 - Optimizam as decisões
 - Ajudam a prever o futuro

4

O que é? Exemplos ?

■ No dia a dia...

SOLUCIONADOR DE PROBLEMAS

5

O que é? Exemplos ?

- Sistema informático que armazena e organiza a informação, transformando-a em algo utilizável
 - Dados → Informação → Conhecimento
- Exemplos:
 - Sistema de "tracking" da Toyota
 - Sistema bancário de aconselhamento em tempo real
 - Sistema GIS do USMC
- Exemplos na nossa Marinha:
 - Projecto **Singrar** – Gestão da batalha interna
 - Projecto Mecpab – Previsão de avarias
 - Projecto BlueEye (**OVERSEE**) – CSM Conhecimento Situacional Marítimo

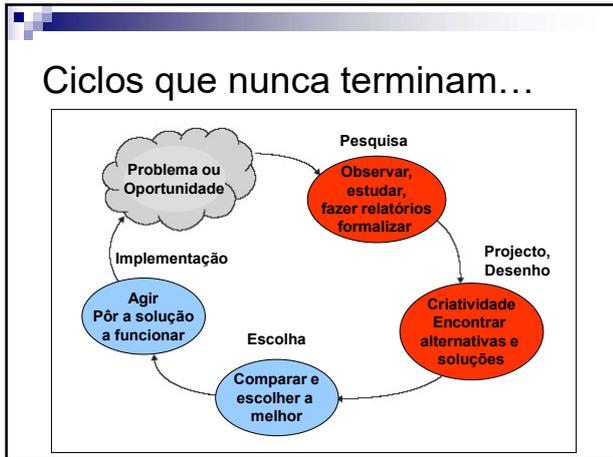
6

Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL

V 2.0, V.Lobo, EN 2021

Ciclos que nunca terminam...



7

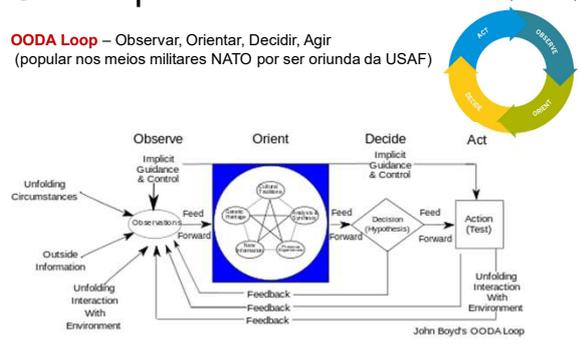
Ciclos que nunca terminam... (Versão 2)



8

Ciclos que nunca terminam... (Versão 3)

OODA Loop – Observar, Orientar, Decidir, Agir
(popular nos meios militares NATO por ser oriunda da USAF)



9

Bibliografia

- Livro de texto (não é seguido "à risca")
 - **Sistemas de Suporte à Decisão**, Bruno Cortes, FCA, 2005.
- Outros
 - **Data mining: practical machine learning tools and techniques**:(4th ed) Ian H. Witten, Eibe Frank, Mark A. Hall: Morgan Kaufmann, 2016
 - **Data Mining Concepts and Techniques**, Han et al., Elsevier 2012
 - **Business Intelligence and Analytics: Systems for Decision Support** (10th Edition), Sharda, Delen and Turban, Prentice-Hall, 2014
 - Textos de apoio (no site)
 - Links e vídeos (no site)

10

Bibliografia mais especializada

- **Machine Learning**, Tom M. Mitchell, McGraw Hill, 1997
- **Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2**, Raschka, Packt Pub., 2019
- **Principles of data mining**, David J. Hand, Heikki Mannila, Padhric Smyth, MIT Press, 2001
- **Pattern Classification**, Duda, Hart, & Stork, Wiley, 2007
- **Decision Support Systems in the 21st Century**, George Marakas, Prentice-Hall, 2002.
- **Predictive data mining**, Sholom M. Weiss, Nitin Indurkha, Morgan Kaufmann, 1997
- **C4.5: Programs for Machine Learning**, John Ross Quinlan, Morgan Kaufmann, 1992
- **Implications of Modern Decision Science for Military Decision-Support Systems**, Paul K. Davis, Jonathan Kulick, Michael Egner, RAND Corporation, 2005



11

Resolução de problemas práticos

- MS-Excel
- Orange
- MATLAB ou Delphi ou C# ou R ou WEKA ou PYTHON
- Alguns programas dedicados
- Opcionais
 - SAS Enterprise Miner, IBM Intelligent Miner, SAP BI

12

Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL
V 2.0, V.Lobo, EN 2021

Avaliação

- 1 Repetição escrita (marcar data agora: 28/06/2021)
 - 50% da nota
- Mini-testes (quiz) e 2 trabalhos de casa
 - 25% da nota (entrega: 23/03/2021, 23/04/2021)
- Projecto de SAD
 - 25% da nota (entrega: 21/06/2021)
- Caso haja exames finais, **estes terão uma componente prática**

13

Mini-testes e trabalhos de casa

- Mini-testes – 5 minutos no fim das aulas
- Trabalhos de Casa
 - 2 trabalhos práticos
 - Grupos de 2 cadetes

14

Horário de dúvidas e contactos

- Email: vlobo@novaims.unl.pt
ricardo.pinto.moura@marinha.pt
- Dúvidas e apoio
 - 3ª Feira das 16:30 às 17:30 (Ricardo Moura)
 - 2ª Feira das 14:30 às 18:30 (Victor Lobo)
 - Por mail em qualquer altura
 - Sempre que estiver disponível ...
- Material de apoio
 - www.novaims.unl.pt/docentes/vlobo
 - mathfilesen.wordpress.com/blog/ (saden)

15

1^{os} trabalhos

- Mini-teste para confirmar conhecimentos e destreza em:
 - Matemática elementar, álgebra, cálculo integral e diferencial, investigação operacional, métodos numéricos, probabilidades e estatística
- 1º Trabalho de casa para entregar no início da 4ª semana de aulas efectivas (01/03/2021)
 - Propôr um trabalho de projecto de SAD. A proposta deverá ter no máximo uma página A4. Deve implicar análise de DADOS (ou seja é data-driven, ver adiante)

16

Projecto de SAD

- Trabalho individual, ou grupos de 2
- Exemplos de trabalhos de análise de dados disponíveis na Marinha
 - Prever nº de acidentes nas praias
 - Encontrar trajectórias "suspeitas" em registos AIS
 - Escolher zonas de patrulha
 - Detectar objectos na água a partir de imagens aéreas
 - Separar ecos de minas de outros objectos
 - Escolher candidatos a pilotos de helicóptero
 - Decidir se é necessário substituir cabos

17

Daqui a uns meses, devo...

- Compreender a importância dos Sistemas de Informação para a organização
- Compreender as potencialidades e limitações dos SAD
- Ser capaz de **formalizar correctamente** diversos problemas
- Ser capaz de **escolher a ferramenta adequada** a cada problema
- Perceber o funcionamento de **algumas técnicas**
 - Redes Neurais, indução Árvore de Decisão, Sistemas Periciais, Sistemas Difusos...
- Estar feliz por ter aprendido coisas novas !!!

18

Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL
V 2.0, V.Lobo, EN 2021

DÚVIDAS ?

Está tudo *clarinho* ?

19

1. Introdução aos Sistemas de Apoio à Decisão

- 1.1. Sistemas de Apoio à Decisão (SAD).
- 1.2. Processo de tomada de decisão.
- 1.3. Indicadores para tomada de decisão.
- 1.4. Tarefas comuns em SAD.

20

2. Organização de dados, visualização e representação

- 2.1. Organização de dados. **Datawarehouses**
- 2.2. **Visualização** de dados.
- 2.3. Geração de relatórios, e OLAP.
- 2.4. Sistemas difusos (**Fuzzy systems**).

21

3. Técnicas de agrupamento

- 3.1. Visão geral e métodos clássicos. Método das **k-médias**. Classificação hierárquica e **dendogramas**. Agrupamento determinístico vs exploratório
- 3.2. Mapas auto-organizados – **SOM**.
- 3.3. Descoberta de Afinidades (Market Basket Analysis).

22

4. Técnicas de previsão

- 4.1. Visão geral.
Teoria da decisão. **Decisões ótimas Bayesianas**. Avaliação de desempenho, **erros**, conjuntos de treino/validação/teste. **Regressões lineares** e logísticas
- 4.2. Indução de **árvores de decisão**.
- 4.3. **Redes neuronais** para previsão.

23

5. Pesquisa e Optimização

- 5.1. Pesquisa de soluções e sistemas periciais.
Vizinhos mais próximos. **Case Based Reasoning**. Sistemas Periciais baseados em **lógica**. Sistemas de forward chaining
- 5.2. Heurísticas de Optimização.
Algoritmos genéticos. **Stochastic Hill-climbing**. **Simulated annealing**. **Tabu search**.
- 5.3. Algoritmos genéticos.

24

Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL
V 2.0, V.Lobo, EN 2021

6. Estudo de casos

Diversos casos práticos de utilização de SAD

25

Breve nota sobre “processo de melhoria contínua”

- Dos questionários:
 - ECTS – Explicação, Aulas de contacto, e Trabalho individual
 - razões de ser da presente situação e possíveis melhorias
 - Trabalhos práticos e preparação prévia
 - Trabalho individual é necessário
 - Interiorizar a matéria com trabalho individual
 - Aprender a trabalhar com as ferramentas necessárias

26

Introdução aos Sistemas de Apoio à Decisão

27

Origens



28

Factores importantes para os SAD

- Quantidade de **dados disponíveis**
 - Dados operacionais, sensores de baixo custo
- **Poder de cálculo** e armazenamento de dados
- Sistemas computacionais de **baixo custo**
- Desenvolvimento científico e tecnológico
 - Inteligência Artificial e Aprendizagem Máquina (**Machine Learning**), e convergência com as técnicas mais clássicas da área da **estatística**, da **investigação operacional**, e do **reconhecimento de padrões**
- Software de **fácil utilização**
 - SAP, SAS, etc.

29

O que se espera obter de um SAD ?

- **Informação** útil e relevante
 - Permite decisões informadas
- **Conselhos** sobre a acção correcta a tomar
 - Não substitui o decisor, aconselha-o. Identifica situações inesperadas. Optimiza as acções necessárias para um dado objectivo
- **Gestão** e acompanhamento das decisões
 - Possibilidade de agir e medir consequências
- Ferramentas para **trabalho em grupo**
 - Trabalho colaborativo e comunicação interna
- Armazenamento e gestão de **“conhecimento”**
 - Capacidade para superar as limitações humanas de processamento de informação. “Lembra” lições aprendidas
- Ferramentas para obter **vantagem competitiva**
 - Decidir melhor e mais depressa que a concorrência, detectar oportunidades e falhas

30

Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL

V 2.0, V.Lobo, EN 2021

Confusão na nomenclatura

- Sinónimos, "trademarks", "partes" de SAD, diferentes perspectivas, "buzzwords", ...
 - DSS – Decision Support Systems
 - BI – Business Intelligence
 - KMS - Knowledge Management Systems
 - EIS – Enterprise Information Systems
 - ERP – Enterprise Resource Planning
 - BA- Business Analytics
 - CRM – Customer Relation Management
 - Data Warehouse
 - Expert Systems
 - Intelligent Agents
 - Datamining
 - Groupware, GSS - Group Support Systems
 - SCM, EIP, OPAP, ERM, Etc, etc, etc, etc,

31

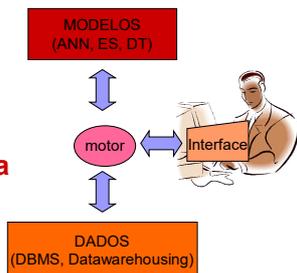
Funcionalidades (não são todas mandatórias)

- **Recolha** de informação
- **Visualização** da informação
- Construção de **modelos**
- **Previsão** do futuro e **deteção** agrupamentos
- Resolução e **otimização** de problemas
- Suporte para decisões individuais ou em **grupo**
- Capacidade para lidar com problemas mal definidos e **pouco estruturados**
- Evolutivos, *i.e.*, capacidade para se adaptarem a novas situações...

32

Componentes comuns

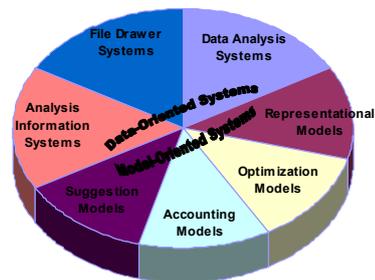
- Sistema de gestão de **dados**
- Sistema de gestão de **modelos**
- Motor de **inferência**
- **Interface** com o utilizador



33

Outra visão dos Componentes

(esta em concreto segundo Alter)



34

Tipos e ênfases dos SAD

- Centrados nos Dados *versus* Modelos
- Dedicados *versus* Generalistas
- Formais *versus* Ad Hoc
- Dirigidos (ou operativos) *versus* não-dirigidos (ou descritivos)
- Baseados na WEB

35

Evolução histórica

- Sempre houve "suporte à decisão"
 - Decidir com *razão vs coração*
 - Mais informação → melhor decisão
- Origem do termo "Decision Support System"
 - Início dos anos 70 (Little, G. & S. Morton)
 - Usar modelos informáticos em gestão, produzindo software de fácil utilização
- Cada vez mais...amigáveis...potentes...abrangentes....
- Não há (nem pode haver...) o "SAD universal"

36

Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL
V 2.0, V.Lobo, EN 2021

Diferentes perspectivas

- Teoria da decisão
 - O que é uma BOA decisão ?
- Engenharia e Informática
 - O que são as ferramentas que permitem uma BOA decisão ?
 - Como se fazem essas ferramentas ?
- Gestão
 - Como se usam essas ferramentas ?
- Como interpretar e usar um SAD ?
 - Compreender as ferramentas
 - Compreender o processo de tomada de decisão

37

Objectivos nesta cadeira

- **Compreender a importância** que os SAD têm para as organizações, e o modo como se integram nessas mesmas organizações.
- Compreender o **tipo de tarefas** que é executado pelos SAD.
- Compreender os problemas associados ao **armazenamento**, tratamento, e disponibilização ou **visualização** de grandes volumes de dados.
- Conhecer e compreender as principais **técnicas de previsão**.
- Conhecer e compreender as principais **técnicas de agrupamento**.
- Conhecer e compreender as principais **técnicas de pesquisa e otimização heurística**.
- Reconhecer a técnica **mais adequada a cada problema**, aplicá-la, e **compreender os resultados**.

38

Dominar algumas técnicas

- Particular ênfase
 - Decisões Bayesianas
 - Árvores de decisão
 - Redes Neurais (MLP & SOM)
 - Clustering
 - Algoritmos genéticos
 - Sistemas "Fuzzy"
- Visão mais geral
 - Outros aspectos

39

Tarefas típicas (1 a 7)

- 1 - **Organização** dos dados
 - Recolha, "limpeza", normalização, armazenamento, dados heterogéneos...
- 2 - **Visualização**
 - Apresentar os dados, compreendê-los, ter "insights" sobre os dados, explorá-los
- 3 - **Representação** de conhecimento e incerteza
 - Dados->Informação->Conhecimento, ser "mais ou menos", ser "provável", etc.

40

Tarefas típicas (1 a 7)

- 4 - **Previsão**
 - Estimadores estatísticos, regressões, redes neurais, árvores de decisão, sistemas periciais, "case based reasoning"
- 5 - **Agrupamento**
 - Clustering, detectar "outliers", detectar grupos de interesse
- 6 - **Pesquisa de soluções**
 - Encontrar uma solução possível. Heurísticas de busca, simuladores, GA, etc
- 7 - **Otimização**
 - Encontrar a melhor solução possível. Técnicas de IO, heurísticas, GA, SA, etc

41

Software (pacotes comerciais genéricos)

- **Excel** e ferramentas Microsoft !
 - Resolve muitos problemas.
 - Teste de métodos para "poucos" dados
- **ORANGE**
 - Open Source
 - Bom interface visual
 - Grande variedade de ferramentas
 - Baseado em Python (e alguma coisa em C)
 - Download em <https://orange.biolab.si>
 - Ou <https://www.anaconda.com/> ...



orange
DATA MINING
FRUITFUL FUN

42

Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL

V 2.0, V.Lobo, EN 2021

Software (pacotes facilmente disponíveis)

- **WEKA**
 - Para Datamining e "Machine Learning"
 - "open source" em Java
 - Corre em muitos ambientes, bastante completo (v3)
 - <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>
- **Matlab** (ou Octave e SciLab que são GNU)
 - Toolboxes de NN, DT, GA, ML, etc
 - SOMTOOLBOX (som), NETLAB (machine learning)
 - www.mathworks.com (site comercial da mathworks)
 - <http://www.gnu.org/software/octave/>
 - <http://www.scilab.org/>
- **Python**
 - Várias bibliotecas populares
- **R**
 - Package estatístico com muito suporte para datamining
 - Parecido com Matlab (mas diferente)
 - <http://www.r-project.org/>

43

Software (pacotes comerciais genéricos)

- **SPSS – Clementine**
 - Muito difundido nalgumas universidades
 - Versão de educação brevemente disponível
 - www.spss.com
- **IBM - Intelligent Miner**
 - Tem uma versão para dowload gratuito
 - <http://www-306.ibm.com/software/data/iminer/>
- **SAP - Módulos de Business Intelligence**
 - Grande variedade de módulos
 - <http://www.sap.com/platform/netweaver/components/bi/index.epx>
- **SAS - Enterprise Miner**
 - Escalável para problemas "a sério"
 - Grande variedade de ferramentas. Pouca informação detalhada sobre métodos
 - Bom interface visual mas programação "pouco amigável"
 - www.sas.com – Muita informação sobre aplicações
- Outros – "Statistica Neural Networks", SOM_PAK, C4.5(original), SNNS, plug-ins para Excel, etc, etc, etc.

44

Repositórios de dados

- **Repositório de Irvine (UCI)**
 - <https://archive.ics.uci.edu/ml/index.php>
 - Dados, software, artigos
 - Um clássico! Um "must" !
- **Repositório Kaggle**
 - www.kaggle.com/datasets
 - Muito actual, muito activo
- **Repositório do IEEE**
 - IEEE Data Port
 - <https://iee-dataport.org/datasets>
- **Repositório para Cibersegurança**
 - ICSX: <http://www.iscx.ca/datasets/> (mas o KDD99 está disponível no UCI)

45

Outros sites interessantes...

- **Decisionarium**
 - Software GNU, referências, etc
 - <http://www.decisionarium.tkk.fi>
- **DSS Resources**
 - Prof. Daniel Power, livros, referências, etc
 - <http://dssresources.com/>
- **Machine Learning Network**
 - www.mlnet.org
 - Software, dados, conferências, projectos, etc.
- **Fabricantes de soluções "dedicadas"**
 - Para gestão de terrenos, para marketing, etc, etc

46