

Computação Evolutiva aplicada a Robôs Reais

Eduardo D. V. Simões

Mestrado em Microeletrônica – UFRGS

Doutorado em Robótica – University of Kent at Canterbury, UK

Recém-Doutor no Laboratório de Robotica Inteligente - UFRGS

<http://www.inf.ufrgs.br/~simoes/seminars/compev/>

email: simoes@inf.ufrgs.br

Pensamento:

“Quem acreditaria em uma Formiga em teoria?

... Em uma Girafa em projeto?

... Mil Cientistas não imaginariam metade da selva a partir de um ser vivo”

S. J. Gould

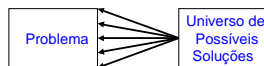
Sumário

- 1- Computação Evolutiva
 - 1.1 – Conceito
 - 1.2 – Inspiração na Natureza
 - 1.2 – O Papel da Computação Evolutiva
 - 1.3 – Opinião Pessoal
- 2- Aplicações da Computação Evolutiva na Robótica
 - 2.1 – Robótica Evolutiva
 - 2.2 – Implementação
 - 2.3 – Primeiros Experimentos
 - 2.4 – Problemas Encontrados
 - 2.5 – Solução Final
- 3- Futebol de Robôs
- 4- Conclusões

1- Computação Evolutiva

1.1- Computação Evolutiva: Conceito

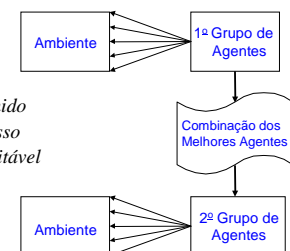
■ Sistemas de Computação Tradicionais:



→ Tentar exaustivamente todas as possíveis soluções e escolher a mais adequada

1.1- Computação Evolutiva: Conceito

■ Computação Evolutiva



→ Teste de um critério definido e interrupção do processo quando um desempenho aceitável é produzido.

1.1- Computação Evolutiva: Conceito

■ Computação Evolutiva:

→ Uma *Seleção Natural artificial* dos mais adequados agentes ou soluções

■ Premissa mais importante:

→ Especificar *o que* é desejado do robô, sem definir *como* ele deve fazer para obter esse comportamento

1.2- Inspiração na Natureza

Busca de inspiração na natureza:

■ Nível Microscópico (Molecular):

– Algoritmos Genéticos

■ Nível Macroscópico (Comportamental):

– Complementaridade entre o ambiente natural e os organismos

1.2- Inspiração na Natureza

Interação entre Organismo e Ambiente:

■ Comportamento: propriedade emergente da interação entre organismo e meio ambiente

■ “O ambiente não é apenas uma entidade complexa e variável, mas um mundo de oportunidades”

por J.J. Gibson (1950)

1.3- O Papel da Computação Evolutiva

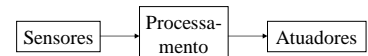
Evolução através da Seleção Natural



Características:

- Tamanho;
- Cor da Pele...

Mecanismos de Estímulo-Resposta:



1.3- O Papel da Computação Evolutiva

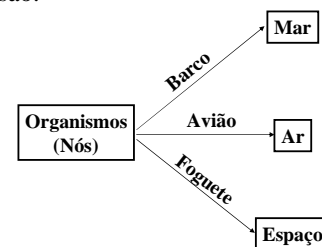
■ O Aparecimento da Inteligência:

- Biologia: Mecanismos → neurônios, cérebro...
- Educação: Mecanismos → cognição
- Informática: Modelos de Inteligência Artificial

→ **Suprema Ferramenta para a Sobrevivência**

1.3- O Papel da Computação Evolutiva

■ Dispersão:



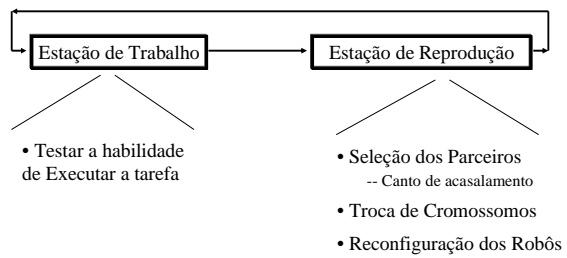
2- Aplicações da Computação Evolutiva na Robótica

2.1- Robótica Evolutiva

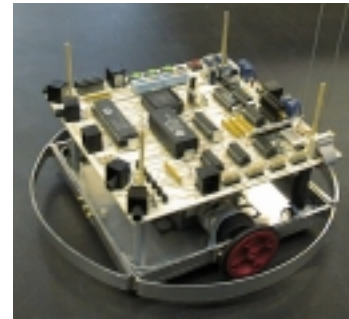


2.1- Robótica Evolutiva

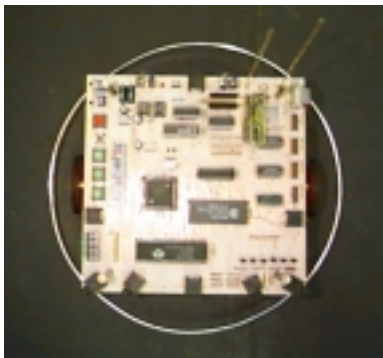
Processo Evolucionário:



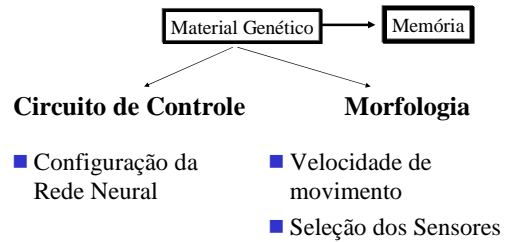
2.1- Robótica Evolutiva



2.1- Robótica Evolutiva



2.1- Robótica Evolutiva

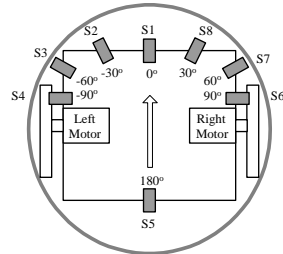


2.2- Implementação

■ Controle por Solução Tradicional

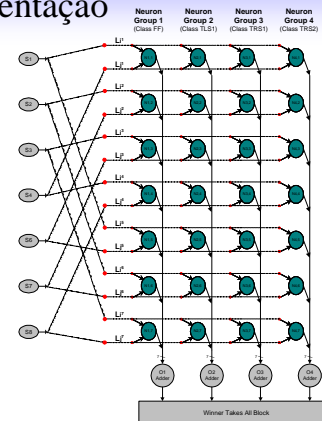
```

Left = Right = 0;
If (Sensor4=1) then Left = Left + 1;
If (Sensor3=1) then Left = Left + 1;
If (Sensor2=1) then Left = Left + 1;
If (Sensor6=1) then Right = Right + 1;
If (Sensor7=1) then Right = Right + 1;
If (Sensor8=1) then Right = Right + 1;
If (Left > Right) then Command = TRS1;
If (Left = Right) then Command = FF;
If (Left < Right) then Command = TLS1;
If (Sensor1=1) then Command = TRS2;
    
```



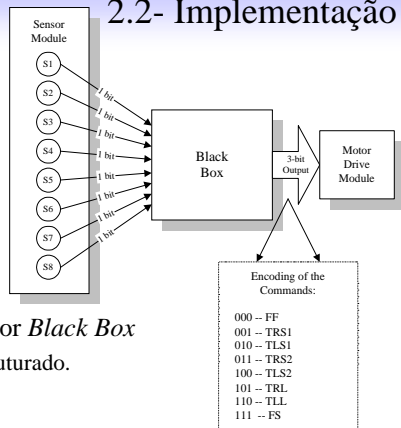
2.2- Implementação

■ Controle por Rede Neural – Estruturado

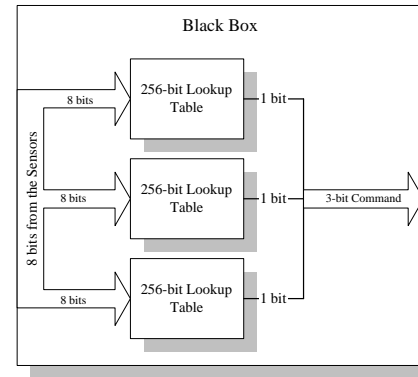


2.2- Implementação

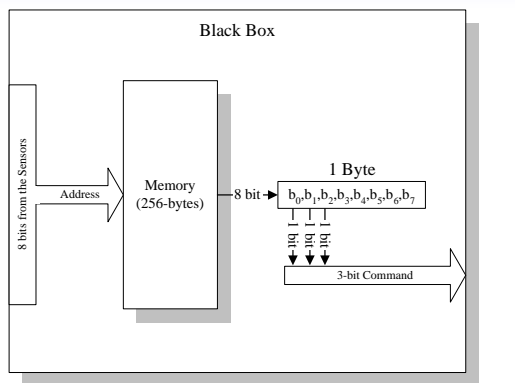
■ Controle por Black Box – Não Estruturado.



2.2- Implementação



2.2- Implementação



2.2- Implementação

■ Controle por Black Box implementado em C: Command = Mem(Sensors)

■ Assembler:

```

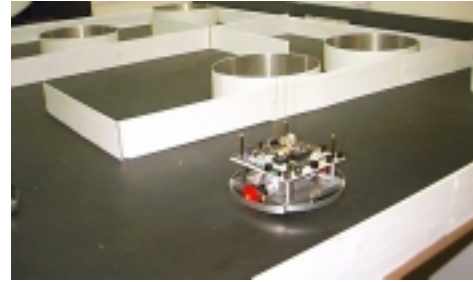
ldab sensors ; b receives content of variable sensors
ldx #S8000 ; x receives Base Address
abx ; Add b to x
ldaa 0,X ; Retrieve the Data from memory
anda #%00000111 ; Filter the first 3 bits containing the Command
staa command ; Store the result to variable command
    
```

2.2- Implementação

■ Função de *Fitness*

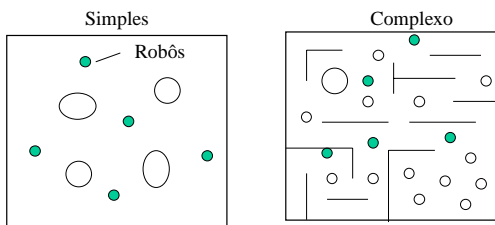
- 1- Começa com 4100 pontos;
- 2- Recompensa: + 5 pontos para cada 3 seg. de movimento à Frente;
- 3- Punição: - 10 pontos a cada colisão.

2.3- Primeiros Experimentos

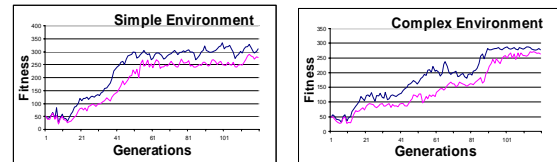


2.3- Primeiros Experimentos

■ Objetivo: Navegação sem Colisões

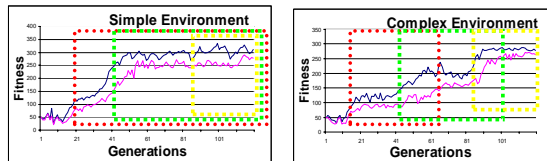


2.3- Primeiros Experimentos



- 120 Gerações: (1 min.)
- Pontuação do Melhor Robô
- Média da População

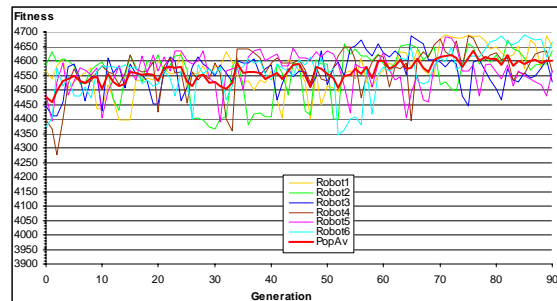
2.3- Primeiros Experimentos



- **Espécie 1** – Um sensor frontal
- **Espécie 2** – Dois sensores, um frontal e outro lateral
- **Espécie 3** – Três sensores, um frontal e dois laterais

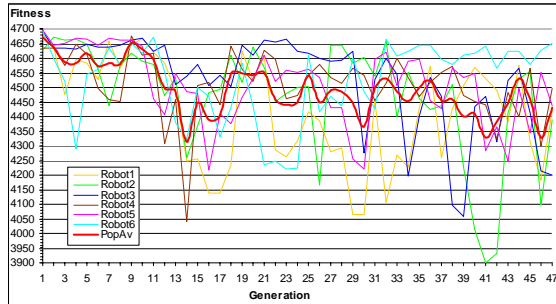
2.5- Problemas Encontrados

■ Robôs Reais:



2.5- Problemas Encontrados

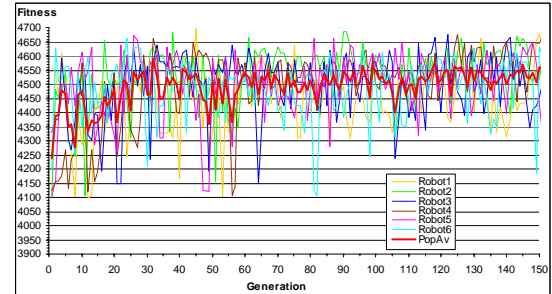
Robôs Reais:



2.5- Problemas Encontrados

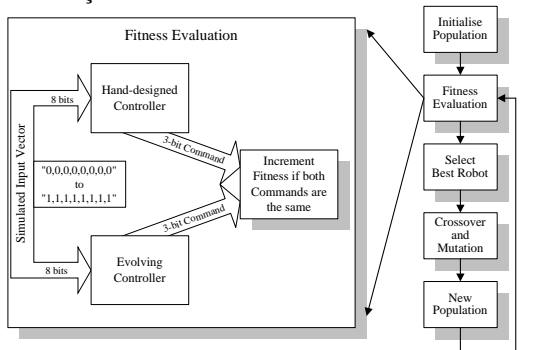
Robôs Reais - Solução: Estratégia de Herança

$$- HfRn = (FitnessRnG0 + FitnessRnG-1 + FitnessRnG-2)/3$$



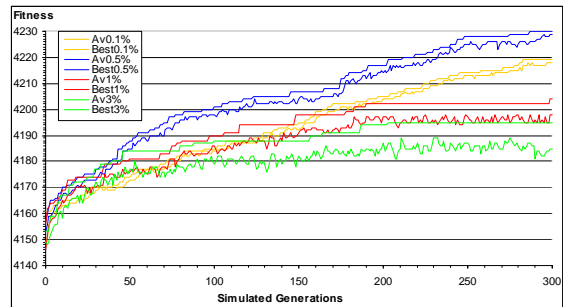
2.5- Problemas Encontrados

Simulação:



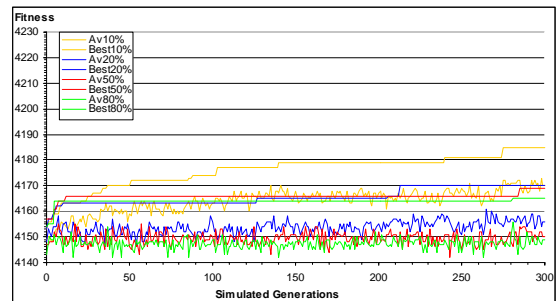
2.4- Análise dos Dados Experimentais

Efeito da Mutação:



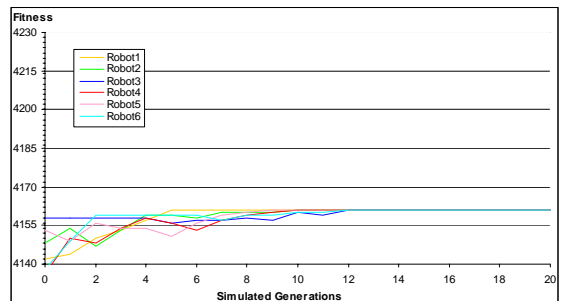
2.4- Análise dos Dados Experimentais

Efeito da Mutação:



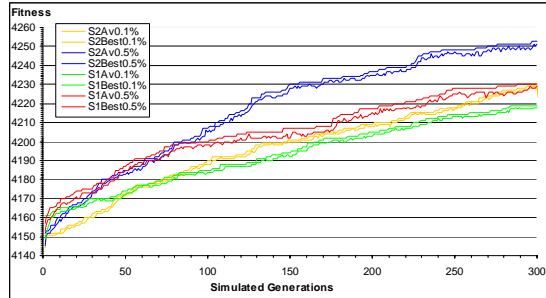
2.4- Análise dos Dados Experimentais

Efeito da Mutação:



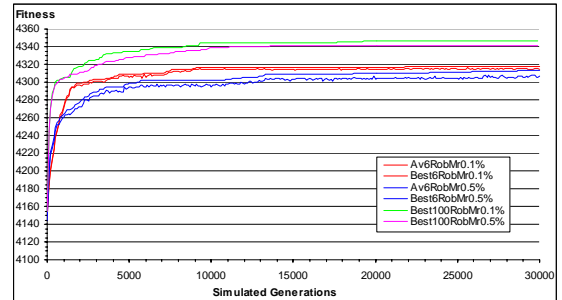
2.5- Problemas Encontrados

Reprodução Sexuada (S1) x Assexuada (S2):



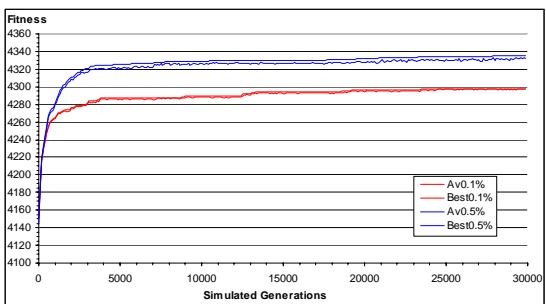
2.5- Problemas Encontrados

Reprodução Sexuada:



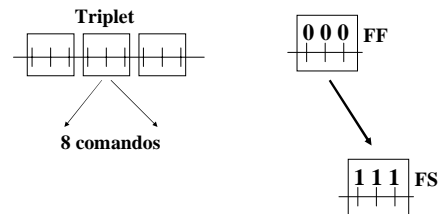
2.5- Problemas Encontrados

Reprodução Assexuada:



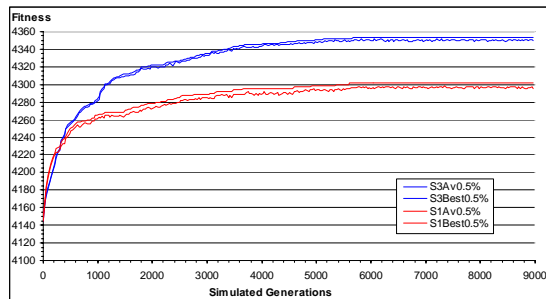
2.5- Problemas Encontrados

Solução1: reprodução por Triplets



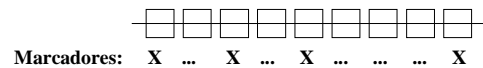
2.5- Problemas Encontrados

Reprodução Sexuada Normal (S1) x Sexuada por Triplets (S3):



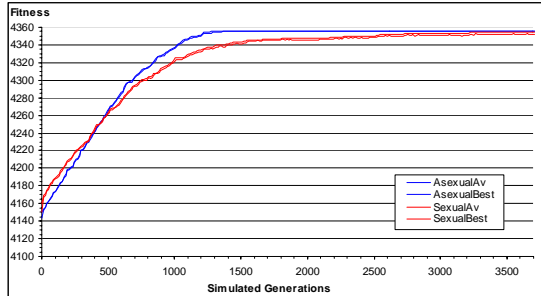
2.5- Problemas Encontrados

Solução2: Prevenção de Back-mutation



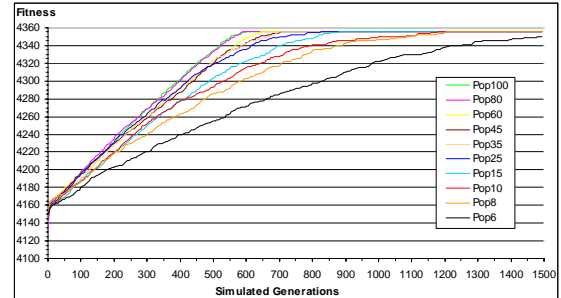
2.5- Problemas Encontrados

- Reprodução Sexuada e Assexuada por Triplets com prevenção de *Back-mutations*:



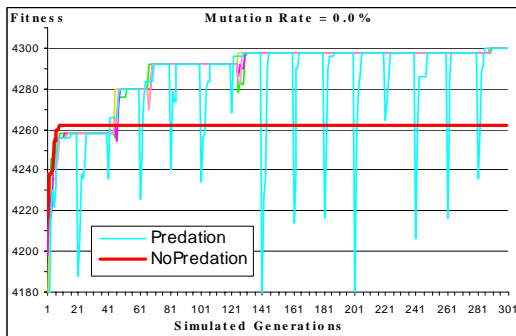
2.6- Solução Final

- Diferentes Populações com Rep. Assexuada:



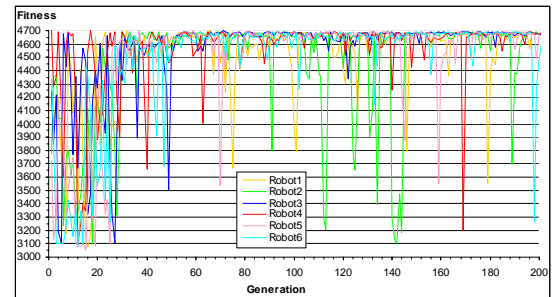
2.6- Solução Final

- Predação:



2.6- Solução Final

- Reprodução Sexuada, controlador Black Box, por Triplets e prevenção de *Back-mutations*:



3- Futebol de Robôs

3- Futebol de Robôs

- Situação Atual:
 - Definição das Regras a serem empregadas
 - Aquisição de material para construção do Campo e sensoriamento remoto – Camera + Placa de vídeo...
 - Construção de um time de 5 robôs (2 semanas)
 - Desenvolvimento do algoritmo de controle por quadrantes (tradicional)
 - Aplicação de técnicas de Computação Evolutiva

4- Conclusão

4- Conclusão

- A Computação Evolutiva pode contribuir muito com a Robótica
 - Produz soluções aceitáveis para problemas de navegação e desvio de obstáculos
 - Possibilita auto-programação de sistemas complexos
 - LRI já possui infraestrutura para realização de experimentos com 7 robôs móveis autônomos
 - Em duas semanas dispostemos de um time de futebol contendo 5 robôs

4- Conclusão

- Processo de contínua adaptação às mudanças do Ambiente x Solução Fixa
- Estamos MUITO longe de sermos perfeitos!
 - ... e provavelmente jamais chegaremos lá!!!

FIM

Cópia das transparências e referências bibliográficas podem ser obtidas no site:

<http://www.inf.ufrgs.br/~simoese/seminars/compev/>

email: simoese@inf.ufrgs.br