



UFSC–Universidade Federal de Santa Catarina
CTC–Centro Tecnológico
INE–Departamento de Informática e Estatística

INE6105-Introdução à Robótica
Prof. Mauro Roisemberg

Arkin. Ronald C.
“Behavior-Based Robotics”
Adaptive Behavior - Capítulo 8

Por:Cíntia Schoeninger



Apresentação:

- Porque os robôs devem aprender?
- Oportunidades de Aprendizado em comportamentos baseados em robótica.
- Reinforcement Learning.
- Aprendizado com Redes Neurais.
- Algoritmos Genéticos.
- Controle de Comportamento Fuzzy.
- Outros Tipos de Aprendizados.



1. Porque os robôs devem aprender?

- Não existe a inteligência como um todo se não há aprendizado. Mas a final o que significa "aprender ou adaptar"?
- Como relacionar Aprendizado com Adaptação?



1. Porque os robôs devem aprender?

A IA tem-se dedicado a determinar um mecanismo pelo qual o sistema robótico possa aprender, entre eles:

- Reinforcement Learning.
- Redes Neurais.
- Aprendizagem Evolucionária.
- Aprendizado por experiências(baseado em memória e baseado em casos).
- Aprendizado Indutivo.
- Aprendizado baseado em Explicações.
- Aprendizado Multi-Estratégias.



2. Oportunidade de aprendizado em Comportamento Baseado em Robótica.

- Aonde que ocorre o aprendizado dentro de um sistema robótico baseado em comportamento?
- Lembrando: Função de mapeamento:
 $\beta(s) \rightarrow r$
- Posso adicionar um valor g_i para modificar a força Global da resposta.

$$r_i = g_i * \beta_i(s_i)$$



2. Oportunidade de aprendizado em Comportamento Baseado em Robótica.

- Os robôs aprendem pela mais vasta variedade de métodos que podem ser classificados como:
 - Numérica ou Simbólica.
 - Indutivo e Dedutivo.
 - Contínuo ou em Lote.



3.Reinforcement Learning:

- É um dos métodos mais usados para adaptação de sistemas de controle robótico.
- É numérico, indutivo e contínuo.
- É baseado na conceito de Lei do Efeito da psicologia a qual expressa: aplicando uma recompensa imediatamente após ocorrer uma resposta de incremento essa resposta provavelmente irá acontecer novamente, enquanto que fornecer punições ocorre uma baixa nas respostas.



3.Reinforcement Learning:

- o *Reinforcement Learning*, (RL), se baseia na idéia de que a tendência de executar uma ação deve ser reforçada se esta ação produzir resultados favoráveis, e deve ser enfraquecida se produzir resultados desfavoráveis.



3.Reinforcement Learning:

Formalmente, o modelo de RL consiste de:

- um conjunto discreto de estados do ambiente, **S**
- um conjunto discreto de ações do agente, **A**
- um conjunto escalar de sinais de reforço. Geralmente valores do intervalo $\{0, 1\}$, ou outros valores reais.



3.Reinforcement Learning:

- A função do agente é encontrar uma política de ação PI, mapeando estados com ações, de forma a maximizar alguma medida de reforço a longo prazo. Após escolhida a ação, o agente recebe uma premiação imediata, assim como um novo estado, mas **não recebe nenhuma** indicação sobre qual a melhor ação para uma meta a longo prazo.



3.Reinforcement Learning:

- Critic – é um componente que avalia a resposta.
- Não é uma forma de aprendizado supervisionada, pois não há especificado qual é a resposta correta, somente o quão boa a resposta é em uma tarefa específica.



3.Reinforcement Learning:

- Um dos principais problemas associados com o Reinforcement Learning é a tarefa de créditos para a recompensa ou para a punição.



3.Reinforcement Learning:

Para um sistema robótico aprender por Reinforcement Learning precisa-se estudar os seguintes temas:

- Qual [algoritmo de Reinforcement Learning](#) deve ser escolhido?
- Como aproximar a função de controle mais eficientemente? Devemos utilizar tabelas ou aproximações contínuas, discretas e qual o aspecto do controle de estados necessita-se representar?
- Quanto rápido deve-se aprender? Isto é uma dependência forte no domínio do problema no qual o robô opera.



3.1 Reinforcement Learning: Aprendendo a Caminhar.

- O problema de coordenar múltiplas pernas em um sistema robótico não é nada trivial.
- Uma alternativa é usar RL.
- Um exemplo disso seria o [Genghis](#) de Maes e Brooks (1990) que possui 6 pernas.

- [Algoritmos de Aprendizagem](#)
- [Resultados Robóticos](#)



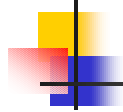
3.2 Reinforcement Learning: Learning to Push

- Mahadevan e Connell(1991) usaram o Q-learning ensinar um comportamento robótico de empurrar uma caixa. Robô utilizado foi o [Obelix](#).
- [Algoritmos de Aprendizagem](#)
- [Resultados Robóticos](#)



3.3 Reinforcement Learning: Learning to Shoot

- Pesquisadores da Universidade de Osaka tem aplicado RL baseado em visão para a tarefa de lançar uma bola em um alvo, usando Q-Learning como sua metodologia.
- A função utilidade $Q(x,a)$ é definida em termos da imagem visual de entrada obtida de uma câmera montada no robô.



3.3 Reinforcement Learning: Learning to Shoot

- A localização da bola dentro da imagem é quantificada em termos da POSIÇÃO(esquerda, direita) e DISTÂNCIA(longe/perto, médio ou pequeno/distante).
- A localização do objetivo é quantificada em termos das mesmas características relativas a ângulos (esquerda-, direita-, ou orientação a frente) .



3.3 Reinforcement Learning: Learning to Shoot

- Cada Conjunto de ações das rodas consiste de três comandos: frente, para, atrás.
- O valor de recompensa é 1 caso a bola atinja o objetivo e 0 senão.

Resultados Robóticos



4. Aprendizagem em Redes Neurais.

- Hebb (1949) desenvolveu um algoritmo de treinamento para redes neurais.
- Perceptrons tem sido usado para aprendizagem robótica. Aprendizagem por Perceptron usa um método diferente do Aprendizado Hebbian para ajustar pesos.

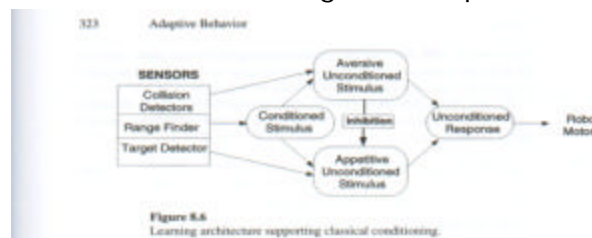


4.1 Aprendizagem em Redes Neurais. Condicionamento Clássico.

- Estudado por Pavlov (1927), assume que estímulos não condicionados (US) automaticamente geram respostas não condicionadas (UR). – essa relação US-UR gera associação de sobrevivência no agente.
- Pavlov observou que associação poderia ser desenvolvida entre estímulo condicionado (CS), no qual não tem valor intrínseco de sobrevivência e o UR.

4.1 Aprendizagem em Redes Neurais. Condicionamento Clássico.

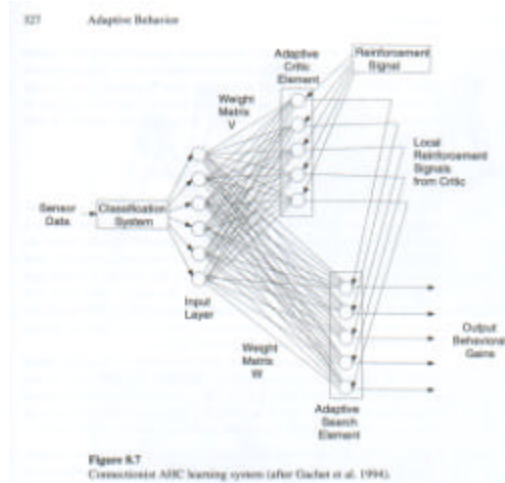
- Um grupo de pesquisadores sugeriu um alteração no Condicionamento Clássico. Em vez de ligar a relação entre estímulo resposta, a arquitetura de aprendizagem permite a essa associação se desenvolver ao longo do tempo.



4.1 Aprendizagem em Redes Neurais. Condicionamento Clássico.

- A tarefa do robô é aprender comportamentos úteis associando incentivos de percepções com realimentação do ambiente. Os comportamentos incluem vacância na qual o robô aprende a não bater em coisas, e vacância, combinada com aproximação a um objetivo desejado. Note que o robô a priori não tem conhecimento de como usar os dados para prevenir colisões de acontecer no conjunto US: isso deve ser aprendido pelo CS.

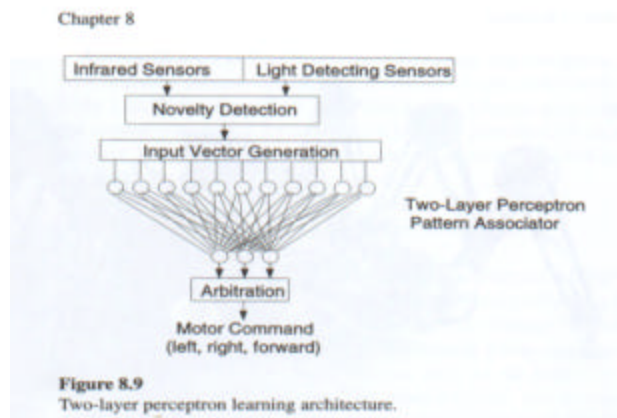
4.2 Aprendizagem em Redes Neurais. Adaptive Heuristic Critic (AHC) Learning



4.3 Aprendizagem em Redes Neurais. Aprendendo novos Comportamentos usando Memória Associativa

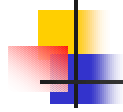
- Um grupo de pesquisadores da Universidade de Edinburgh (1993 e 1994) tem estudado maneiras de incrementar o comportamento de robôs (isto é aprender um novo âi) através de conexões de memória associativa.

4.3 Aprendizagem em Redes Neurais. Aprendendo novos Comportamentos usando Memória Associativa



5. Algoritmos Genéticos.

- O que são Algoritmos Genéticos?
- AG para controle Comportamental de Aprendizado.
- Sistema de Classificação.
- Evolução On-Line.
- Evoluindo forma concorrente com controle.
- Genéticos Híbridos/Aprendizagem Neural e Controle.



6. Controle de Comportamentos Fuzzy.

- O que é controle Fuzzy?
- Sistema Robótico baseado em Fuzzy.
- Regras de Aprendizado Fuzzy.



7. Outros tipos de Aprendizado.

- Alguns outros métodos de aprendizagem tem sido aplicado ou tem potencial para aplicação em sistemas baseados em comportamento. Segue uma síntese:
- Aprendizado baseado em casos.
- Aprendizado baseado em memória.
- Aprendizagem baseado em Explicações.



- Dúvidas ?