

SADC

Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (Clinical Decision Support Systems)



Mestrado em Informática Médica

FMUP/FCUP

5 ECTS

Inês Dutra, João Gama e Alípio Jorge

ines@dcc.fc.up.pt, jgama@fep.up.pt, amjorge@fc.up.pt



Estrutura do curso

- 8 aulas (4, 11, 18 Dez, 8, 15, 22, 29 Jan, 5 Fev)
- Avaliação
 - Trabalho escrito + apresentação
 - Trabalho prático
 - Data prevista de entrega e apresentação: 05 de Fevereiro
 - Exame
- <http://www.dcc.fc.up.pt/~ines/aulas/0910/MIM/SADC.html>



Conteúdo

- Introdução
 - Objetivos do curso
 - Histórico
 - Motivação
- Formas de representação do conhecimento
- Sistemas dedutivos e outras abordagens
- Técnicas de aprendizagem de máquina
 - Algoritmos de Agrupamento
 - Redes Neurais
 - Sistemas Indutivos (proposicionais e de primeira ordem)
 - Raciocínio com incertezas
 - Aprendizagem estatística relacional
- Aplicações práticas e sistemas



Introdução: objetivos do curso

- Estudar a implementação de sistemas de informação que auxiliam a tomada de decisão clínica.
- Mostrar exemplos de sucesso e de insucesso desenvolvidos nas últimas décadas.
- Demonstrar as dificuldades e o potencial deste tipo de aplicações.
- Estudar os fundamentos necessários à aplicação de métodos de apoio à decisão e de sistemas inteligentes à área clínica.



Introdução: bibliografia

- Clinical Decision Support Systems
(Theory And Practice - ISBN: 9780387339146)
Editor: Eta S. Berner, Nov, 2006
- Artificial Intelligence: a Modern Approach
Stuart Russell and Peter Norvig, 2nd edition, Prentice-Hall
(capítulos e exemplos selecionados)
- Supplementary material:
Artigos relevantes selecionados para o semestre
Clinical Decision Support: The Road Ahead,
by Robert A. Greenes, Academic Press, Nov, 2006



Introdução: de interesse

- Springer. Manfred (EDT) Schmitt, Horia-Nicolai (EDT) Teodorescu, Ashlesha (EDT) Jain.; **Computational Intelligence Processing in Medical Diagnosis**, Springer.
- Dirk (EDT) Husmeier, Richard (EDT) Dybowski, Stephen (EDT) Roberts; **Probabilistic Modeling in Bioinformatics and Medical Informatics**,
- Samuel Barry (EDT) Sheps, Joseph K. H. Tan; **Health Decision Support Systems**, Jones and Bartlett Publishers



SADC: definição

- Sistemas de apoio à decisão clínica?
- Possíveis definições:
 - "active knowledge systems which use two or more items of patient data to generate case-specific advice" [\[Wyatt J, Spiegelhalter D, 1991\]](#).
 - “a computer program that provides reminders, advice or interpretation specific to a given patient at a particular time”



SADC: possíveis tarefas

- Geração de alertas e lembretes
- Apoio ao diagnóstico
- Planejamento e crítica de terapias
- Interpretação e reconhecimento de imagens
- Porém, podem ser (e fazer) mais do que isso, num contexto mais amplo



SADC: funções principais

- [[Perreault & Metzger, 1999](#)]:
4 funções principais:
 - Administrativa:
 - suporte à codificação clínica e documentação,
 - autorização de procedimentos,
 - encaminhamento de pacientes, etc
 - Gestão de complexidade clínica e detalhes:
 - armazenamento de dados de pacientes,
 - protocolos de quimioterapia,
 - gestão de chamadas médicas,
 - gestão de encaminhamento de pacientes,
 - medicina preventiva



SADC: funções principais

- Controle de custo:
 - Monitoração de medicação,
 - prevenção de testes duplicados ou desnecessários
- Suporte à Decisão:
 - Suporte ao diagnóstico clínico e procedimentos para tratamento,
 - promoção de “best practices”,
 - guias específicos de acordo com a condição do paciente,
 - gestão de populações com doença e sem doença



SADC: classificação

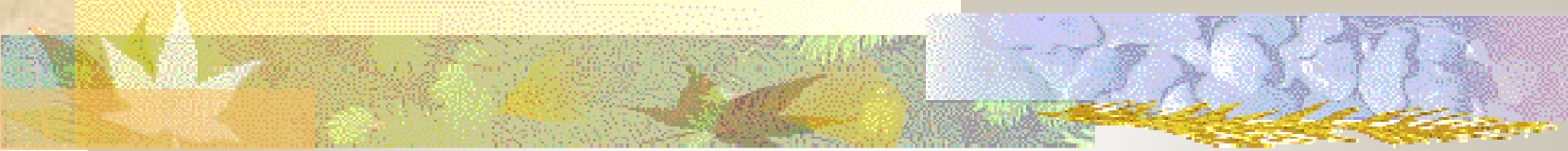
- Funções de SADC diferem de acordo com:
 - O momento em que o suporte é executado:
 - antes
 - durante
 - após a decisão clínica
 - Se é ativo ou passivo: se provê alertas de forma ativa ou se responde questões de forma passiva
 - Facilidade de uso
 - Se a informação gerada é geral ou específica

- Outra categorização é baseada na natureza das funções: se é baseado em conhecimento ou não e se utiliza alguma técnica de aprendizagem de máquina ou abordagens estatísticas.



Introdução

- Em qualquer destas funções, podem ser usadas técnicas de Inteligência Artificial (IA), técnicas estatísticas e/ou de otimização
- Com o objetivo de tornar os processos mais eficientes:
 - Quantitativamente
 - Qualitativamente



Health care environment

Health care process *Integrating systems between processes*

Health care process *Communication systems between processes*

Auxiliary process *Systems supporting auxiliary process*

Care process *Systems supporting care process*

Supporting process *Supporting systems*

Medical care process *Systems supporting medical care process:*

- diagnostic systems, nursing systems, treatment or therapy support systems



Introdução: motivação

- Podemos sobreviver sem um SADC?
- **Sim e não!!!**
- **Sim:** comunidades carentes, sem acesso à tecnologia, continuarão sendo atendidas e medicadas, sem o auxílio de aparato computacional sofisticado
- **Não:**
 - se quisermos melhorar a eficiência de diagnósticos e proporcionar qualidade de vida e sobrevida de pacientes de alto risco
 - Qtde cada vez maior de dados gera a necessidade de utilização de ferramentas computacionais para armazená-los e analisá-los



Neste curso:

O foco vai ser em apoio à decisão utilizando métodos “inteligentes”

[Home](#)

[Antibiotics and
Infectious Diseases](#)

[Trauma Management](#)

[Cancer](#)

[Surgery and Post-
Operative Care](#)

[Chest Pain](#)

[Pulmonology
and Ventilation](#)

[Dentistry](#)

[Pediatrics](#)

[Dermatology](#)

[Orthopedics](#)

[Drugs and
Toxicology](#)

[Laboratory](#)

[Emergency](#)

[Intensive Care](#)

[Epilepsy](#)

[Internal Medicine](#)

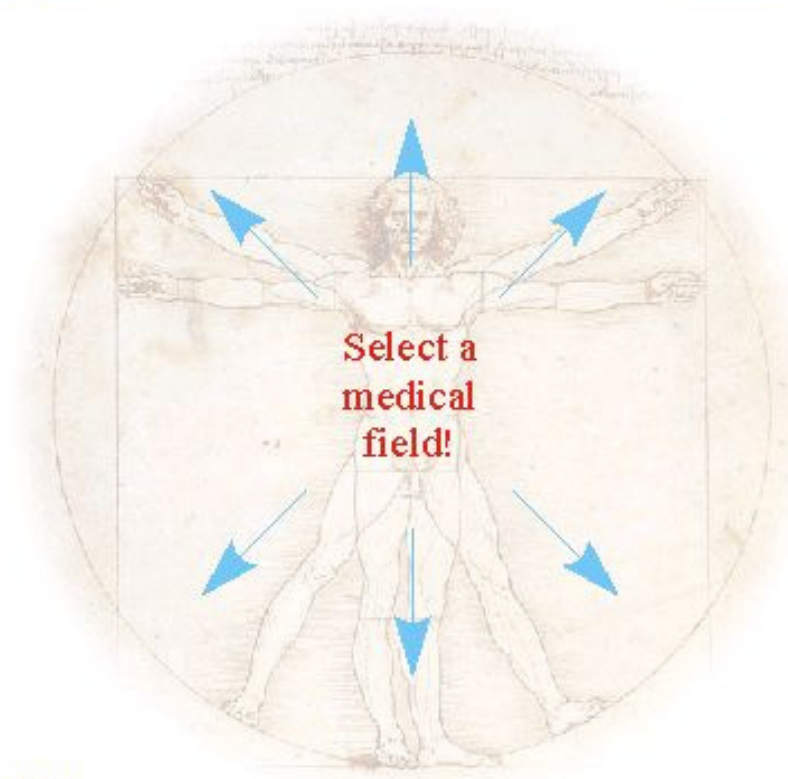
[Family Practice](#)

[Image Analysis](#)

[Genetics](#)

[Gynecology](#)

[Geriatrics](#)





Introdução: breve histórico

- Utilização de Inteligência Artificial (IA): começou nos anos 70 produzindo vários sistemas experimentais
 - Baseados em regras
 - Baseados em redes de Bayes
 - Causais



Introdução: breve histórico

- **AAPHelp** (de Dombal, 1972)
- Para tratamento de dor abdominal aguda com sugestão de cirurgia dependendo da gravidade
- Uma das primeiras tentativas de implementar **raciocínio automático com incertezas**, usando **rede de Bayes naïve**.



Introdução: breve histórico

- **INTERNIST I** (Pople and Myers, 1974)
- Um dos primeiros SADC para apoio à diagnóstico, baseado em regras.
- Usava uma lista de estados compatíveis, baseados em um banco de dados estruturado em árvore para ligar doenças e sintomas
- Nos anos 80, seu banco de dados foi identificado como sendo a parte mais valiosa do sistema.
- Deu origem a outros subsequentes: CADUCEUS e o Quick Medical Reference (QMR), este, um SADC comercial (proprietário)



Introdução: breve histórico

- **MYCIN** (1976)
- Sistema especialista baseado em regras para diagnóstico e recomendação de tratamento de certas infecções sanguíneas (seleção antibiótica para pacientes com bacteremia ou meningite)
- Foi estendido mais tarde para outras doenças infecciosas
- O conhecimento clínico é representado como um conjunto de regras IF-THEN
- Diagnósticos são apresentados com fatores de confiabilidade
- É um sistema orientado ao objetivo (**goal-directed system**),
- Usa uma estratégia de raciocínio baseado em encadeamento para trás (**backward chaining**) e **busca em profundidade**



Introdução: breve histórico

MYCIN (cont.)

- Foi desenvolvido em meados dos anos 70 por Ted Shortliffe e colegas na Universidade de Stanford
(**Ted esteve no no Porto em Jan para o HealthInf**)
- É, provavelmente, o sistema especialista mais famoso na área médica, descrito por Mark Musen como sendo "**the first convincing demonstration of the power of the rule-based approach in the development of robust clinical decision-support systems**" [[Musen, 1999](#)].
- Seu sucessor, EMYCIN (Essential MYCIN), utiliza as estruturas de controle do MYCIN e foi desenvolvido em Stanford em 1980.
- EMYCIN foi utilizado para construir PUFF, um sistema para interpretar testes de função pulmonar em pacientes com problemas pulmonares



Introdução: breve histórico

- **CASNET** (Causal ASSociational NETworks) (anos 60)
- Ferramenta geral para construir sistemas especialistas para diagnóstico e tratamento de doenças
- Aplicação mais popular: CASNET/Glaucoma para diagnóstico e tratamento de glaucoma.
- Conhecimento clínico representado como uma **rede associativa causal**
- Desenvolvido na Universidade de Rutgers e implementado em FORTRAN.



Introdução: breve histórico

- **PIP** (Present Illness Program) (anos 70)
- Desenvolvido pelo MIT e Tufts-New England Medical Center
- Funções: adquirir dados e gerar hipóteses sobre processos de desenvolvimento de doenças renais



Introdução: breve histórico

- **ABEL** (Acid-Base and Electrolyte program) (anos 80)
- Utiliza raciocínio causal
- Desenvolvido no MIT



Introdução: breve histórico

- **ONCOGIN**
- Sistema especialista baseado em regras para gestão de protocolos em oncologia
- Desenvolvido na Universidade de Stanford
- Suporte a médicos no tratamento de pacientes em quimioterapia
- Primeiro sistema que tentou modelar decisões ao longo do tempo utilizando uma **linguagem de fluxograma**
- Histórico de eventos passados e duração das ações são levados em consideração



Introdução: breve histórico

- **DXplain** (anos 80, comercializado) [[LCS MGH Harvard Medical School](#)].
- Utiliza dados clínicos (sinais, sintomas, testes de laboratório) para produzir uma lista ordenada de diagnósticos que podem explicar (ou estar associados a) manifestações clínicas
- Explica porque os diagnósticos foram considerados
- Sugere coleta de informação extra
- Lista as manifestações clínicas que são atípicas de uma determinada doença
- inclui 2.200 doenças e 5.000 sintomas
- Desenvolvido no [Laboratory of Computer Science](#), Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School



Introdução: breve histórico

- **QMR** (Quick Medical Reference) (1980)
- Contém um banco de dados de doenças, diagnósticos, associações entre doenças e informação laboratorial
- Foi desenhado para 3 tipos de uso: livro eletrônico, planilha e programa de consulta [[Miller RA, 1989](#)]
- Desenvolvido pela Universidade de Pittsburgh e por [First Databank](#), California.



Introdução

- Sistemas especialistas foram e ainda são muito populares
- conhecimento geralmente representado por regras IF-THEN
- Sistemas **dedutivos!**
- Com módulo explicativo

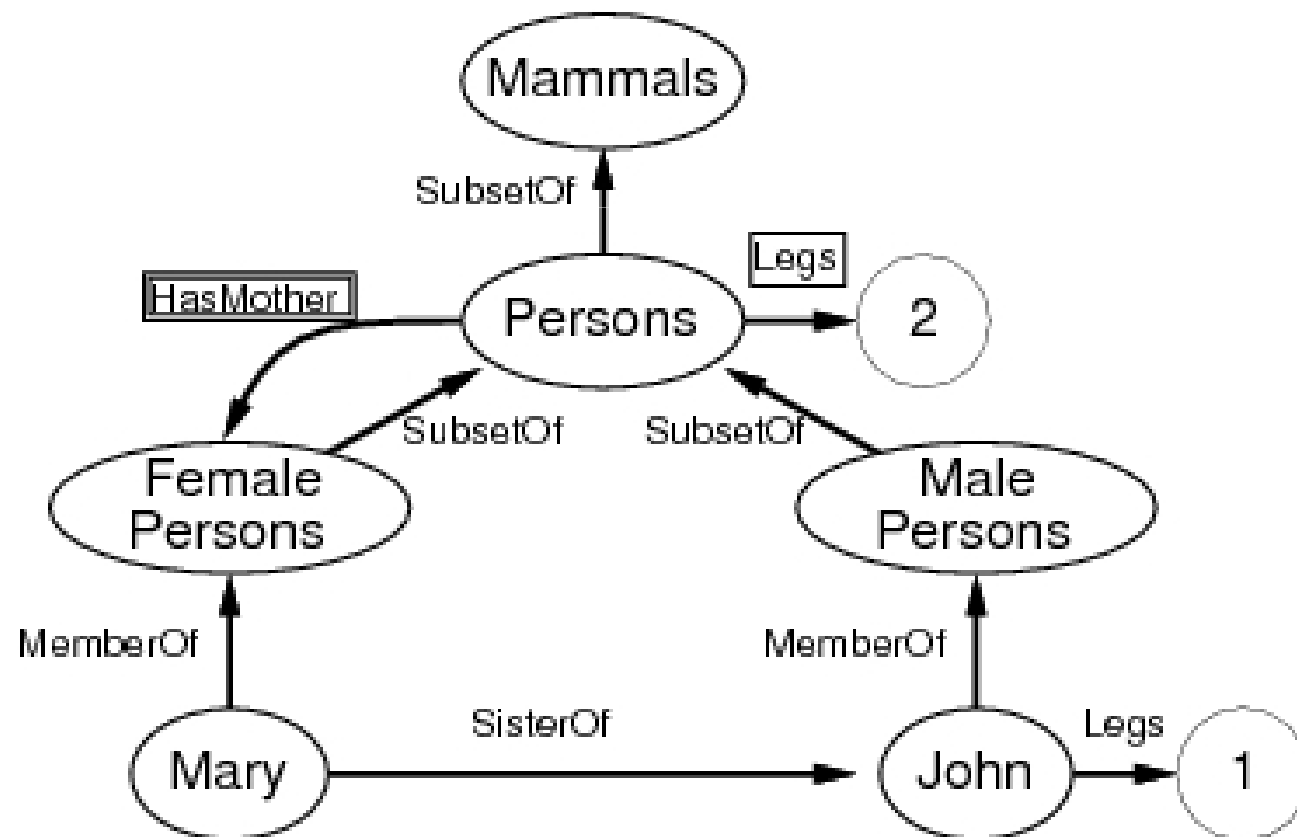


Formas de Representação do Conhecimento

- Representação do conhecimento: expressar conhecimento de forma tratável pelo computador
 - Numérica
 - Atributo-valor
 - Matrizes, Tabelas, etc
 - Simbólica
 - Redes Semânticas (Semantic Networks)
 - Formalismos baseados em lógica

Formas de Representação do Conhecimento

Semantic Networks





Formas de Representação do Conhecimento

■ Linguagens

- Sintaxe: descreve as possíveis configurações da linguagem que constituem sentenças válidas.
- semântica: determina o significado de cada sentença.

■ exemplo: $x > y$, em matemática

- sintaxe: a construção $x > y$ é aceita pela linguagem.
- semântica: dá o significado ao operador $>$: se o valor de x é maior do que o valor de y então a expressão é verdadeira, senão é falsa.