

# ANÁLISE DE SIMULADORES PARA ROBÓTICA EVOLUTIVA

**Gabriel Reis Miranda<sup>1</sup> e Angelo Loula<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Engenharia da computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: grmiranda97@gmail.com

<sup>2</sup>Orientador, DEXA, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: angelocl@uefs.br

**PALAVRAS-CHAVE:** Simuladores, agentes robóticos, robótica evolutiva.

## INTRODUÇÃO

Surgindo na década de 1990, a Robótica Evolutiva ganhou destaque aplicando métodos de evolução artificial da computação evolutiva, para a construção de agentes robóticos (Harvey *et.al.* 2005). Tal proposta tem sido empregada em diversas áreas do conhecimento, desde ciências naturais e engenharia até biologia e computação. Existem duas abordagens para implementação da robótica evolutiva: a utilização de agentes reais, desenvolvidos para satisfazer as necessidades do experimento ou a virtualização dos mesmos em *softwares*, simulando sua atuação. A opção de utilizar agentes reais representa uma fidelidade maior visto que o agente está submetido a condições reais. Nesse caso a evolução ao longo de gerações se torna lenta visto que é necessário reproduzir a atuação do mesmo diversas vezes. Outro ponto crítico é a viabilidade do projeto, levando em conta que robôs tem um custo elevado de produção.

Em contrapartida, a utilização de agentes robóticos virtualizados computacionalmente representa uma solução mais rápida para a evolução, além de ser financeiramente mais viável. Com a evolução dos simuladores atuais, agentes podem ser simulados com parâmetros muito próximos dos que temos na vida real. Além disso, permitem um maior controle entre todas as possíveis variáveis de ambiente durante a simulação.

Um passo importante na utilização de agentes simulados é a escolha do simulador de robótica. Existem diversos simuladores disponíveis no mercado, e nesta proposta foi selecionado um simulador de propósitos gerais para ser utilizado em um experimento de robótica evolutiva, analisando assim a viabilidade da sua utilização bem como a implementação e funcionamento do algoritmo evolutivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o experimento proposto, primeiramente foram levantadas informações acerca de simuladores disponíveis: V-REP, Gazebo, Weboots, Microsoft Robotics Developer Studio e Simbad 3D. Dois critérios foram priorizados para a seleção do simulador, gratuidade do software e a continuidade do projeto de desenvolvimento do mesmo. Com isso foi escolhido o simulador V-REP PRO EDU da *CoppeliaRobotics* para ser utilizado no experimento. Além dos critérios citados acima, o mesmo também funciona nos sistemas operacionais mais utilizados (Windows, Linux e MAC OS) e por contar com uma interface de desenvolvimento integrado (IDE) completa, permitindo a modelagem do agente robótico e a visualização em 3D do desenvolvimento da simulação.

Além da seleção da ferramenta a ser utilizada, foi definido também em experimento de robótica evolutiva a ser implementado. Neste caso a evolução de um robô móvel baseado nos veículos propostos por Braitenberg (Braitenberg Vehicles) em

seu livro sobre “Psicologia Sintética”. Os veículos são agentes robóticos com duas estruturas de controle simples, que geram sua locomoção controlados por parâmetros, associados a sensores, podendo assim gerar comportamentos complexos. Dentre os modelos propostos, para essa simulação foi escolhido o modelo 2B, que é capaz de realizar comportamento de fototaxia positiva (aproximação de uma fonte luminosa). Neste modelo, a relação entre sensores de luz do robô e os motores das rodas é feita de forma cruzada, sendo assim, o sensor mais à direita, controla o motor da roda esquerda e o sensor mais à esquerda controla o motor da roda direita (figura 1).

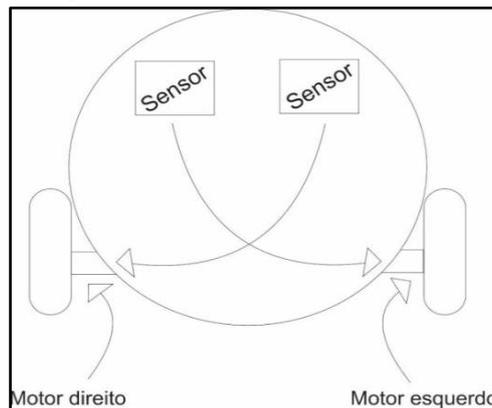


Figura 1. Esquema da relação entre os sensores e os motores em um Veículo de Braitenberg 2b.

O objetivo é que o agente alcance um determinado alvo num cenário, usando conceitos da computação evolutiva para determinar a distribuição ótima dos parâmetros.

O agente robótico utilizado tem como base o *Bubble Rob* utilizado no tutorial disponibilizado no site da ferramenta, contando com a adição de dois sensores na parte superior do agente, um mais ao lado esquerdo e outro mais à direita. Cada um dos sensores conta com um arranjo de 4 câmeras RGB com profundidade, dispostas de forma a proporcionar uma visão de 360 graus do cenário. Obtém-se então a distância para o objeto alvo que foi detectado em cada câmera.

O cenário da simulação é composto por 4 paredes delimitando o espaço de movimentação do agente e um alvo localizado centralmente dentro deste espaço (Figura 2). O alvo de aproximação foi representado por um cilindro vertical de cor verde (contrastando com as paredes).

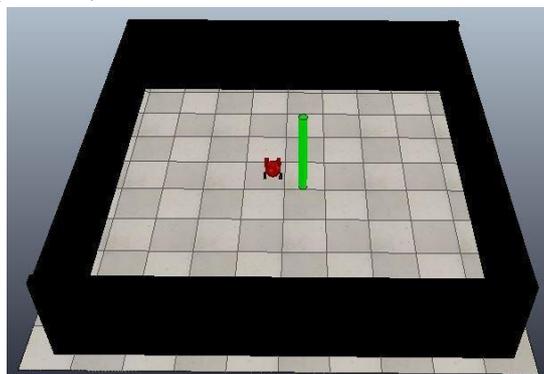


Figura 2. Imagem do cenário, com as paredes externas pretas e no interior um cilindro na vertical de cor verde, que é usado como alvo durante a simulação.

A representação genética do agente é composta por oito parâmetros, cada um relacionado a uma das oito câmeras. A velocidade de cada motor (direita e esquerda) é dada pela soma ponderada da distância obtida por cada sensor (câmera) multiplicada

pelo seu respectivo parâmetro. Para o motor da direita são utilizados os sensores da esquerda e vice-versa. Para a evolução dos agentes robóticos, foi implementado um algoritmo de evolução artificial para otimizar os 8 parâmetros responsáveis pela movimentação de cada agente. O algoritmo começa com uma população inicial de 50 indivíduos inicializados com parâmetros aleatórios. Cada indivíduo é então simulado no ambiente do V-REP pelo tempo equivalente a 100 ciclos de repetição do código completo do movimento (análise do ambiente, cálculo e atualização da velocidade). Os indivíduos são avaliados pela distância média para o alvo durante toda a simulação. Como o objetivo é se aproximar do objeto, quanto menor for a distância média, melhor será a avaliação do agente robótico. Os dez melhores de cada geração são replicados para a próxima e também geram 40 novos indivíduos a partir de uma recombinação por crossover uniforme entre estes indivíduos, além de mutação de um dos parâmetros de cada novo indivíduo. Este processo se repete por 500 gerações.

## RESULTADOS

Ao final da simulação, é obtido um arquivo de resultados com os parâmetros e o fitness de cada indivíduo em cada uma das 500 gerações. Na Figura 3, é ilustrada uma execução do experimento, mostrando a média do fitness para a população em conjunto com o fitness do melhor indivíduo para cada geração.

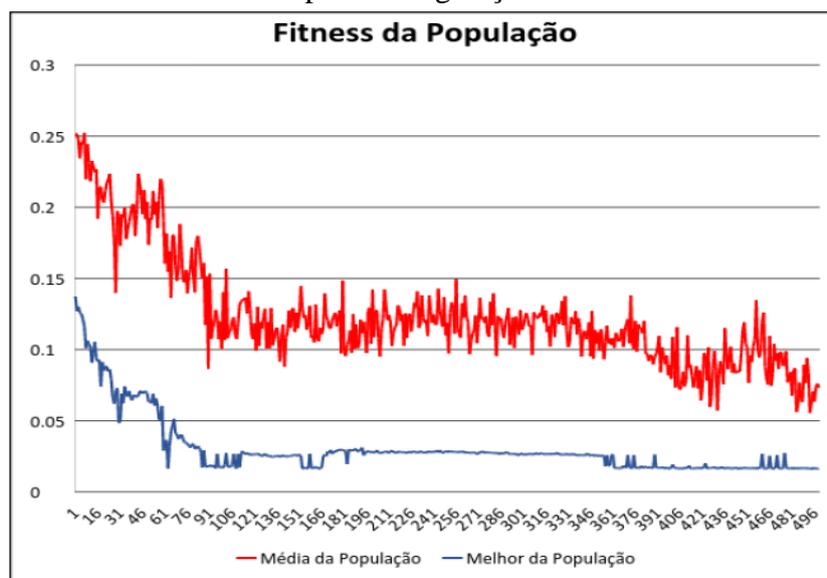


Figura 3. Gráfico referente ao fitness da população com o longo das gerações

É notável uma rápida evolução nas 100 primeiras gerações, uma estagnação entre as gerações 100 e 350 e ao final mais uma leve melhora. Isso ocorre pois no início como são gerados valores aleatórios não há um direcionamento dos parâmetros do robô afim de que o mesmo realize a tarefa proposta. Mas ainda assim, são encontrados robôs de destaque (os melhores indivíduos) que são mantidos e geram novos indivíduos nas demais gerações, realizando a busca por soluções mais aptas durante a evolução.

O indivíduo com o melhor fitness foi o de número 44 na 157ª geração com uma pontuação de 0,016251469030976, porém como a posição inicial do robô interfere diretamente no seu desempenho, considerar apenas o valor isolado de um indivíduo isolado pode mascarar seu real desempenho. Por outro lado, pode-se analisar o

desempenho médio de todos os indivíduos da geração para avaliar a evolução. Devido a seleção elitista e uma baixa taxa de mutação, os indivíduos tendem a convergir para parâmetros semelhantes com o passar das gerações.

Analisando a população com a melhor média de pontuação, se obtém um conjunto de parâmetros que definem as melhores possibilidades de valores para efetuar de forma eficiente o desafio proposto. Sendo assim, a melhor geração foi a 493<sup>a</sup>, com uma média de distância de 0,055660891.

Neste trabalho, foi simulada a evolução de uma população de robôs inspirados em um dos veículos de Braitenberg, propostos para experimentação em psicologia sintética. Os resultados demonstram que o experimento proposto produziu indivíduos capazes de realizar o comportamento de aproximação de um objeto de interesse. Os próximos passos do trabalho envolvem novas execuções e análise mais detalhada do experimento proposto, o desenvolvimento de um framework flexível para robótica evolutiva no V-REP, além do projeto de novos experimentos de robótica evolutiva.

## **REFERÊNCIAS**

BRAITENBERG, V.1984.Vehicles: Experiments in synthetic psychology. Cambridge, MA: MIT Press.

COPPELIAROBOTICS. Features. Disponível em: <http://www.coppeliarobotics.com/features.html>. Acesso em: (fevereiro 2016).

HARVEY, INMAN *et al.* 2005. Evolutionary robotics: A new scientific tool for studying cognition. Artificial life. 11(1-2): p.79-98.