

TOLERÂNCIA A FALHAS COOPERATIVA EM SISTEMAS ROBÓTICOS MULTIAGENTES

Plano de pesquisa de mestrado em
ciência da computação.

Márcio G. Morais

Outline

- Introdução
 - Falhas em Robótica
 - Sistema de múltiplos robôs
 - Software em robótica
- Estado da Arte
 - Situação dos Frameworks c/ tolerância a falhas
 - Abstração em Programação de Robôs
- Plano de Pesquisa
 - Motivação
 - Objetivo e Escopo
 - Problema de Pesquisa
 - Tolerância a Falhas Cooperativa
- Cronograma e Atividades

Introdução

Laboratórios – ambiente controlado



Mundo real – dinâmico e imprevisível

Introdução

- ◉ Linhas de produção da indústria
- ◉ Agricultura de precisão
- ◉ Pecuária
- ◉ Entretenimento
- ◉ Pesquisa espacial
- ◉ Logística de tropas e bombardeios

Introdução - Falhas em Robótica

Mundo real – dinâmico e imprevisível

Interação com humanos e outros robôs

Interação com o ambiente

Fenômenos naturais

Uso contínuo – desgaste natural

Suscetibilidade à interferências

Causam defeitos!!!

Introdução - Falhas em Robótica

Falhas podem ocasionar

Manutenção não programada - Prejuízos na produção

Resultado diferente do esperado – Prejuízo na produção

Interação com humanos – risco à integridade

Robôs – projetos customizados – custo ao usuário

Tolerância a Falhas

Confiança do usuário no sistema

Introdução

Sistemas com Múltiplos Robôs

● Vantagens e aplicações

- Menor tempo para atingir objetivos
 - Paralelismo na execução de tarefas
- Resolver tarefas complexas com custo mais baixo
 - Redes de diferentes robôs especializados
- Exemplo de aplicação
 - Sistemas de busca e coleta
 - Qual robô está disponível?
 - Qual robô está mais próximo?
 - Qual robô é capaz de coletar um determinado item?

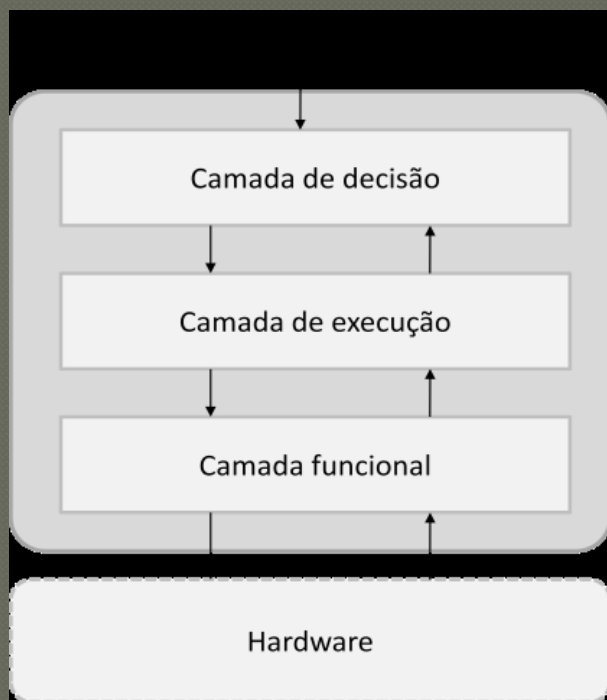
Introdução

Software em Robótica

- Uso do framework devido ao alto grau de complexidade do software
 - Sistema distribuído
 - Modular
 - Comprometido com restrições de tempo real
- Arranjo em camadas
 - Separação de responsabilidades
 - Baixo acoplamento
 - Alta coesão

Introdução - Software em robótica

Framework – arranjo em camadas



Camada de decisão - definição dos objetivos, execução de ações e avaliação de sucesso ou falha

Camada de execução - infraestrutura de software - troca de informações entre camadas ou módulos

Camada funcional – interface entre o hardware e as demais camadas

Estado da Arte

Frameworks e tolerância a falhas

Grande parcela dos frameworks não possui implementação de tolerância a falhas

Uma parcela menor possui de forma implícita

Pequena parte possui sistema tolerante a falhas

Frameworks e tolerância a falhas

- Rotinas de controle tolerante a falhas
 - Eficientes enquanto atuam sobre sensores e atuadores
 - Não estão aptos a considerar falhas relacionadas ao conhecimento de alto nível
- Mecanismos de recuperação de falhas eficientes
 - Soluções não são flexíveis para gerenciar situações experimentadas durante missões complexas.

Tolerância a falhas cooperativa

- Redes homogêneas de robôs
- Cooperação entre agentes na forma de redundância de sensores
- Detecção ocorre quando dois robôs se encontram
- Isolamento ocorre quando três robôs se encontram
- Falhas de alto nível são consideradas “falso positivo”

R. A. Carrasco, F. Núñez e A. Cipriano, “Fault detection and isolation in cooperative mobile robots using multilayer architecture and dynamic observers,” *Robotica*, pp. 555-562, 2011.

Abstração em Robótica

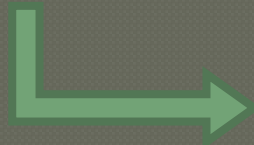
- Middleware + linguagem de agente
 - Maioria dos sistemas robóticos multiagentes
 - Comunicação entre os agentes desenvolvendo software customizado
 - Uso de sistemas multiagentes
 - Software resultante é mais reusável, escalável e flexível
 - Mantém a robutez e os requisitos de modularidade
 - Oferece padrão de comunicação entre agentes
 - Permite sistema tolerante a falhas de alto nível
 - Abstração dos detalhes de hardware

P. Iñigo-Blasco, F. Diaz-del-Rio, M. C. Romero-Ternero, D. Cagigas-Muñiz e S. Vicente-Diaz, "Robotics software frameworks for multi-agent robotic systems development," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 60, pp. 803-821, 2012.

Plano de Pesquisa

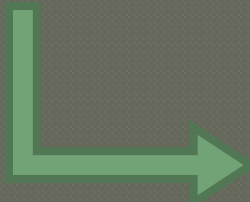
Motivação

Aumento do uso de robôs



Aumento da expectativa
quanto ao funcionamento

Sistemas múltiplos robôs



Potencial Robustez via
redundância

Assumir tarefas



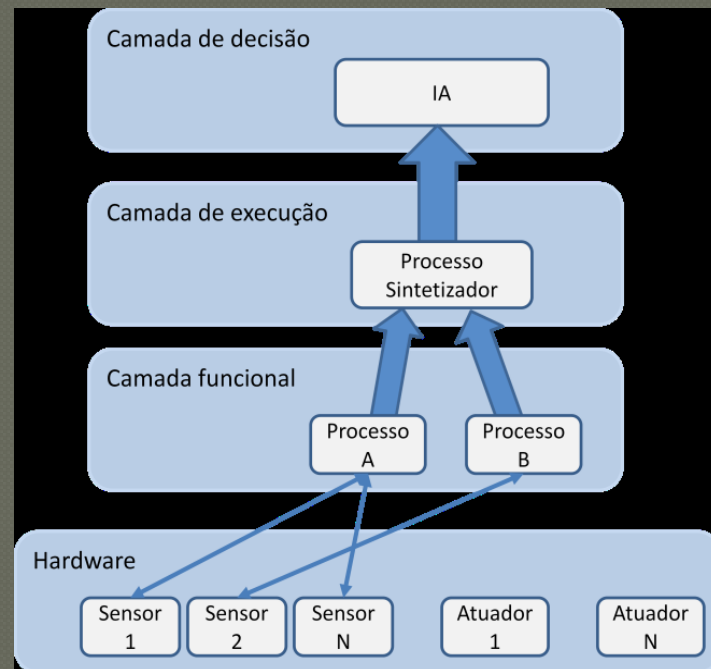
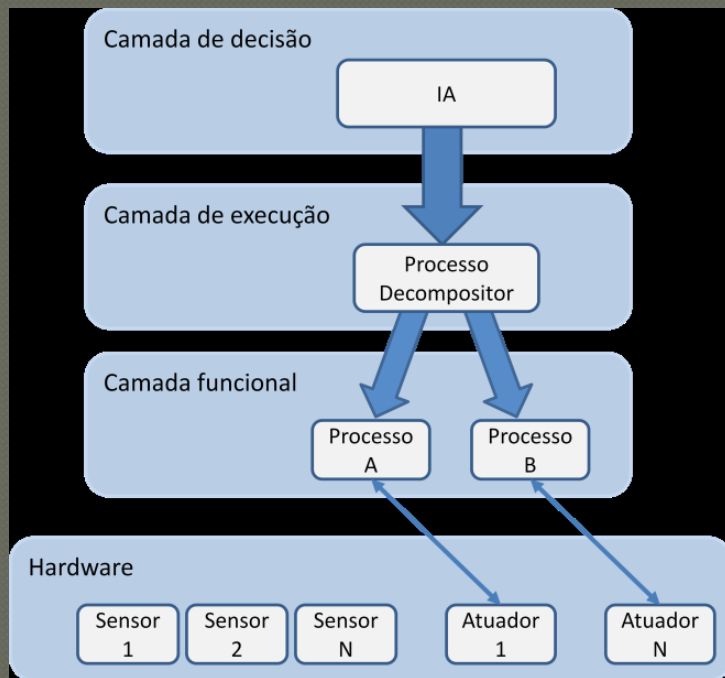
Necessidade de maior abstração para descrever
aplicação de tolerância a falhas

Proposta

- ◉ Sistema de tolerância a falhas descrito em linguagem de alto nível
 - Abstração de detalhes de hardware
 - Cooperação entre múltiplos robôs

Objetivos

Como? Integração do framework e sistema multiagente
Propor processos de software que possibilitem o trânsito de informação entre as camadas de software



Objetivos

Infraestrutura para permitir a comunicação entre agentes

Troca de mensagens entre a camada de alto nível dos robôs

Integrar middleware e sistema multiagente

Objetivos

Técnicas de detecção e recuperação de falhas
utilizando sistema multiagente

Múltiplos robôs

Falhas físicas
Falhas de interação

Cronograma e Atividades

1. Estudo do middleware

- Estudo das principais características e recursos de comunicação oferecidos pelo middleware
- Ao final desta etapa espera-se ter conhecimento detalhado sobre o middleware e os pontos estratégicos a serem trabalhados para viabilizar o método proposto

Cronograma e Atividades

2. Estudo do sistema multiagentes

- Estudo das características do sistema multiagente, da sua infraestrutura e sistema de troca de mensagens entre agentes focando na integração com o middleware
- Ao final desta etapa espera-se ter o conhecimento necessário para efetuar as mudanças necessárias à integração;

Cronograma e Atividades

3. Integração do middleware com sistema multiagente
 - Baseado nos estudos das duas atividades anteriores, realizar a integração middleware com o sistema multiagente
 - Desenvolver uma pequena aplicação multiagente para validar a implementação e avaliação de desempenho.

Cronograma e Atividades

4. Definição de situações de falhas

- Análise das características dos diferentes tipos de robôs disponíveis para este estudo
- Definir um conjunto de possíveis falhas, sejam elas físicas ou de interação
- Desenvolver um método cooperativo de detecção, isolamento, e recuperação das falhas entre múltiplos robôs

Cronograma e Atividades

5. Desenvolvimento de processos sintetizadores

- Desenvolver os processos da camada de execução capazes que receber informações de sensores por meio de mensagens oriundas de um ou mais processos da camada funcional
- *Sintetizar* tais informações gerando um percepção sobre si mesmo ou sobre o ambiente e enviar para o processo na camada de decisão no qual o sistema multiagente está sendo executado

Cronograma e Atividades

6. Desenvolvimento de processos decompositores

- Desenvolver os processos da camada de execução capazes de receber ações por meio de mensagens oriundas da camada de decisão e decompor tais ações em um conjunto ou sequência de comandos, enviados para os processos da camada funcional

Cronograma e Atividades

7. Desenvolvimento de estudo de caso
 - Validação e avaliação dos métodos de tolerância a falhas em múltiplos robôs
8. Revisão do Estado da Arte
 - Revisão, de forma contínua, de publicações científicas relacionadas com este trabalho

Cronograma e Atividades

9. Seminário de Andamento

- Revisão das atividades listadas
- Apresentação sobre o andamento de tais atividades e pesquisas relacionadas

10. Escrita de Artigos

- Escrita de artigos relacionados aos métodos, algoritmos e técnicas empregados no trabalho

11. Escrita da Dissertação

12. Defesa da Dissertação

Cronograma e Atividades

[illegible]