

UF MG
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO MÍNISTERO

Introdução à Robótica

Paradigmas robóticos

Prof. Douglas G. Macharet
douglas.macharet@dcc.ufmg.br

DCC
VERlab
DEPARTAMENTO DE
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Introdução

- Diferentes nomenclaturas
 - Paradigmas de controle
 - Arquiteturas robóticas
- Organização das primitivas principais
 - Percepção (SENSE)
 - Planejamento (PLAN)
 - Atuação (ACT)



Introdução

SENSE Aquisição e processamento das informações sensoriais.

PLAN Criação de modelos e deliberação sobre as possíveis ações a serem executadas pelo robô.

ACT Execução das ações pelos atuadores.

DCC M

Introdução

- Três paradigmas principais
 - Hierárquico (deliberativo)
 - Reativo
 - Híbrido



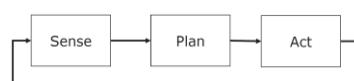
Hierárquico (deliberativo)

- Introduzido na década de 1970
- Foco principalmente na criação de modelos e deliberação sobre essa representação
- Baseado nas técnicas clássicas de IA
 - Modelo completo do mundo
 - Ações determinísticas
 - Tempo suficiente para deliberar

DCC M

Hierárquico (deliberativo)

- Robô observa o mundo, planeja os próximos passos (define o modelo) e finalmente atua
 - Foco principal no planejamento



Hierárquico (deliberativo)

Stanford CART (1973)



Hierárquico (deliberativo)

1. Adquire nove imagens, identifica pontos de interesse em uma das imagens e utiliza as restantes para se estimar profundidade;
2. Integra as novas informações no modelo global do mundo;
3. Correlaciona as novas imagens com as antigas para se estimar a movimentação do robô;
4. Considerando o movimento desejado, o movimento estimado e o conhecimento do ambiente, escolhe a direção de movimento;
5. Executa o movimento.

Hierárquico (deliberativo)

■ Problemas

- Dificuldade para construir e manter um modelo
- Complexidade do modelo resultante
- Não há muito tempo para deliberar
 - Por exemplo, nem sempre será possível realizar uma busca completa no espaço de estados

Reativo

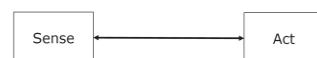
- Introduzido na década de 1980
- Robótica difere da IA tradicional
 - Situatedness
 - Inserido no mundo real, não uma representação abstrata
 - Embodiment
 - Robô possui um corpo físico
 - Emergence
 - Inteligência é resultado da interação com o ambiente

Reativo

- Resposta ao paradigma hierárquico
- Rodney Brooks
 - “The world is its own best model”
 - “Elephants don’t play chess”
 - “Planning is just a way of avoiding figuring what to do next”
- Inspiração na natureza (sistemas biológicos)

Reativo

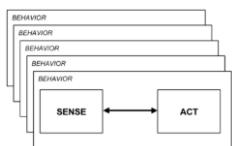
- Não existe um modelo do mundo
- Não existe uma fase de planejamento
- Ligação direta entre a Percepção e a Ação
 - Comportamento



Reativo

■ Emergent Behaviors

- Comportamento final (complexo) resultante dos diferentes sub-comportamentos (simples)



Reativo



Reativo

Características

- O robô é parte integral do mundo (situated)
- Não existe o conceito de memória
 - Controlado pela interação com o mundo
- Alto acoplamento entre percepção e atuação
- Sensoriamento local
 - Representação egocêntrica
- Alto grau de modularidade

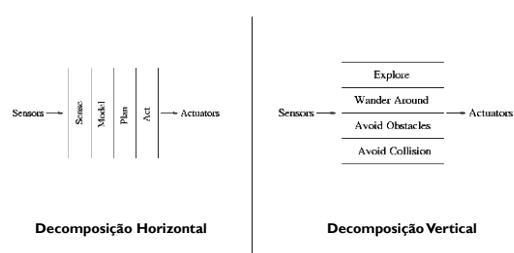
Reativo

Subsumption Architecture

- Proposta por Rodney Brooks (1986)
- Rede de módulos Percepção-Ação
 - Organizados em níveis de competência
 - Comportamentos básicos em níveis baixos
 - *Task Achieving Modules*
 - Podem ser executados em paralelos
- Augmented Finite State Machine (AFSMs)

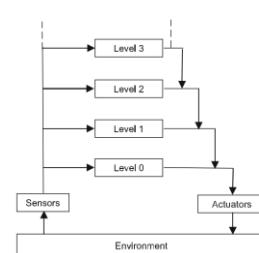
Reativo

Subsumption Architecture



Reativo

Subsumption Architecture

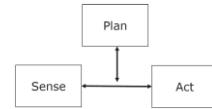


Reativo

- Prós
 - Fácil de implementar
 - Comportamentos emergentes
 - Interessante para robótica cooperativa
- Contras
 - Pode não ser suficiente para tarefas complexas
 - Não existe garantia de completude da tarefa
 - Combinação dos comportamentos é difícil

Híbrido

- Introduzido na década de 1990
- Combinar o melhor dos outros paradigmas
 - Resposta em tempo real aos estímulos externos
 - Planejamento em alto nível a médio/longo prazo



Híbrido

Arquitetura de 3 camadas (Gat, 1998)

- Camada Reativa
 - Controle de baixo nível
 - Módulos Percepção-Ação
- Camada Executiva (sequenciador)
 - Aciona os módulos necessários a partir dos planos definidos pela camada deliberativa
 - Monta uma representação do mundo
- Camada Deliberativa
 - Planejamento mais complexo/alto nível