

MÉTODO PARA SIMULAÇÃO DE ROBÔS ATRAVÉS DE BLOCOS DE PROGRAMAÇÃO EM SCILAB PARA PLOTAGEM DE GRÁFICOS EM AMBIENTES COM OU SEM OBSTÁCULOS

Rafael NUNES DE ALMEIDA PRADO(1); José Henrique d'SOUZA(2)

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do RN – CEFET – RN Departamento Acadêmico de Tecnologia Industrial – DATIN Núcleo de Desenvolvimento em Mecatrônica – NUDEM

Av. Senador Salgado Filho, 1559, Tirol, fone/fax: (84)3208-8195 Natal-RN, CEP 59152-210

e-mail: rnaprado@yahoo.com.br

(2) Centro Federal de Educação Tecnológica do RN – CEFET – RN, e-mail: ricky@cefetrn.br

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo principal simplificar e baratear estudos na área de robótica e automação industrial. De forma que seja possibilitado avaliar o potencial de um método de controle de um sistema robotizado através da plotagem de gráficos, tanto no intuito de visualizar a movimentação do robô para execução de um trabalho, bem como avaliar os sinais que irão ser enviados para os atuadores. Para efetivação do método, foi necessária a criação de blocos de programação, de simples modificação, a serem seguidos e que definirão os parâmetros de ambiente, da ação do robô, de cálculos de dimensões, assim como a plotagem, tudo feito através do software livre “Scilab”. O trabalho é exemplificado com uma aplicação em um sistema para controle de robô com acionamento diferencial.

Palavras-chave: simulação, robô, programação de gráficos

1. INTRODUÇÃO

A robótica vem acompanhando o homem desde os tempos mais antigos, através da criação de dispositivos que facilitassem a vida cotidiana humana, com essa idéia é que se criam os autômatos, para facilitar os trabalhos dos homens, até substituí-los quase que completamente em atividades necessárias para a vida na terra atual. Este setor vem sendo intensamente explorado, devido ao aumento do grau de complexidade dos processos realizados hoje, risco das operações, à exigência de velocidade em processamento, e a necessidade de sistemas cada vez mais robustos, adaptáveis, independentes e inteligentes.

O desenvolvimento de robôs móveis tem lugar de destaque nos últimos tempos. Isto se justifica pela grande quantidade de atividades abrangidas pela aplicabilidade destes robôs. As tarefas feitas por eles variam em diversos graus de sofisticação e robustez devido a sua capacidade de locomoção e de poder possuir ferramentas em sua estrutura que possibilitem tarefas complexas em diversos lugares diferentes, e sem a intervenção humana. Hoje se podem realizar procedimentos que há alguns anos atrás eram impossíveis.

Porém, uma grande dificuldade encontrada nos estudos para desenvolvimento de robôs é o alto custo para testes e experimentos com protótipos. Além do tempo perdido se desenvolvendo diversos modelos para chegar próximo de um sistema adequado a função desejada no projeto. Para tentar cooperar com essas dificuldades de alto custo e perda de tempo, este trabalho tem como intuito principal, desenvolver uma metodologia simples de simulação de robôs móveis guiados (AVGs) através da plotagem dinâmica de gráficos em software, com o intuito de se utilizar o Scilab para o trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção será apresentada uma revisão bibliográfica sobre os conceitos em robótica móvel e não holonomia.

2.1 Modelagem de robôs móveis

Os robôs móveis possuem diversas características diferentes, que variam de acordo com seu tipo de mecanismo de movimentação, esse mecanismo pode ser por acionamento diferencial, omnidirecional, bípede, com duas, três, quatro ou mais rodas. Em cada modelo de acionamento diferente em um robô, deve-se levar em conta a sua holonomia, para trabalhar apenas os movimentos possíveis utilizando cada modelo.

2.2 Não-holonomia

Os robôs móveis com rodas e os com pernas, juntamente com os satélites, pertencem a uma classe de sistema mecânico denominada de sistemas não-holonômicos, que se caracterizam por ter restrições cinemáticas. Os algoritmos de controle e planejamento de movimento de tais sistemas requerem, portanto, uma classe diferente de procedimentos que aqueles empregados em manipuladores mecânicos estacionários, (sistema holonômico).

3. METODOLOGIA

Para se alcançar os objetivos desejados no projeto, deve levar-se em conta detalhes importantes de programação procedural, trabalhando-a através de blocos, sabendo utilizar blocos dentro de programação procedural, e também a capacidade de separar trechos com funções específicas em uma descrição procedural de algoritmo escrito em Scilab.

3.1 Algoritmo procedural em blocos com funções específicas

Um algoritmo para comportamento de um robô móvel deve ser dividido em blocos de programação funcionando dentro de laços finitos ou infinitos, esses blocos podem ser divididos em cálculo de posicionamentos dos periféricos da estrutura robótica em questão, em relação ao ponto central de referência do AVG.

A estrutura básica do algoritmo segue a seguinte ordem: primeiro um laço global, que envolva todo o processo e seja responsável pela quantidade de passos desejados no projeto; em segundo, o posicionamento dos periféricos como sensores, atuadores e campos de atuação das ferramentas; terceiro vem o cálculo do passo que será executado; em quarto, faz-se a verificação da leitura dos sensores para ação de desvio; em

quinto e por último vem a plotagem dos sinais calculados para assim retornar para o início do laço (loop) global.

Segue abaixo um esquema, na Figura 1, com a estrutura básica no esquema planejado do algoritmo supracitado:

begin

cont=1; x=0; teta=(%pi/2); y=0; pmax=8.64; rdx=0; rdy=0; rex=0; rey=0;

posicionamento //funcao de posicionamento das rodas

while (cont<750)

n= round(rand(1)*2) //sorteia

raio=0; test=0; passo=1.5; //inicializa

if (n==1) //andar em linha reta, essa condição indica quando fazer a ação 1

acao_padrao1;

elseif (n==2) //andar em linha reta, essa condição indica quando fazer a ação 2

acao_padrao2;

end;

end;

end;

Dentro do contexto de que estamos utilizando blocos, os blocos estão funcionando de forma separada, no algoritmo principal acima, vê-se que quando uma das ações 1 ou 2 são sorteadas, é evocada uma função de ação chamada de *ação_padrao*, dentro dessas função são chamadas outras funções de forma encadeada. Seguindo o seguinte fluxograma, da Figura 1.

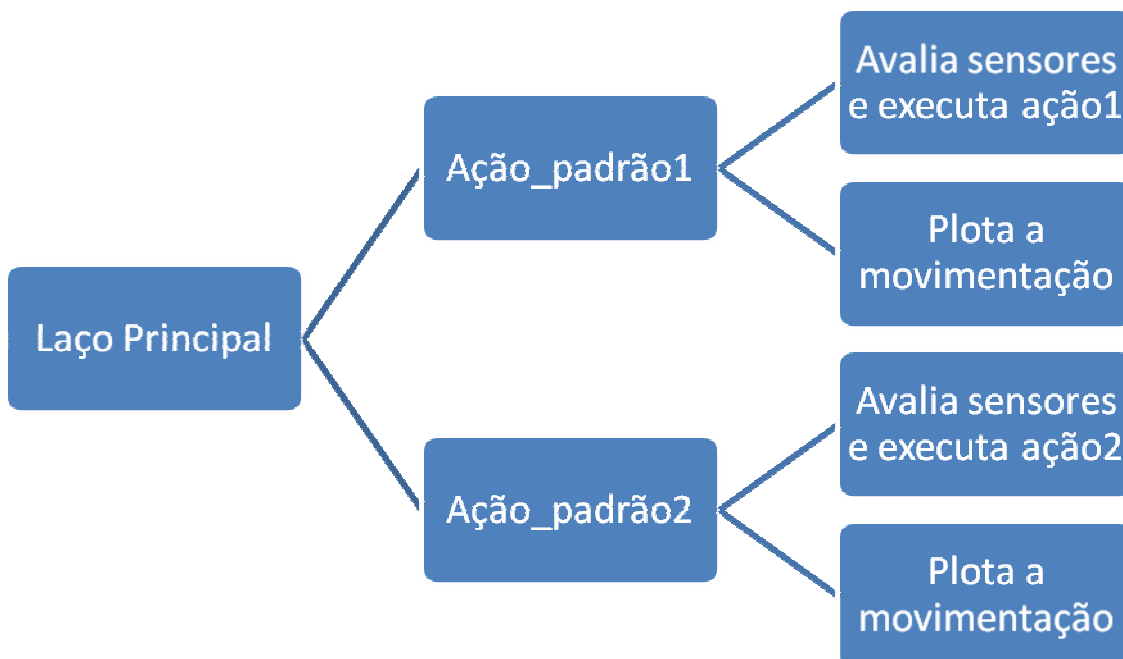


Figura 1 – Fluxograma do funcionamento do algoritmo de simulação, já com um sistema de planejamento qualquer, de desvio de obstáculos.

No fluxograma da figura acima o laço principal define qual ação será tomada, em seguida uma das funções de *ação_padrao* é executada e ela chama outras duas funções para avaliação, execução e plotagem da ação do AVG.

3.2 Gráfico no Scilab

O Scilab é um software para cálculos, plotagem, simulação, programação, dentre outras tarefas que um programa para engenharia oferece, através da capacidade de programação utilizando cálculos avançados e podendo plotar gráficos simultaneamente. Esses recursos são suficientes para possibilitar uma simulação de estratégias de controle e de autonomia de um robô utilizando gráficos. Nesses gráficos plotaremos as movimentações das rodas no espaço 2D, os sinais dos atuadores, os sinais recebidos pelos sensores, e os sinais de algumas avaliação que esteja sendo feita ou de sinais de qualquer objetivo que o sistema autônomo possua.

Tenta-se visualizar através dos gráficos, os movimentos das rodas a cada passo de um motor-de-passo e o centro gravitacional ou geométrico do robô, ou qualquer outro ponto importante que sirva de referência como posicionamento de sensores, campo de atuação dos mesmos e também a orientação do robô.

Para se conseguir o efeito pretendido, o de visualizar o comportamento do AVG, deve-se plotar uma sequência de sinais em um mesmo gráfico, um seguido do outro, com plotagem a cada passo do autômato, tendo assim uma noção de movimentação.

Para simular a movimentação e deixar os rastros dessas ações do robô plotadas no gráfico, deve-se calcular o movimento linear e angular de cada passo que o motor der, calculando sempre a posição do centro geométrico e/ou gravitacional como dado pra referência principal do autômato.

Para plotar o alcance dos sensores, a localização das rodas ou qualquer outra referência do robô, deve-se basear no centro geométrico ou gravitacional do robô como referência para se ter o formato e a localização geral de qualquer outro componente da estrutura do AVG durante a movimentação. Ou seja, a cada cálculo de movimento, exige também o cálculo da localização do que se deseja ver da estrutura durante as ações do robô em relação sempre ao centro de referência.

A Figura 2 mostra um exemplo de plotagem de alguns passos de um robô com acionamento diferencial, mostrando seu centro e a posição de suas rodas:

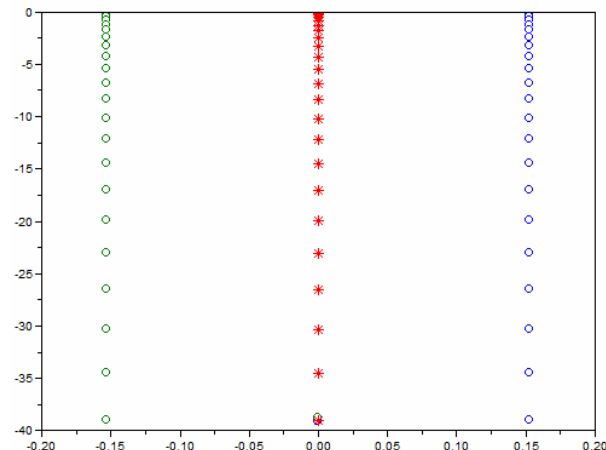


Figura 2 – Plotagem em scilab do centro do robô e de suas rodas.

4. O MODELO PROPOSTO

O modelo proposto para testar a metodologia é sistema robótico móvel com acionamento diferencial, com sensores de presença que observam 360° a sua volta à uma distancia determinada (capacidade do sensor utilizado), e utiliza motores de passo (os quais definem o tamanho do passo no gráfico), abaixo é mostrado na Figura 3 mostra o modelo da estrutura.

4.1 Acionamento diferencial

Acionamento diferencial (ou direção diferencial) é o mecanismo de direção mais simples, consiste de duas rodas em um eixo comum, em que cada roda é controlada independentemente. Utiliza uma roda adicional (caster) para balanço, e é sensível a velocidade relativa das duas rodas (pequeno erro resulta em diferentes trajetórias, não apenas velocidade).

No caso de robôs móveis com acionamento diferencial a restrição é imposta pela impossibilidade do robô se movimentar em todas as direções, devido ao sistema não possuir atuadores que permitam tais movimentos, bem como pela condição de não-deslize (considera-se que não há derrapagem). Um robô com um sistema de locomoção por rodas e com a mesma configuração de um carro, é um clássico exemplo de robô móvel não-holonômico. Uma restrição não-holonômica impede que o robô execute movimentos normais à superfície do corpo de suas rodas, quando não há deslizamento(ALSINA, 2002).

4.2 Modelo Cinemático

A configuração do robô é representada por sua posição no espaço cartesiano (x e y – posição do centro do robô em relação um referencial fixo no espaço de trabalho), e pela sua orientação θ (ângulo entre o vetor de orientação do robô e o eixo x do referencial fixo no espaço de trabalho). A Figura 3 mostra a representação do robô em questão (ALSINA, 2002).

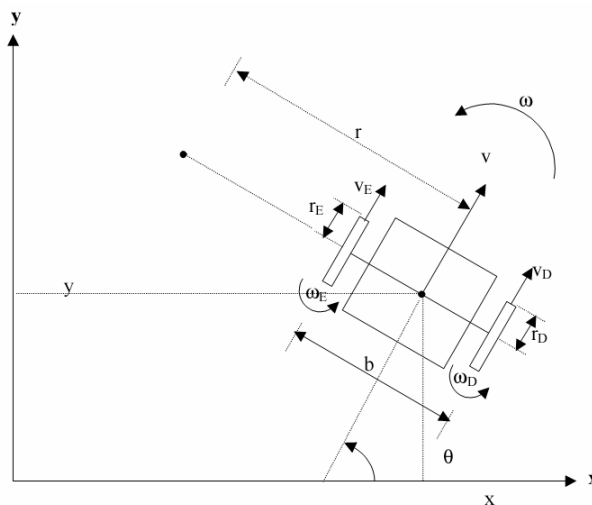


Figura 3 - Representação esquemática das variáveis cinemáticas do robô.

- (x, y) = Posição do referencial fixo no robô em relação ao referencial fixo no espaço de trabalho.
 θ = Ângulo de orientação do robô em relação ao referencial fixo no espaço de trabalho.
 b = Comprimento do eixo.
 r = Raio de giro do robô.
 $r_d (r_e)$ = Raio da roda direita (esquerda)
 ω = Velocidade angular do robô.
 $\omega_d (\omega_e)$ = Velocidade angular da roda direita (esquerda).
 v = Velocidade linear do robô
 $v_d (v_e)$ = Velocidade linear da borda da roda direita (esquerda).

As relações entre as velocidades lineares e angulares são:

$$v = \omega r \quad (1)$$

$$v_d = \omega_d r_d \quad (2a)$$

$$v_e = \omega_e r_e \quad (2b)$$

Para deslocamentos incrementais em um intervalo de tempo dt como mostra a Figura 4 abaixo:

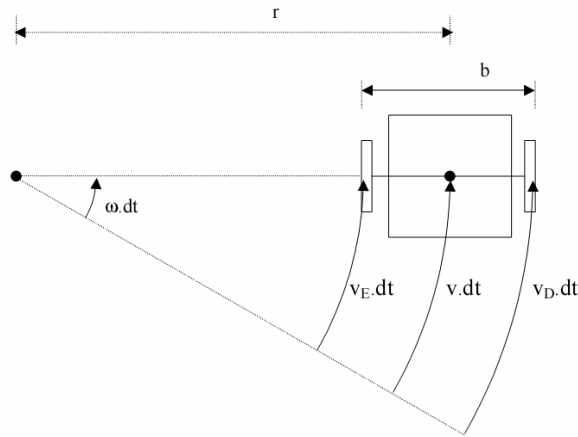


Figura 4 - movimento infinitesimal em um intervalo dt .

$$v_d dt = \omega \left(r + \frac{b}{2} \right) dt \quad (3a)$$

$$v_e dt = \omega \left(r - \frac{b}{2} \right) dt \quad (3b)$$

A partir da equação (3) e utilizando as expressões (1) e (2) temos:

$$v = \omega_d \frac{r_d}{2} + \omega_e \frac{r_e}{2} \quad (4a)$$

$$\omega = \omega_d \frac{r_d}{b} - \omega_e \frac{r_e}{b} \quad (4b)$$

Que podem ser representadas na forma matricial como:

$$V = {}^v T_\omega \cdot W \longrightarrow W = ({}^v T_\omega)^{-1} \cdot V \longrightarrow W = {}^\omega T_v \cdot V \text{ onde } {}^\omega T_v = ({}^v T_\omega)^{-1} \quad (5)$$

onde,

$$V = \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix} \quad (6a)$$

$${}^v T_\omega = \begin{bmatrix} \frac{r_d}{2} & \frac{r_e}{2} \\ \frac{r_d}{b} & -\frac{r_e}{b} \end{bmatrix} \quad (6b)$$

$$W = \begin{bmatrix} \omega_d \\ \omega_e \end{bmatrix} \quad (6c)$$

O vetor V representa as velocidades em referencial de eixos principais e W é o vetor de velocidades em espaço de atuadores.

A partir dessas relações, encontram-se as velocidades das rodas para que o robô possa mover-se com raio de giro r .

$$\frac{\omega_e}{\omega_d} = \frac{(r - b/2)r_d}{(r + b/2)r_e} \quad (7)$$

4.3 Planejamento do comportamento

O planejamento do comportamento do modelo em questão é um comportamento simples, apenas demonstrativo, que avalia randomicamente as ações e executa qualquer uma delas, com teste de obstáculo através dos sensores de proximidade, adotando uma distancia base em alguma direção para simular os sensores, e assim tomar uma decisão de esquiva.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da pesquisa fundamentada em diversos artigos, apostilas e outros trabalhos científicos, o projeto se comportou da maneira como esperado, os gráficos satisfazem a necessidade de se visualizar a movimentação de um robô móvel com acionamento diferencial. E o armazenamento de todas as informações de sinais e sensores também se mostraram importantes, pois podemos avaliar a melhor maneira de se enviar sinais, de se utilizar os sensores, quais deles estão pouco ou mais utilizados e se sua atuação age como a desejada no objetivo do projeto. Como exemplo final da plotagem dos movimentos, vê-se o comportamento de um modelo com apenas dois movimentos diferentes e com apenas um movimento de esquiva (rotação de noventa graus), como mostrado nas Figura 5 e 6.

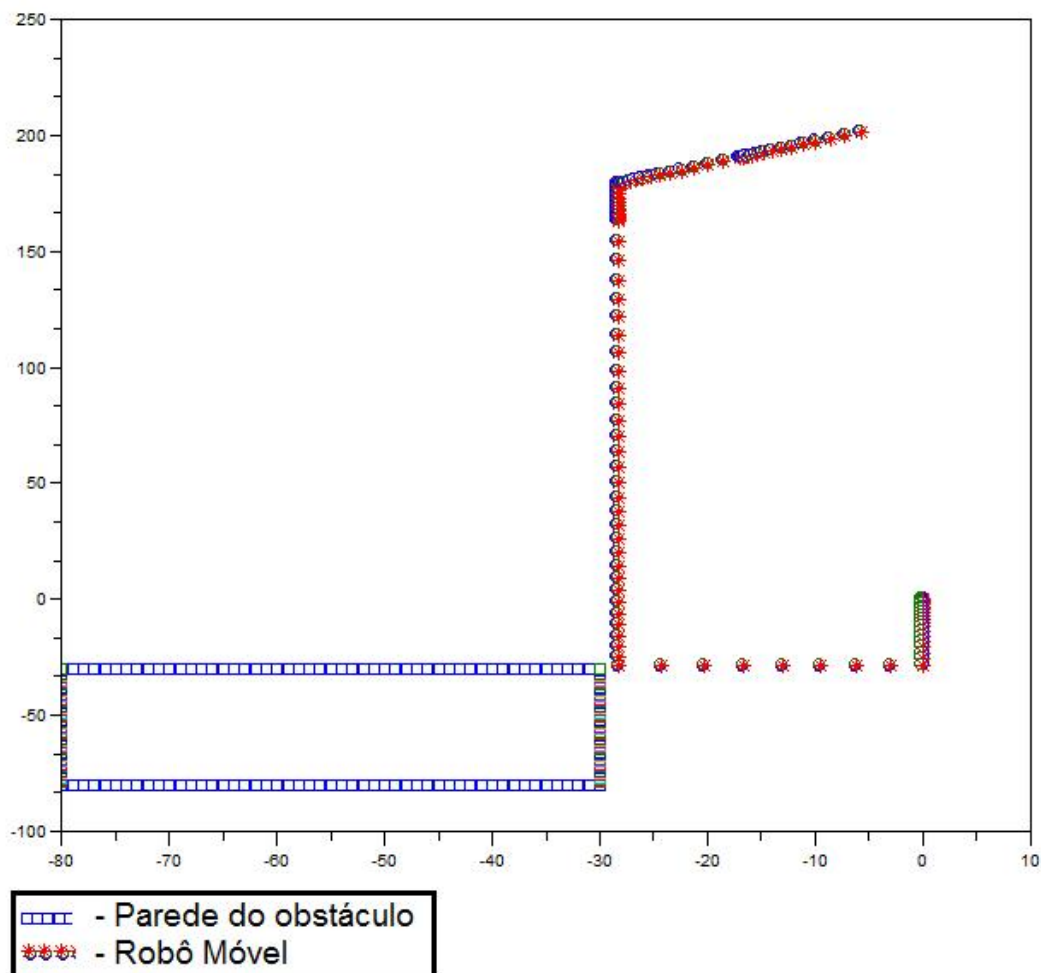


Figura 5 – Figura com o exemplo, em close, do comportamento de um AVG, em um ambiente com obstáculo, simulado em SCILAB.

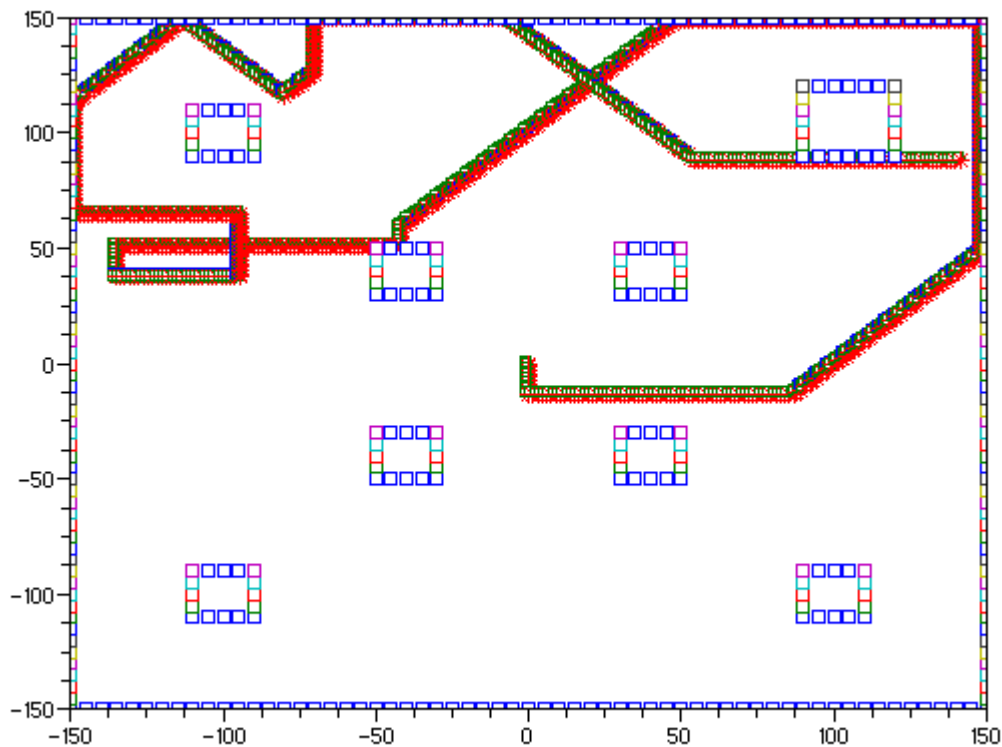


Figura 6 – Figura com outro exemplo de comportamento de um AVG, em um ambiente com obstáculo, simulado em SCILAB, mostrando mais ações.

6. REFERÊNCIAS

ALSINA, P. J. Sistemas Robóticos Autonomos. Publicação interna UFRN, DCA, 2002.

NEHMZOW, U. Mobile Robotics: A Practical Introduction. Springer, Verlag, 2000.

SUTTON, R. & BARTO, A. Reinforcement Learning: an introduction. MIT Press 1998.

SCHROEDER, G. N.; ESPÍNDOLA, D. B.; BOTELHO, S. S. C.; BICHO, A. L. ; OLIVEIRA V. M. Simulador Gráfico para Controle de Robôs Móveis Omnidirecionais. FUFGR & UNICAMP, 2005.

<http://www.ecomp.furg.br/>