

Análise da Viabilidade de Utilização de Técnicas de Inteligência Artificial na Otimização do Processo de Modernização de Trens

Flávio Monteiro Rachel

Companhia do Metropolitano de São Paulo

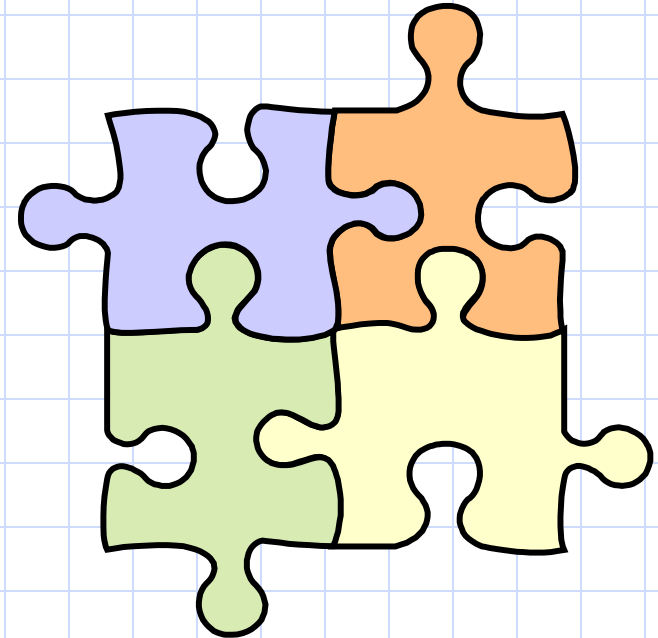
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Paulo Sérgio Cugnasca

GAS – Grupo de Análise de Segurança

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

- ◆ **Introdução**
- ◆ **A Modernização e os Sistemas de Sinalização**
- ◆ **Utilização de Técnicas de IA em Sistemas de Controle**
- ◆ **Sistemas Multi-Agentes**
- ◆ **Considerações Finais**



Introdução

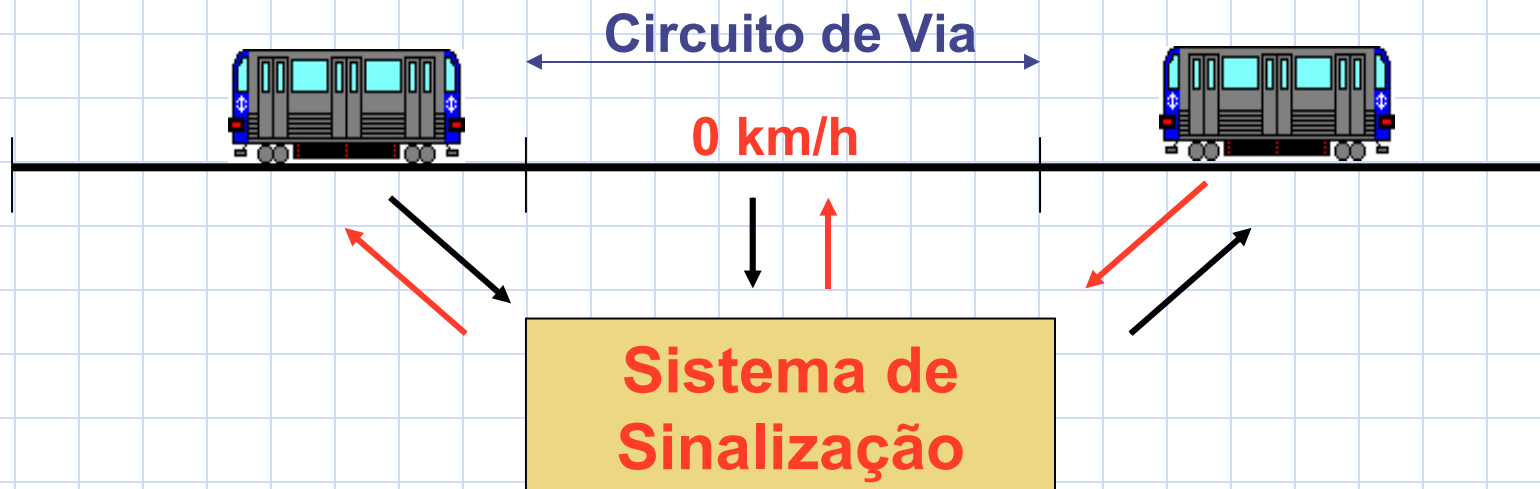
13^a

- ◆ O objetivo deste trabalho é a análise da viabilidade da utilização de técnicas de Inteligência Artificial na otimização dos recursos disponibilizados na modernização dos trens.
- ◆ O crescente aumento de demanda motivou a Companhia do Metropolitano de São Paulo a investir na compra de novos trens e na modernização dos trens das frotas já existentes.
- ◆ Sem a necessidade de investimentos adicionais em equipamentos, este trabalho fornece uma alternativa de baixo custo na otimização de recursos.

A Modernização e os Sistemas de Sinalização

13^a

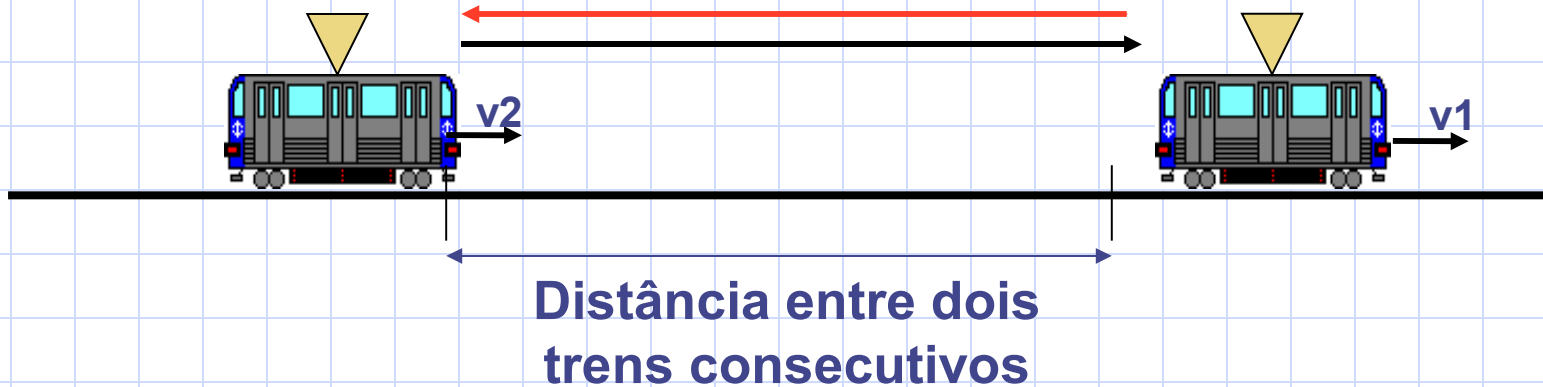
- Sistema de Sinalização por Blocos Fixos



A Modernização e os Sistemas de Sinalização

13^a

- Sinalização por Blocos Móveis (CBTC)



Utilização de Técnicas de IA em Sistemas de Controle

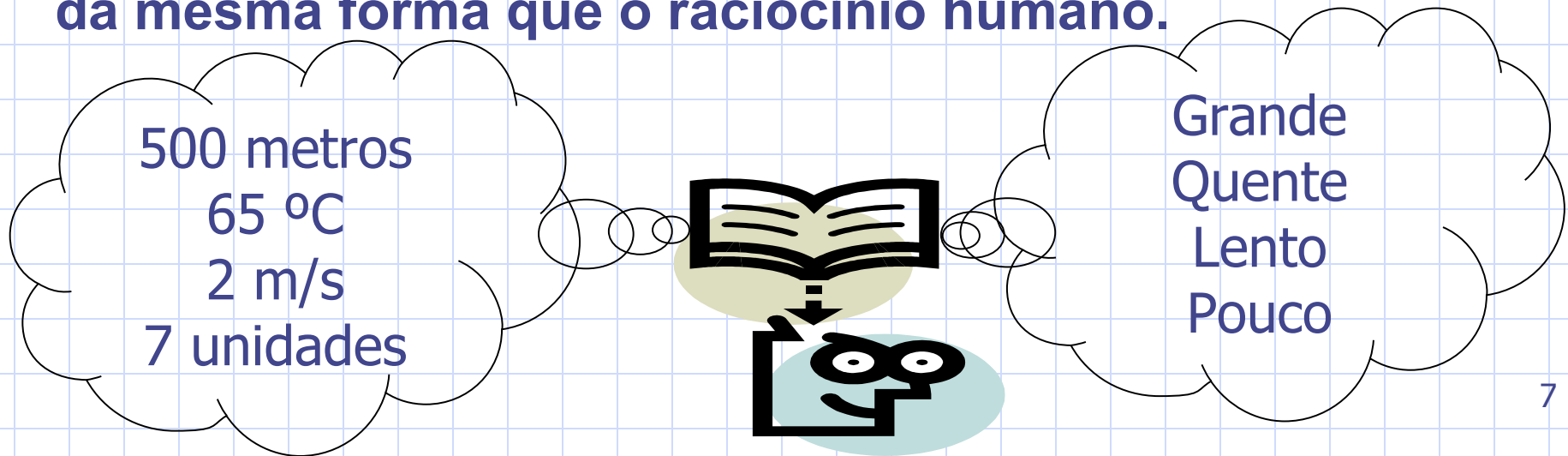
13^a

- ◆ Nos últimos anos, técnicas de Inteligência Artificial revelaram-se eficientes alternativas para o controle de sistemas.
- ◆ Os sistemas de controle de movimentação de trens metroferroviários são considerados sistemas críticos de controle, por envolverem a segurança de passageiros.
- ◆ As normas européias não recomendam a utilização de ferramentas de IA em sistemas críticos de controle, em especial em sistemas metroferroviários.

Utilização de Técnicas de IA em Sistemas de Controle

13^a

- A lógica nebulosa preditiva (ou lógica *Fuzzy*) é uma ferramenta de IA que permite a manipulação de dados imprecisos rotulados com um significado e associados a uma função de pertinência.
- Com a lógica nebulosa preditiva é possível fazer inferências usando conjuntos e números nebulosos, ou seja, fazendo inferências usando conceitos lingüísticos, da mesma forma que o raciocínio humano.

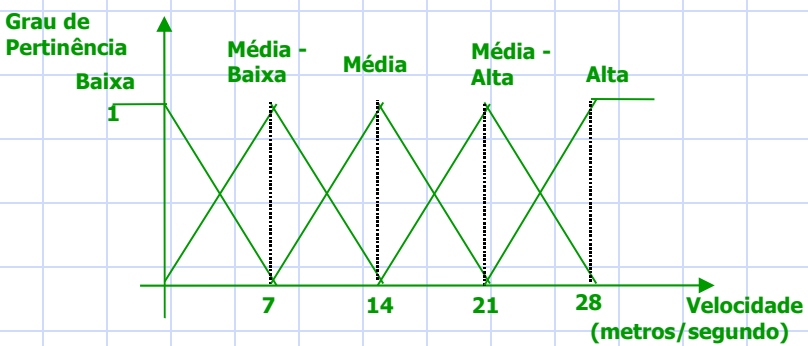
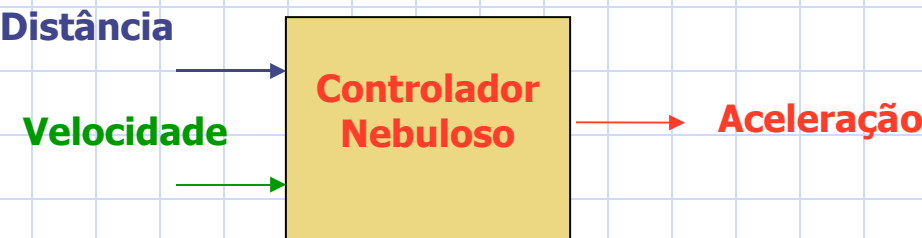
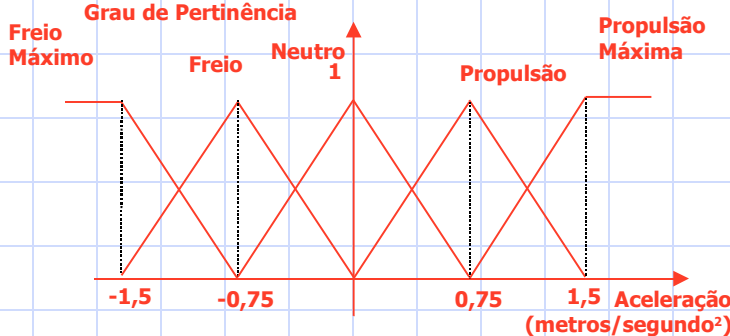
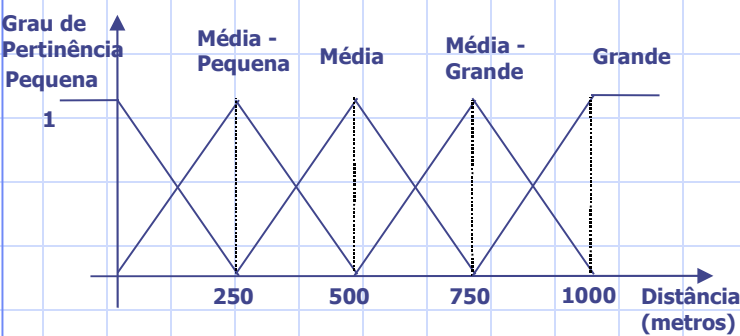




AEAMESP

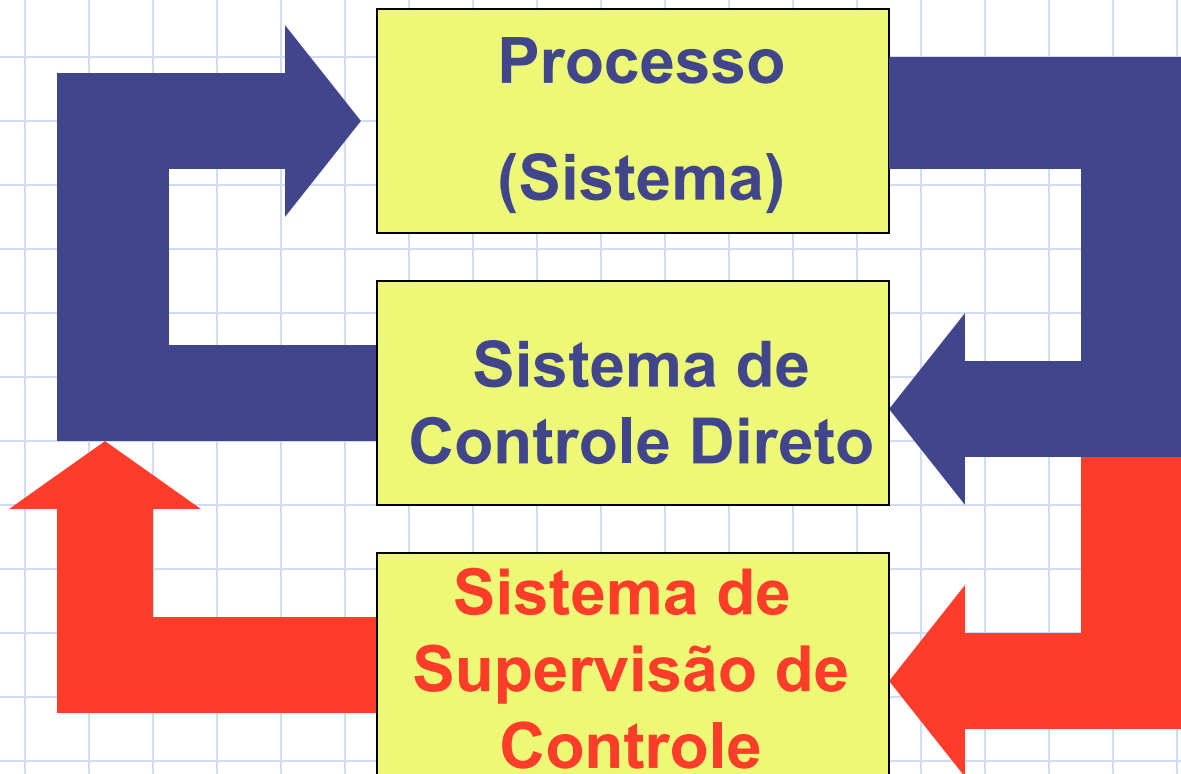
Utilização de Técnicas de IA em Sistemas de Controle

13^a



Utilização de Técnicas de IA em Sistemas de Controle

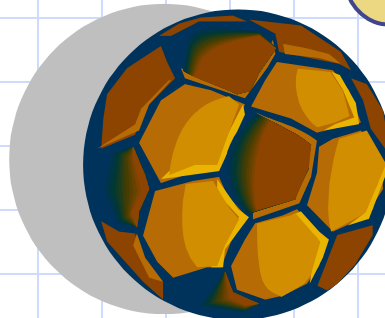
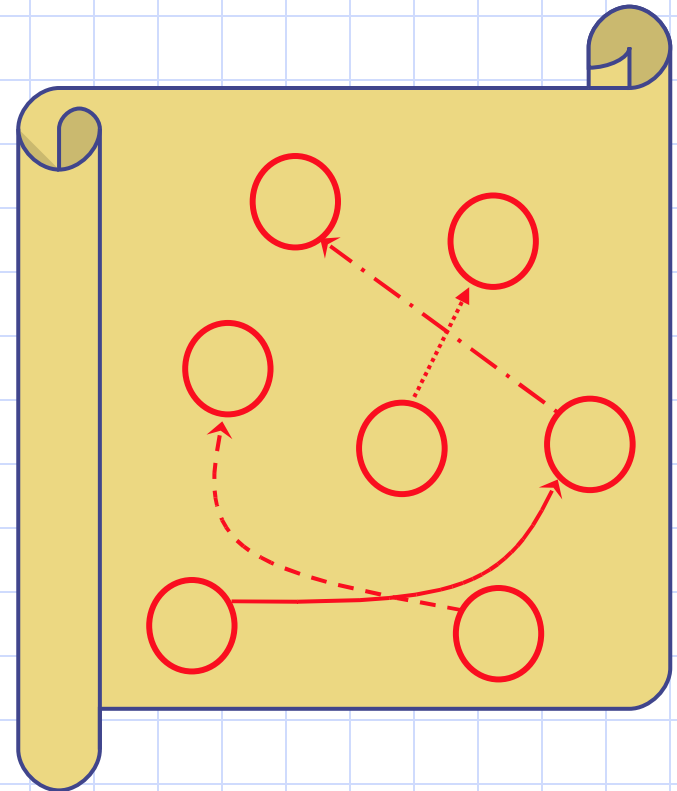
13^a



Sistemas Multi-Agentes

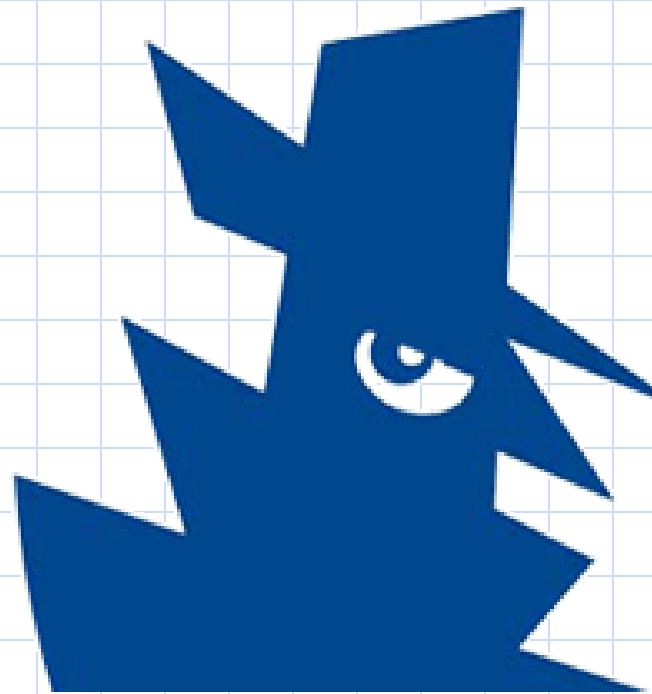
13^a

- Um sistema multi-agentes é composto por uma sociedade de agentes, organizados com uma estrutura em um ambiente, que interagem entre si para a obtenção de um objetivo social comum
- Exemplo: Time de Futebol



- **Agente** : Elemento de Hardware ou Software designado para a realização de uma determinada tarefa. O agente deve possuir as seguintes propriedades:

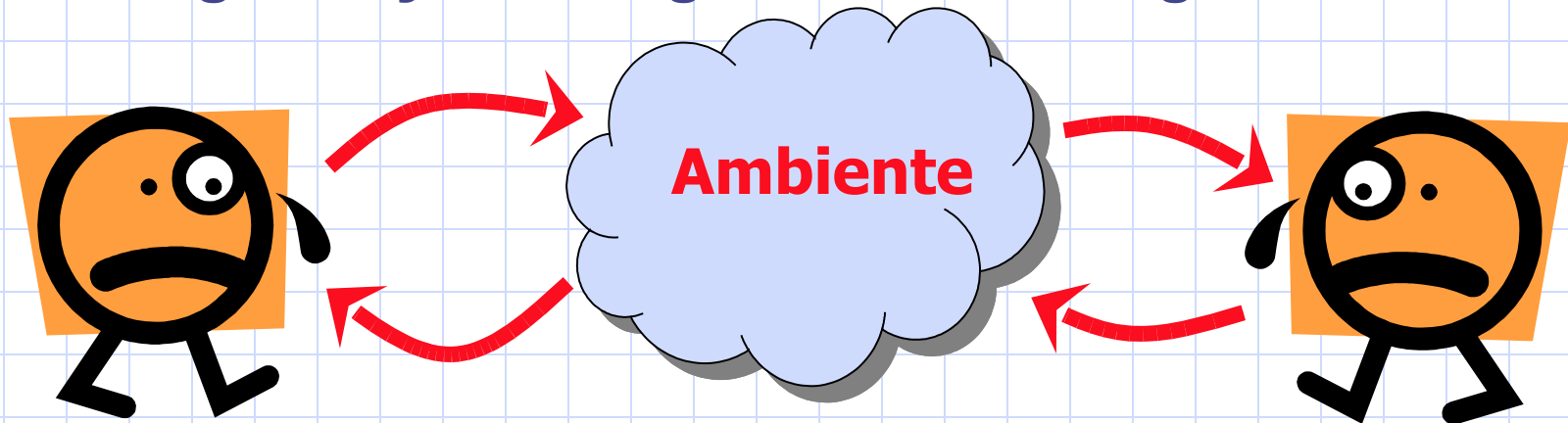
- **Autonomia**
- **Sociabilidade**
- **Reatividade e**
- **Iniciativa.**



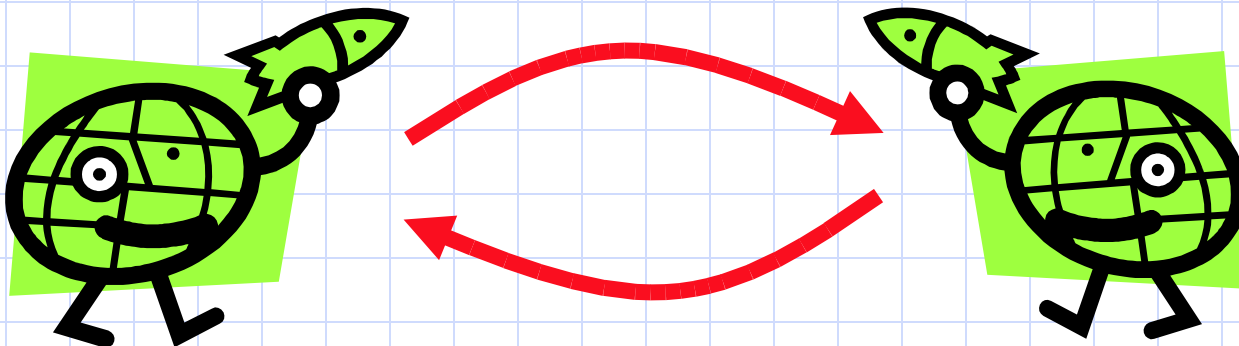
Sistemas Multi-Agentes

13^a

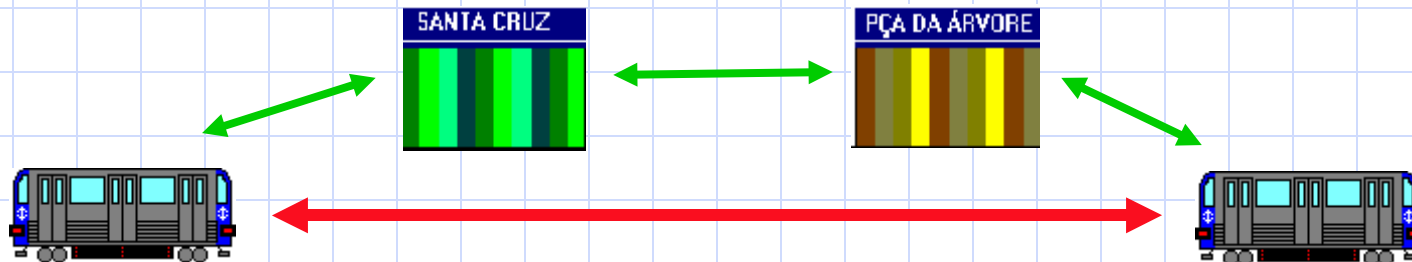
- **Sistemas Multi-Agentes Reativos:**
 - Representação implícita do ambiente.
 - Não guarda histórico de ações.
 - Não delibera ações de controle.
 - Não há comunicação direta entre agentes.
- Organização etológica de muitos agentes.



- **Sistemas Multi-Agentes Cognitivos:**
 - Representação explícita do ambiente.
 - Guarda histórico de ações.
 - Delibera ações de controle.
 - Há comunicação direta entre agentes.
- Organização social de poucos agentes.



- Comunicação ATO:
 - Identificação e Destino.
 - Horário de chegada nas estações.
 - Imagens de Circuito Interno (CFTV).
- Comunicação ATP:
 - Restrita ao controle de movimentação dos trens.
- Outras funcionalidades:
 - Alteração de demanda de passageiros em função de eventos externos (shows, jogos, clima, etc.)



- **Programação Orientada a Agentes (AOSE – Agent-Oriented System Engineering)**
 - Um novo paradigma em programação, após a programação a objetos.
 - Tecnologia indicada quando o domínio de aplicação é complexo.
- **Objeto x Agente:**
 - Autonomia.
 - Pró-Atividade.

Considerações Finais

- ◆ Este trabalho propõe a utilização de técnicas de Inteligência Artificial (em particular, a tecnologia de sistemas Multi-Agentes) para a otimização dos recursos disponibilizados na modernização dos trens.
- ◆ Para usufruir das vantagens proporcionadas pela tecnologia de sistemas multi-agentes sem infringir as recomendações das normas europeias, é necessária a separação das funções operacionais (ATO) e das funções de proteção (ATP) do sistema.
- ◆ A aplicação da tecnologia de sistemas multi-agentes permite uma visão global do sistema, permitindo a adição de funcionalidades para a flexibilização operacional dos trens.

Considerações Finais

- ◆ Como não requer a implementação de hardware adicional, a utilização de técnicas de Inteligência Artificial surge como uma alternativa de baixo custo para a otimização dos recursos a serem implementados.
- ◆ O trabalho apresentado demonstra a viabilidade da utilização de técnicas de Inteligência Artificial na otimização de sistemas de controle (em particular na otimização de sistemas críticos de controle).
- ◆ Os próximos passos estão voltados à modelagem e simulação do sistema multi-agentes a ser implementado e do sistema de sinalização de blocos fixos utilizado atualmente, para servir de parâmetro de avaliação e referência ao sistema proposto.

Flávio Monteiro Rachel

fmrachel@metrosp.com.br

flavio.rachel@poli.usp.br

Paulo Sérgio Cugnasca

paulo.cugnasca@poli.usp.br