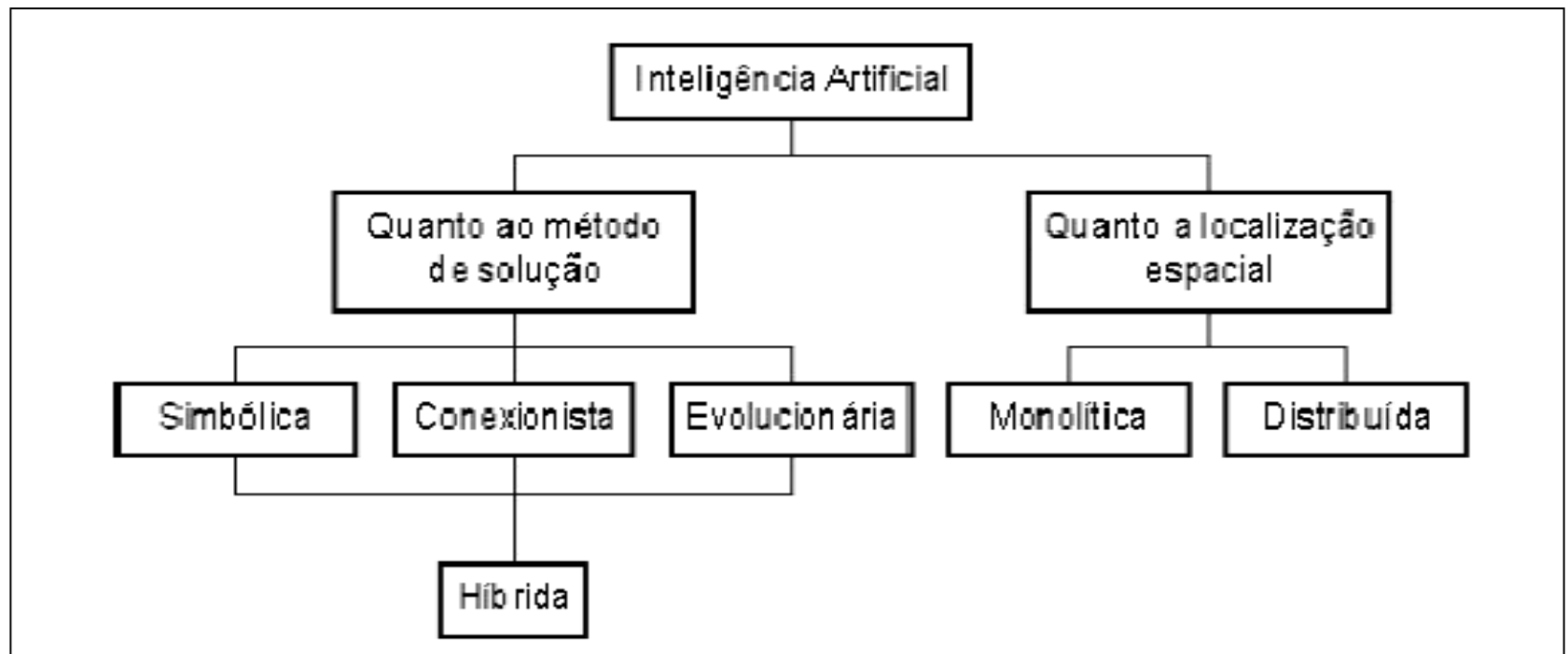


# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DISTRIBUÍDA E SISTEMAS MULTIAGENTES

Benjamin Grando Moreira

# Introdução

- A IA possui várias abordagens atualmente.
- Classificação quanto método de solução e localização espacial.



# Introdução

- **IA Monolítica (IAM):** sistemas simples sem modularidade, como é o caso de sistemas especialistas.
- **IA Distribuída (IAD):** aplicação da tecnologia de IA em ambiente distribuído.

# Inteligência Artificial Distribuída

- **Porque Distribuir a IA?**
- **Ramo da Ciências Humanas:** As capacidades intelectuais provêm disposições genéticas, interações com os semelhantes e com o ambiente;
- **Ramo da Psicologia:** O ser humano faz raciocínios em paralelo, tem mais de uma opinião ou ponto de vista sobre uma coisa;
- **Ramo da IA:** adicionar a dimensão sociológica à psicológica já existente;
- **Ramo da Resolução de Problemas:** há problemas funcionalmente ou espacialmente distribuídos e há problemas complexos demais;
- **Ramo da Indústria:** poder trabalhar com vários especialistas com pontos de vista diferentes;
- **Ramo da Informática:** extensão da noção de (multi)objetos.

# Inteligência Artificial Distribuída

- Motivação
  - ▣ inspiração biológica
  - ▣ decomposição de problemas complexos em problemas de menor grau
  - ▣ utilização de ambiente distribuídos
  - ▣ agentes autônomos trabalhando cooperativamente e/ou paralelo.

# Inteligência Artificial Distribuída

- Dividida sob 2 enfoques
  - ▣ Solução Distribuída de Problemas (SDP)
  - ▣ Sistemas Multiagentes (SMA)

# Inteligência Artificial Distribuída

- **Solução Distribuída de Problemas:**
  - ▣ Foco principal: o problema
  - ▣ Objetivo: capacidade de processamento dirigido para resolução de problemas naturalmente distribuídos ou muito complexos
  - ▣ Agentes pré-programados para cooperar
  - ▣ Qualidade medida por desempenho global do sistema na resolução de problema específico

# Inteligência Artificial Distribuída

## □ **Sistemas Multiagentes:**

- Foco principal: o agente
- Objetivo: estudos dos agentes para garantia de ação cooperativa em sociedade
- Agente racional
- Estudo multidisciplinar com conceitos de diversas disciplinas e áreas (teoria dos jogos, ontologia, etc.)



# Problemas em IAD

- ❑ Ausência de metodologias de projeto claras.
- ❑ Incerteza e conflito.
- ❑ Interação e linguagens ainda não sedimentadas.
- ❑ Modelagem de outros agentes.
- ❑ Chaveamento cognitivo/reativo.
- ❑ Quais informações devem ser globais e quais locais.
- ❑ Quando executar, planejar e coordenar.
- ❑ Principais : coerência e cooperação, através da *coordenação* (forte ligação com planejamento e escalonamentos).

# Um Cenário...

- O sistema de tráfego aéreo da Ruritania entrou em pane, devido a condições atmosféricas adversas. Felizmente, os sistemas de tráfego aéreo computadorizados dos países vizinhos negociam entre si para controlar os vôos afetados. A situação potencialmente desastrosa se passa sem nenhum incidente mais grave.

# E outro cenário...

- Um usuário do sistema de bibliotecas está em dificuldades. Seu agente pessoal então negocia com os outros agentes pessoais presentes no sistema e entrega ao usuário uma lista de pessoas que já passaram por aquela experiência e podem ajudá-lo...

# E ainda outro...

- Você procura o livro de Sistemas Multiagentes na Amazon para comprar, mas o site diz que só pode enviar o livro em 3 meses. Seu agente pessoal então busca na Web livros disponíveis, negociando preços e prazos e te devolve uma lista ordenada por preço e disponibilidade do livro.

# E mais um...

- Imagine que você tem a tarefa de encontrar um alvo móvel em uma determinada área. Seus agentes então negociam entre si uma estratégia para percorrer todo o espaço no menor tempo possível.

# Sistemas Multiagentes

## □ Definição:

“Sistemas computacionais a partir de entidades de software autônomas, denominadas *agentes*, que interagem através de um *ambiente* compartilhado por todos os agentes de uma *sociedade*, e sobre a qual estes agentes atuam, alterando seu estado.”

“É designado como uma rede de “resolvedores” de problemas que trabalham juntos para resolver problemas que estão além das suas capacidades individuais.”

# Sistemas Multiagentes

- Para o SMA resolver problemas coerentemente os agentes devem:
  - ▣ comunicar-se entre si: Detecção e resolução de conflitos.
  - ▣ coordenar suas atividades: Estrutura organizacional entre um grupo de agentes, Alocação de recursos e tarefas.
  - ▣ negociar em caso de conflitos: “Podem variar de simples contenção de recursos limitados a computações complexas onde os agentes discordam por causa de discrepâncias entre seus domínios de especialidade(expertise)”.

# Sistemas Multiagentes

## □ Desafio:

“Criar mecanismos genéricos para a coordenação de tais agentes possibilitando que o sistema como um todo (em geral chamado de uma sociedade de agentes) funcione de forma adequada e eficiente.”



# Sistemas Multiagentes

---

- Tipos de Agentes Inteligentes do SMA
  - Cognitivos
  - Reativos

# Sistemas Multiagentes

## □ Cognitivos

- ▣ Cada agente é um sistema complexo e computacionalmente pesado.
- ▣ Existe uma representação explícita do estado do ambiente e dos outros agentes.
- ▣ Poucos agentes.

# Sistemas Multiagentes

## □ Reativos

- ▣ Comportamento inteligente em um sistema emerge da interação entre um grande número de agentes muito simples que agem sob um esquema estímulo-resposta.
- ▣ Grande número de agentes.
- ▣ Influência na entomologia (ciência que estuda os insetos).

# Exemplos Aplicados de SMA

- Sistema de Fornecimento de Água para Caldeiras - Resolução Distribuída de Problemas
  - ▣ O importante é atingir o objetivo global;
  - ▣ As tarefas são pré-definidas;
  - ▣ A ênfase é dada na modelagem de cada agente;
  - ▣ Usualmente não existe grande comunicação entre os agentes;
  - ▣ Existe um controle global.

# Exemplos Aplicados de SMA

- Formigueiro - Sistema Multiagentes Reativo
  - ▣ O mais importante é o problema;
  - ▣ O problema é resolvido por nós individuais que interagem entre si;
  - ▣ Existe um grande número de nós;
  - ▣ Os nós são normalmente idênticos e possuem conhecimento limitado;
  - ▣ Cada nós não tem consciência do problema geral;
  - ▣ Os nós 'cooperam' entre si;
  - ▣ A solução 'surge' através das interações entre os nós.

# Exemplos Aplicados de SMA

- Time de Futebol - Sistema Multiagentes Cognitivo Cooperativo
  - ▣ Cada jogador possui um conhecimento individual e limitado;
  - ▣ Cada jogador não pode resolver o problema sozinho;
  - ▣ Cada jogador pode ter características diferentes dos demais;
  - ▣ Cada jogador age de forma autônoma e assíncrona;
  - ▣ Existe um objetivo global que é de conhecimento de todos os indivíduos;
  - ▣ Este objetivo global está **acima** dos objetivos individuais de cada agente;
  - ▣ Não existe um controle global;
  - ▣ A junção das capacidades individuais resolve o problema.

# Exemplos Aplicados de SMA

- Negociação trabalhista - Sistema Multiagentes Cognitivo Não-Cooperativo
  - ▣ Os objetivos de cada parte são usualmente contrapostos;
  - ▣ A informação de cada parte é incompleta;
  - ▣ Existe um objetivo global desejado, mas que não é mais importante que os objetivos individuais;
  - ▣ Cada parte procura convencer seu oponente para que ele ceda (ocorre um processo de negociação);
  - ▣ Não dá para ter certeza sobre o que a outra parte vai fazer;
  - ▣ Não existe um controle centralizado do processo.

# Interface com outros agentes

- Para permitir a comunicação, agentes podem:
  - ▣ Compartilhar objetos (componentes);
  - ▣ Compartilhar representações de conhecimento (quadro-negro);
  - ▣ Compartilhar uma linguagem de comunicação baseada na teoria dos atos de fala.
    - KQML (*Knowledge Query and Manipulation Language*).
    - FIPA ACL (*Foundation for Intelligent Physical Agents ACL*).



# Conclusão

- ❑ Resolve problemas difíceis de tratar pelos sistemas computacionais convencionais
- ❑ Ferramentas viabilizam a implementação de SMA, porém ainda não suprem totalmente as expectativas
- ❑ A área necessita ainda de bastantes pesquisas para aprimoramento