

PIP/CA - Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação
Mestrado em Computação Aplicada da UNISINOS

2000/1 - 2o. Trimestre - AULA 06 / FSO

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
&
SISTEMAS INTELIGENTES

• **Professores Responsáveis:**

Parte I - Profa. Dr. Renata Vieira

Web: <http://www.inf.unisinos.br/~renata/iam.html>

Parte II - Prof. Dr. Fernando Osório

E-Mail: osorio@exatas.unisinos.br

Web: <http://www.inf.unisinos.br/~osorio/ia.html>

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

TEMAS DE ESTUDO: Representação de Conhecimentos

A.I. & Knowledge

- **Aquisição:** Manual, Automática e Integração
- **Representação:** Incerteza
- **Manipulação:** Inferência
- **Verificação e Validação:** Correto, Completo e Consistente (Integração)
- **Explanação**

- **Temas de Pesquisa relacionados aos Representação de Conhecimentos**
 - Linguagens de Representação de Conhecimentos
 - Meta-Conhecimento
 - Intercâmbio de conhecimentos
 - Aprendizado

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO: Uncertainty (Overview)

* Conhecimento Incerto:

- Parcial e/ou incompleto
- Aproximado, impreciso e/ou inexato
- Conflitante e/ou incoerente

⇒ Incerteza: Asserção (causa), Conclusão (efeito), propagação/união (inferência)

* Representação da Incerteza:

- Lógicas não-monotônicas [McCarthy 80, Reiter 80, McDermott & Doyle - 80]
- Teoria do Endosso (endorsements) [Cohen 85]
- Lógica de Exceções - Default Reasoning [Reiter 80]
- Teoria da Evidência - Dempster-Shafer Theory of Evidence [Dempster 67, Shafer 76]
- Lógica Nebulosa - Fuzzy Logic [Zadeh 68-83]
- Raciocínio Possibilista - Possibility Theory [Zadeh 78]
- Fatores de Certeza/Confiança - Certainty Factor [Buchanan, Shortliffe 84 / Mycin]
- Redes Bayesianas - Bayesian Belief Networks [Pearl 86-93, Jensen 90 / Hugin]
- Outros...
 - Fuzzy Petri Nets
 - Continuous Boolean Functions
 - Rough Sets
 - Classes de referência

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO: Uncertainty (Overview)

* Conhecimento Incerto: *A que horas começa o filme?* [Bittencourt]

- Informação perfeita: O filme começa às 8h e 15 min
- Informação imprecisa: O filme começa entre 8h e 9h
- Informação incerta: Eu acho que o filme começa às 8h (mas não tenho certeza)
- Informação vaga: O filme começa lá pelas 8h
- Informação probabilista: É provável que o filme comece às 8h
- Informação possibilista: É possível que o filme comece às 8h
- Informação inconsistente: Maria disse que o filme começa às 8h, mas João disse que ele começa às 10h
- Informação incompleta: Eu não sei a que horas começa o filme, mas usualmente os filmes neste cinema começam às 8h
- Ignorância total: Eu não faço a menor idéia do horário do filme
- Informação temporal: Hoje o filme começa às 8h e amanhã às 9h*

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO: Knowledge

•Aquisição	Manual	Automática	Integração de Conhecimentos	
• Representação	Linguagem = Sintaxe / Semântica			↑ Incerteza ↘
• Manipulação	Inferência	Analogia	Dedução	Possibilidade
• Verificação e Validação	Correto	Completo	Consistente	→ Integração
• Explanação	Explicar	Saber o que sabe e o que não sabe		

* Formas e Linguagens usadas para Representação de Conhecimentos:

- Conhecimento Procedural, Declarativo, Imperativo: Programas
- Conhecimento Lógico: Prolog
- Conhecimento Empírico: Bases de dados com casos e experiências práticas
- Redes Semânticas: Nodos = Entidades, Arcos = Relacionamentos
- Frames: Coleção de “slots” e dos atributos relacionados a estes (conceitos OOP)
- Árvores de Decisão
- Regras de produção: Rule Based / Production Expert Systems, Fuzzy Rules
- Conhecimento Estatístico: Certainty Factor, Bayesian Belief Nets, Dempster-Shafer Theory
- Modelos Conexionistas: Redes Neurais Artificiais
- Autômatos: Redes de Petri, Máquinas de Estados
- Meta-Conhecimento

Hybrid

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO: Knowledge

•Aquisição	Manual	Automática	Integração de Conhecimentos	
• Representação	Linguagem = Sintaxe / Semântica			↑ Incerteza ↘
• Manipulação	Inferência	Analogia	Dedução	Possibilidade
• Verificação e Validação	Correto	Completo	Consistente	→ Integração
• Explanação	Explicar	Saber o que sabe e o que não sabe		

* Formas e Linguagens usadas para Representação de Conhecimentos:

- Conhecimento Procedural, Declarativo, Imperativo: Programas
- Conhecimento Lógico: Prolog
- Conhecimento Empírico: Bases de dados com casos e experiências p
- Redes Semânticas: Nodos = Entidades, Arcos = Relacionamentos
- Frames: Coleção de “slots” e dos atributos relacionados a estes (con
- Árvores de Decisão
- Regras de produção: Rule Based / Production Expert Systems, Fuzz
- Conhecimento Estatístico: Certainty Factor, Bayesian Belief Nets, D
- Modelos Conexionistas: Redes Neurais Artificiais
- Autômatos: Redes de Petri, Máquinas de Estados
- Meta-Conhecimemto

Conhecimento:

- * Contexto
- * Crenças
- * Senso Comum
- * Caso Particular:
Exceção a regra
- * Incerteza:
Aproximado, Inexato,
Incerto, Incorreto,
Possível, Provável
- * TEMPO
- * INTERAÇÃO

Hybrid

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO: Autômatos

* Redes de Petri:

- Ferramenta gráfica de modelagem de autômatos (estados/eventos/transições/ações), com um forte embasamento matemático - Teoria de Grafos;

- Modelagem de sistemas de natureza tipicamente:

- Concorrentes
- Assíncrona
- Distribuída
- Paralela
- Não determinística e/ou estocástica

- Usadas para representar conhecimentos: Regras do tipo...
Causa/Condição => Efeito/Ação

- Variações sobre o modelo original:

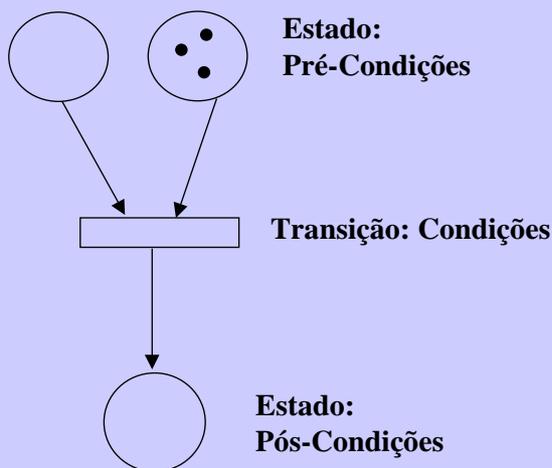
- Colored Petri-Nets (CPN)
- Petri-Nets for Propositional Calculus
- Petri-Nets for Predicate Calculus
- CF Petri-Nets
- Fuzzy Petri-Nets
- Possibilistic Petri-Nets
- Timed Petri-Nets

Links...

- <http://www.csh.rit.edu/~rick/thesis/thesis.html>
- <http://www.laas.fr/~robert/>
- <http://www.labpetri.dsc.ufpb.br/>
- <http://www.lcmi.ufsc.br/~janete/>
- <http://www.daimi.au.dk/PetriNets/tools/>

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

REDES DE PETRI: Uma rápida introdução...



- → Marcas: são deslocadas do estado prévio para o estado posterior

Linguagens baseadas em Redes de Petri:

GrafCET - Comando-Etapa-Transição

Exemplo:

Se Encheu_Tanque E Atingiu_Limite
Então Abrir_Válvula_Escape

Se Aberta_Válvula_Escape E Tanque_Vazio
Então Fechar_Válvula_Escape

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

REDES DE PETRI: Uma rápida introdução...

Marcas: Uma Rede de Petri começa com marcas colocadas em nos lugares de estado.

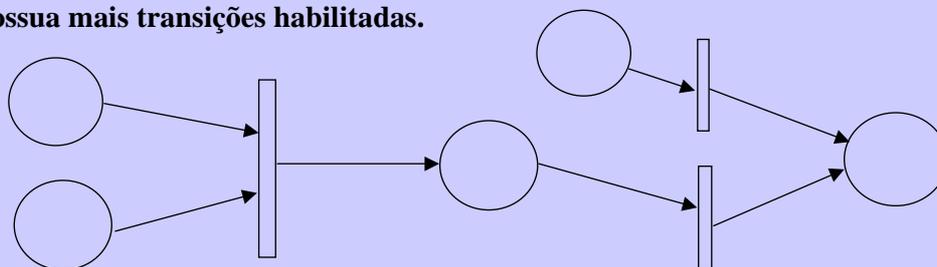
O estado inicial da rede pode ser descrito por um vetor $V = \{ m_1, m_2, \dots, m_k \}$ onde m_i é um número inteiro que indica a quantidade de marcas no nodo 'i'.

As marcas são também denominadas de 'Tokens' (usualmente são de um tipo só).

Transições: Uma transição 't' é ativada (fires), se e somente se (sse), para cada nodo 'i' que possua entradas para esta transição 't', $m_i > 0$. Sendo assim, para que uma transição seja ativada, é necessário que todas as suas entradas possuam tokens.

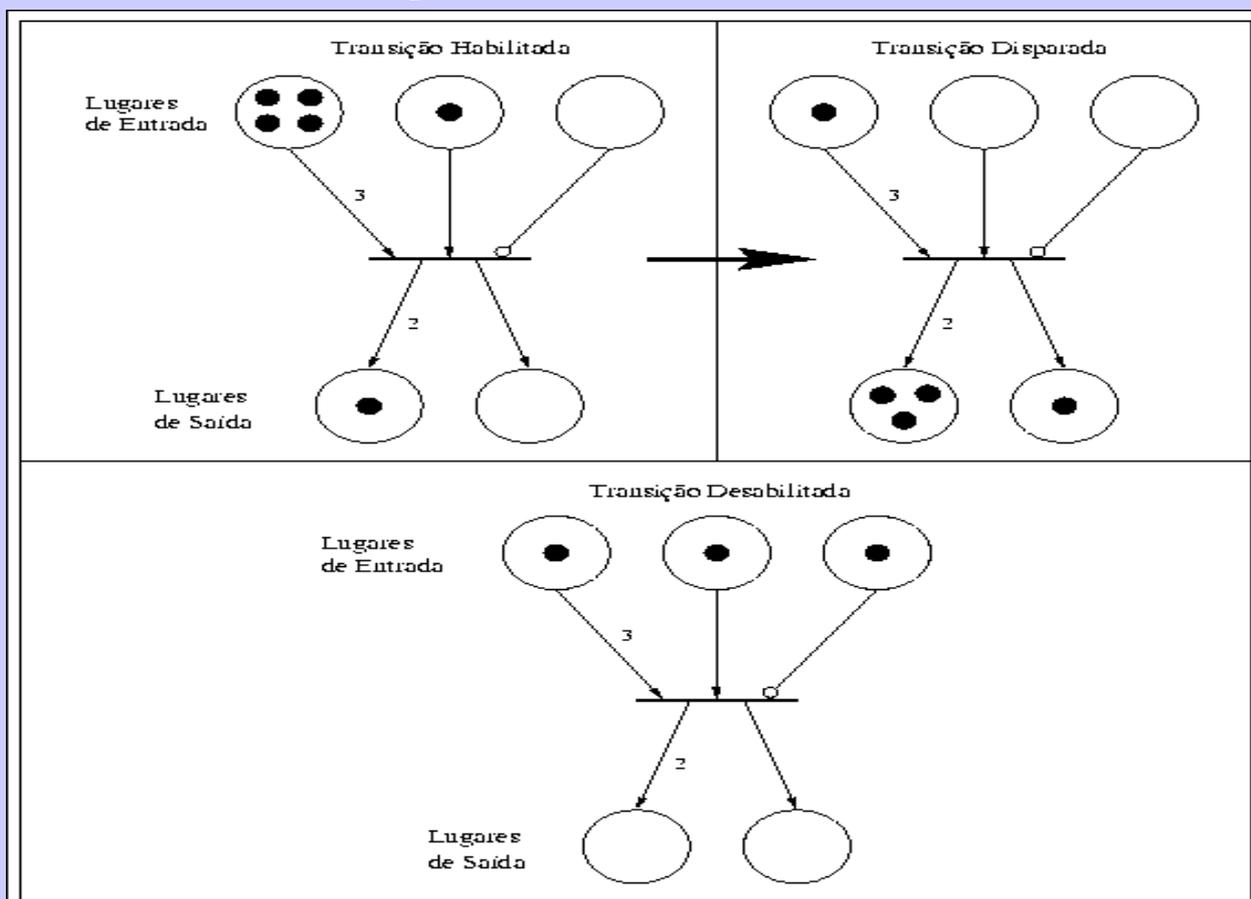
Quando a transição 't' é ativada, as marcas dos nodos são ajustadas da seguinte forma: uma marca é retirada de cada entrada da transição 't', e uma marca é gerada em cada nodo de saída da transição 't'.

Funcionamento: A rede inicia com uma marcação inicial e são realizadas transferências das marcas das entradas para as saídas das transições, se isto for possível, até que o sistema não possua mais transições habilitadas.



F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

REDES DE PETRI: Exemplo



F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

REDES DE PETRI: Propositional Calculus [Nikolopoulos / Peterson]

Comportamento da Rede de Petri é modificado:

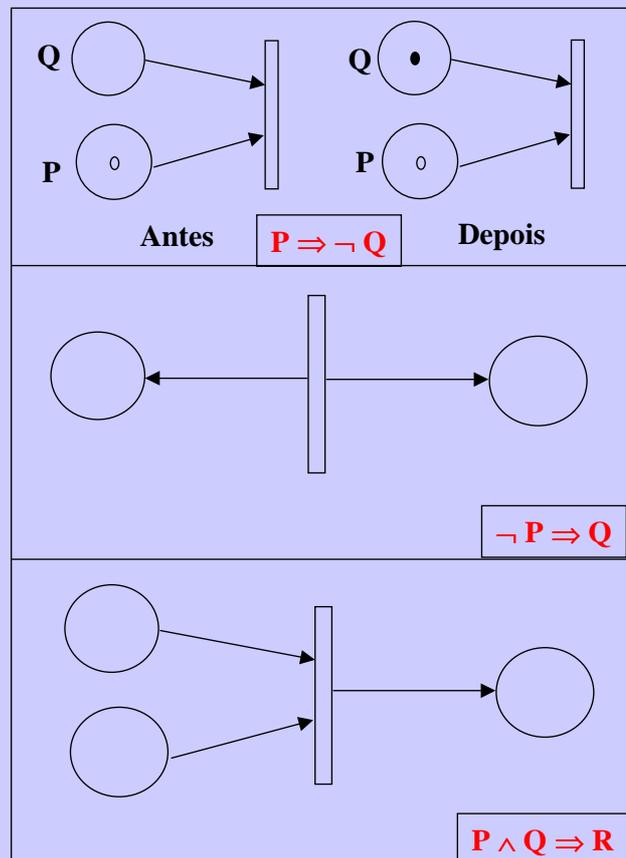
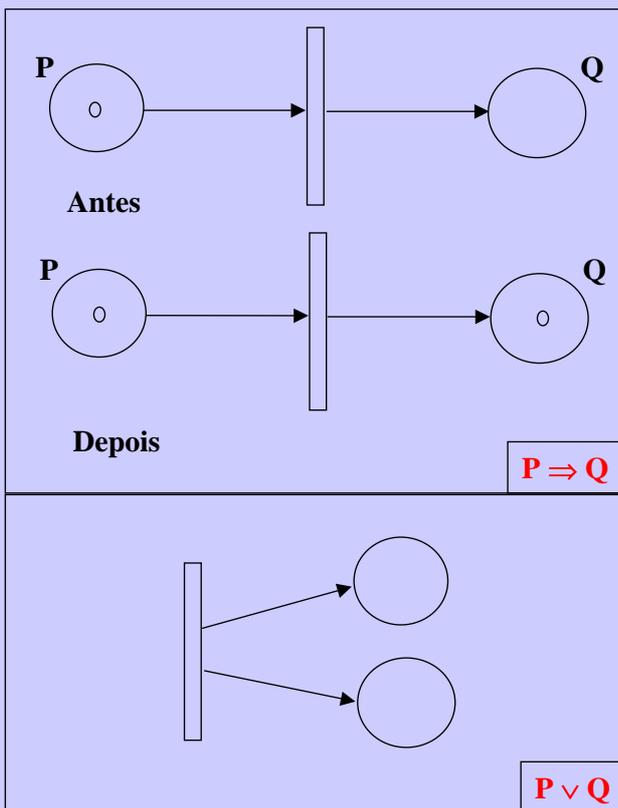
1. Existem dois tipos de *tokens* (branco e preto).
2. Apenas os *tokens* brancos podem passar um arco da origem para a sua destinação.
3. Um *token* preto pode passar um arco da sua destinação para a origem (sentido inverso!).
4. Uma transição pode trocar o tipo de token que chega, passando de branco para preto ou de preto para branco.
5. Quando todos os lugares que estão na entrada de uma transição possuem ao menos um token, e por consequência esta transição está habilitada a ocorre sendo então ativada (fires), os tokens da origem permanecem em seus lugares e não são apagados.
6. Quando uma transição é ativada, esta coloca um token em pelo menos um de seus lugares de saída

>> Lugares = Predicados

>> Tokens: Branco = Predicado é True
 Preto = Predicado é False

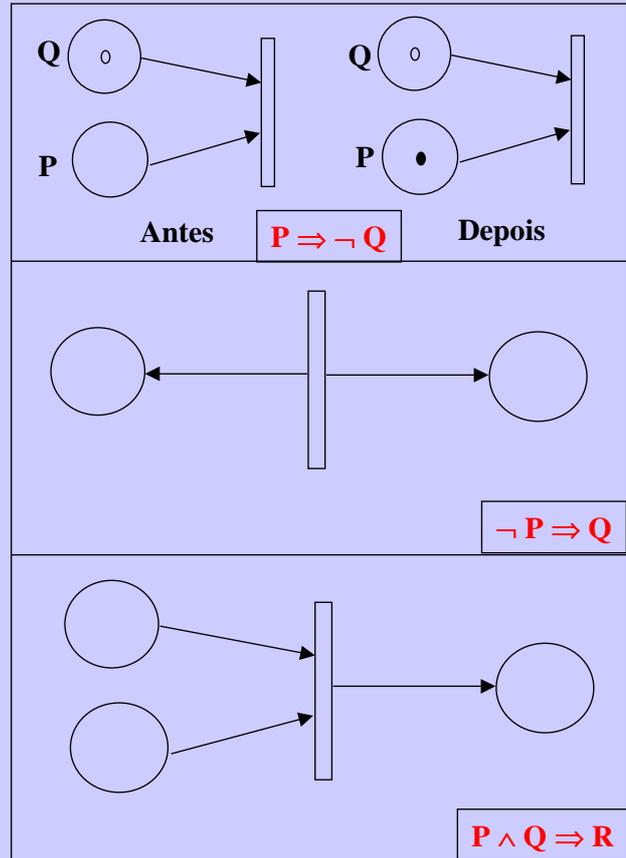
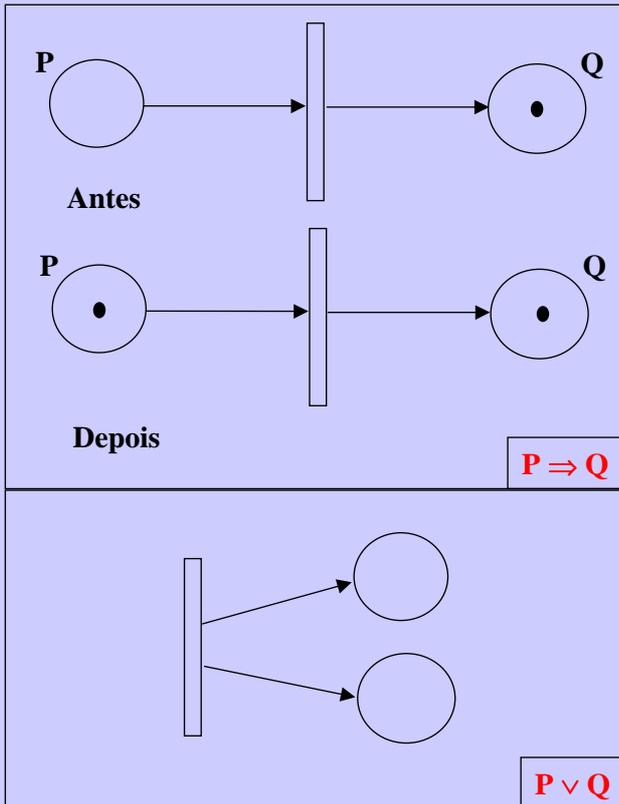
REDES DE PETRI: Propositional Calculus [Nikolopoulos]

Tokens: Branco = True / Preto = False



REDES DE PETRI: Propositional Calculus [Nikolopoulos]

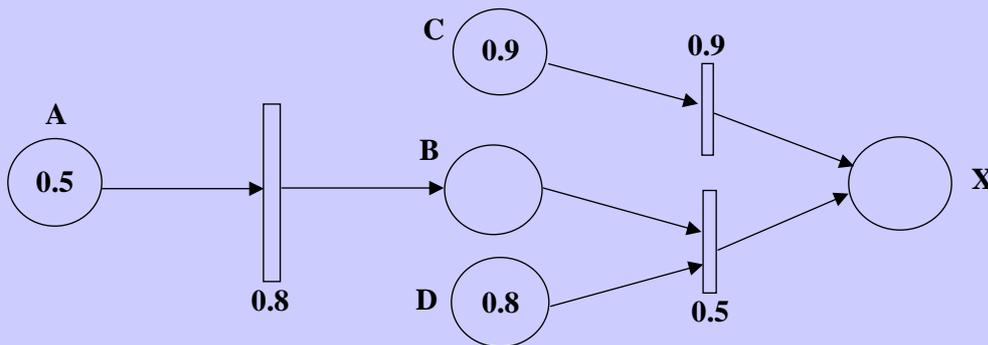
Tokens: Branco = True / Preto = False



F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

REDES DE PETRI: CF Petri Nets [Nikolopoulos]

Tokens: Black to White = Belief - CF [-1.0 .. 1.0]



A=a1 [CF=0.5]

C=c1 [CF=0.8]

D=d1 [CF=0.9]

IF A THEN B [CF=0.8]

IF B and D THEN X [CF=0.5]

IF C THEN X [CF=0.9]

Propagação:

$CF = CF1 + CF2(1 - CF1)$ se $CF1$ e $CF2 > 0$

$CF = CF1 + CF2(1 + CF1)$ se $CF1$ e $CF2 < 0$

$CF = (CF1 + CF2) / (1 - \min(|CF1|, |CF2|))$ se $CF1 * CF2 < 0$

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE CONHECIMENTOS:

* *Validação:*

- Comprovar que a base de conhecimentos está correta
- Soluções corretas para problemas do domínio

* *Verificação:*

- Consistência e completude da base de conhecimentos
- Inconsistência: Abra a válvula & Feche a válvula
- Completude:
 - (1) $P \wedge Q \Rightarrow R$
 $P \wedge \neg Q \Rightarrow R$
“inútil” (Q)
 - (2) IF_THEN
conclusão não leva a nada
“*dead end*”
 - (3) IF_THEN
condição nunca alcançada
“*dangling conditions*”

Métodos:

- Prova formal (lógica)
- Redes de Petri => Ferramenta de verificação (modelo formal)
- Engenharia de Software *versus* Engenharia de Conhecimentos:
“Verification and Validation of Expert Systems is much more difficult than in conventional software systems. This is partly due to the fact that an expert system provides solutions in imprecise problem domains by using heuristic, nonalgorithmic techniques. As a result, the solution derived by an expert system is often only an approximation and many alternate solutions may also be acceptable” [Nikolopoulos]

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO: KR Languages

* Linguagens de Representação de Conhecimentos

- KQML: Knowledge Query and Manipulation Language
<http://www.cs.umbc.edu/kqml/>
- KADS: Knowledge Analysis and Design System
<http://www.commonkads.uva.nl/>
- KIF: Knowledge Interchange Format
<http://logic.stanford.edu/kif/kif.html>
- KSE: Knowledge Sharing Effort
<http://www.cs.umbc.edu/kse/>
- ACL: Agent Communication Language
<http://java.stanford.edu/concur/language/>
- XBN: XML Belief Networks File Format
<http://www.research.microsoft.com/dtas/bnformat/>

→ Complementos... Mapas Conceituais, Meta-Conhecimento

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

SISTEMAS INTELIGENTES: Overview

- * **Lógica:** lógica proposicional, lógica de predicados, lógica de 1a. ordem
- * **Frames**
- * **Redes Semânticas**

- * **Resolvendo problemas... Força Bruta e Heurística**
- * **Resolvendo problemas.... Sistemas Especialistas**

- * **CBR - Case Based Reasoning**
- * **RBS / ESS - Rule Based Systems - Expert Systems Shells: production rules & inference**
- * **FIS - Fuzzy Inference Systems**
- * **BBN - Bayesian Belief Networks**
- * **Autômatos - Redes de Petri**

Conhecimento: Aquisição, Representação/Incerteza, Manipulação, Validação

Discussão: integração TEORIA x PRÁTICA

Tendências: sistemas híbridos, sistemas multi-agentes

AEIOU da IA: ;^) by F.S.O.

- A - Adaptation (Learning)**
- E - Evolution**
- I - Interaction**
- O - Organization (Structure)**
- U - Uncertainty**

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000

TEMAS DE PESQUISA SOBRE: Inteligência Artificial e Conhecimento

* PAPERS / DOCUMENTAÇÃO:

- MIT AI Lab - <http://www.ai.mit.edu/projects/>
 - CMU AI - <http://www.cs.cmu.edu/research/areas.html>
 - Stanford Logic - <http://logic.stanford.edu/>

 - Knowledge Representation and Reasoning - <http://www.kr.org/> (KR2000 Conference)
 - IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (Biblioteca Unisinos)

 - Bibliografia da disciplina...
 - Nikolopoulos
 - Russel & Norvig
 - Winston
 - Eberhart, Simpson & Dobbins
 - Liebowitz
- Projetos interessantes:*
- Projeto CYC - <http://www.cyc.com/>
 - Elisa, Chatter-bots & Loebner Prize
<http://www-ai.ijs.si/eliza/eliza.html>
<http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html>

Temas ligados ao “estado-da-arte”:

- Conhecimento: representação e transferência (troca de conhecimentos entre agentes)
- Sistemas híbridos
- Aquisição automática de conhecimentos

F. OSÓRIO - UNISINOS 2000