

# Laboratório 1 – Máquina de Estados Finita e Behavior Tree

**Carlos R. A. Figueiredo<sup>1</sup>**

Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Laboratório de Inteligência Artificial para Robótica Móvel - CT-213. Professor Marcos Ricardo Omena de Albuquerque Máximo, São José dos Campos, São Paulo, 10 de março de 2021.

<sup>1</sup>E-eletrônico: carlos.figueiredo@ga.ita.br

## Breve Descrição em alto nível da implementação:

Inicialmente o programa começa com o *roomba* no “andando em linha reta”, e após o tempo definido na constante `MOVE_FORWARD_TIME` ele inicia o movimento em espiral. Após o tempo definido na constante `MOVE_IN_SPIRAL_TIME`, ele volta a andar em linha reta e continua nesse looping, alternando entre linha reta e espiral. A qualquer momento, caso haja colisão do robô com as laterais da janela, ele recua para trás durante o tempo definido na constante `GO_BACK_TIME` e após gira em torno do próprio eixo num ângulo aleatório entre  $-\pi$  e  $\pi$ , com isso ele volta a andar em linha reta, voltando ao looping.

Para fazer o robô se mexer foi necessário mexer em sua velocidade linear e velocidade angular.

Sempre que queremos manter o robô em linha reta, usamos a velocidade linear como a variável `FORWARD_SPEED` e a velocidade angular com o valor 0 (zero).

Para que o robô ande em espiral, manteve-se a velocidade linear com a variável `FORWARD_SPEED`, porém a velocidade angular era alterada a cada intervalo de tempo, considerando o módulo da velocidade, o fator espiral e o raio.

Com isso chegamos às seguintes equações:

$$\begin{aligned}r(t) &= r_0 + bt \\v(t) &= b \hat{r} + \omega r \hat{\theta} \\v^2 &= b^2 + r^2 \omega^2 \\\omega &= \frac{\sqrt{v^2 - b^2}}{r} = \frac{\sqrt{v^2 - b^2}}{r_0 + bt}\end{aligned}$$

Portanto nossa velocidade angular fica igual a  $\omega$ .

Para a Máquina de Estados Finita teremos quatro estados e para cada um desses estados teremos que, a cada intervalo de tempo será feito um “check” de transição (`check_transition`), no qual serão verificadas condições como tempo naquele estado ou se houve alguma colisão. Caso seja necessário, será feita a mudança estado.

Após isso a velocidade daquele estado será inserida no *roomba*.

O robô se comportou conforme pode ser visto nas figuras 01 e 02 a seguir:

Figura 01. O robô iniciou em linha reta, não houve colisões e o tempo de linha reta passou, então entrou em espiral. Fez isso outra vez.

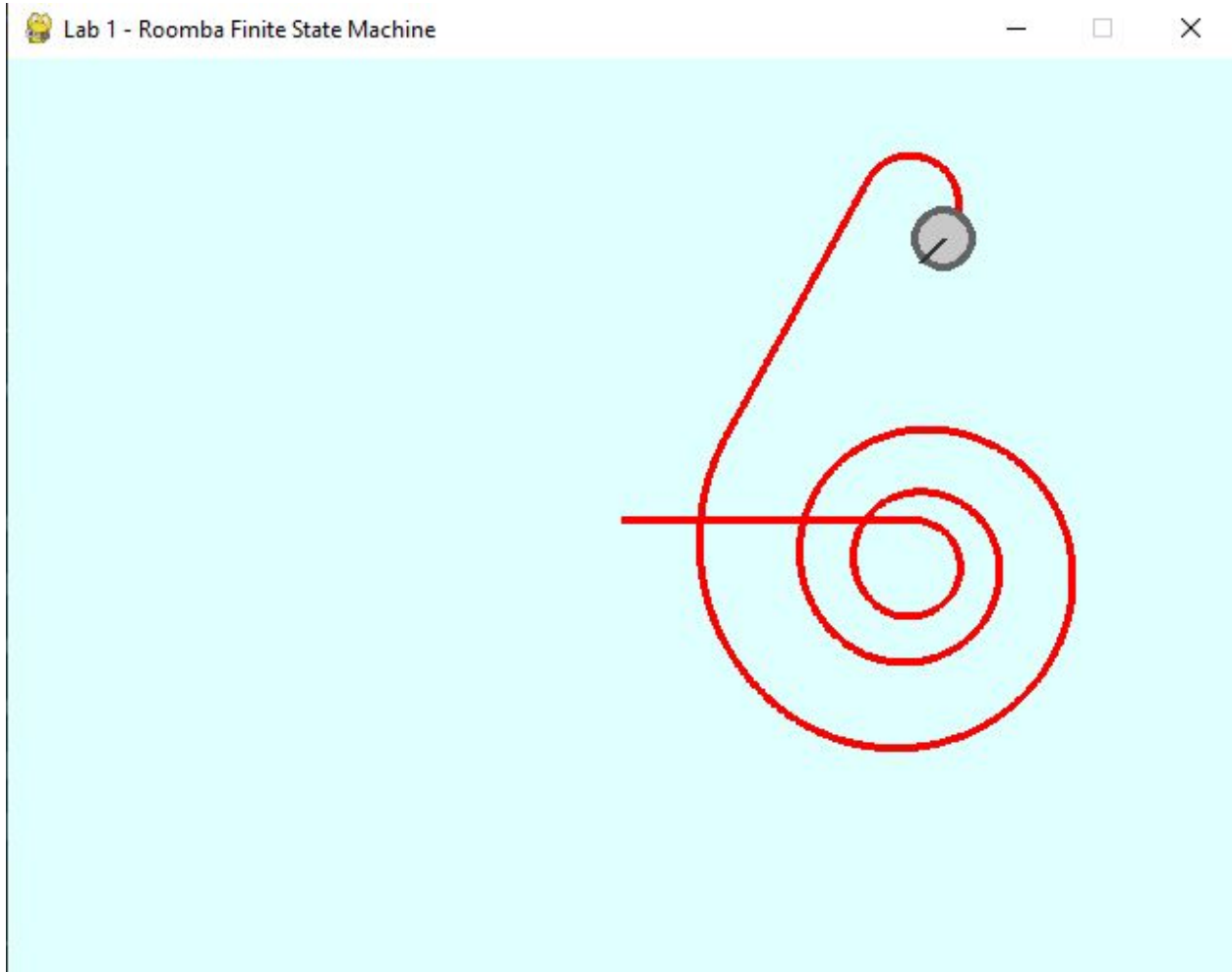


Figura 02. Durante o segundo espiral o robô colide com a parte superior da janela, então ele recua para trás, gira em um ângulo aleatório e inicia o trajeto novamente em linha reta, entrando novamente no looping.



Para a Behavior Tree teremos como raiz o nó composto de Seleção e os dois filhos desse nó também serão nós compostos, no entanto serão de Sequência. Cada um desses nós de sequência terão dois filhos, que serão folhas. Para a primeira Sequência teremos as folhas para se mover em linha reta e a folha para se mover em espiral. Para a segunda Sequência teremos a folha de recuar para trás e a folha de rotação.

Caso não haja colisões, o robô permanecerá sempre nas duas folhas do primeiro nó de Sequência. Havendo uma colisão, é retornado a FALHA, e com isso é passado para o segundo nó de Sequência, rodando então as folhas desse nó e ao fim do tempo voltará para o primeiro nó de Sequência.

O robô passa a se comportar de maneira semelhante a Máquina de Estados Finitos, conforme podemos observar nas figuras 03 e 04:

Figura 03. Novamente o robô inicia na primeira folha(mover para frente), após um determinado tempo retornando RUNNING, é retornando SUCCESS e passa para a segunda folha(espiral), passando novamente um tempo em RUNNING e ao fim desse tempo retornando SUCCESS,vai para o nó de seleção, que manda novamente seguir para a primeira folha do primeiro nó de sequência.

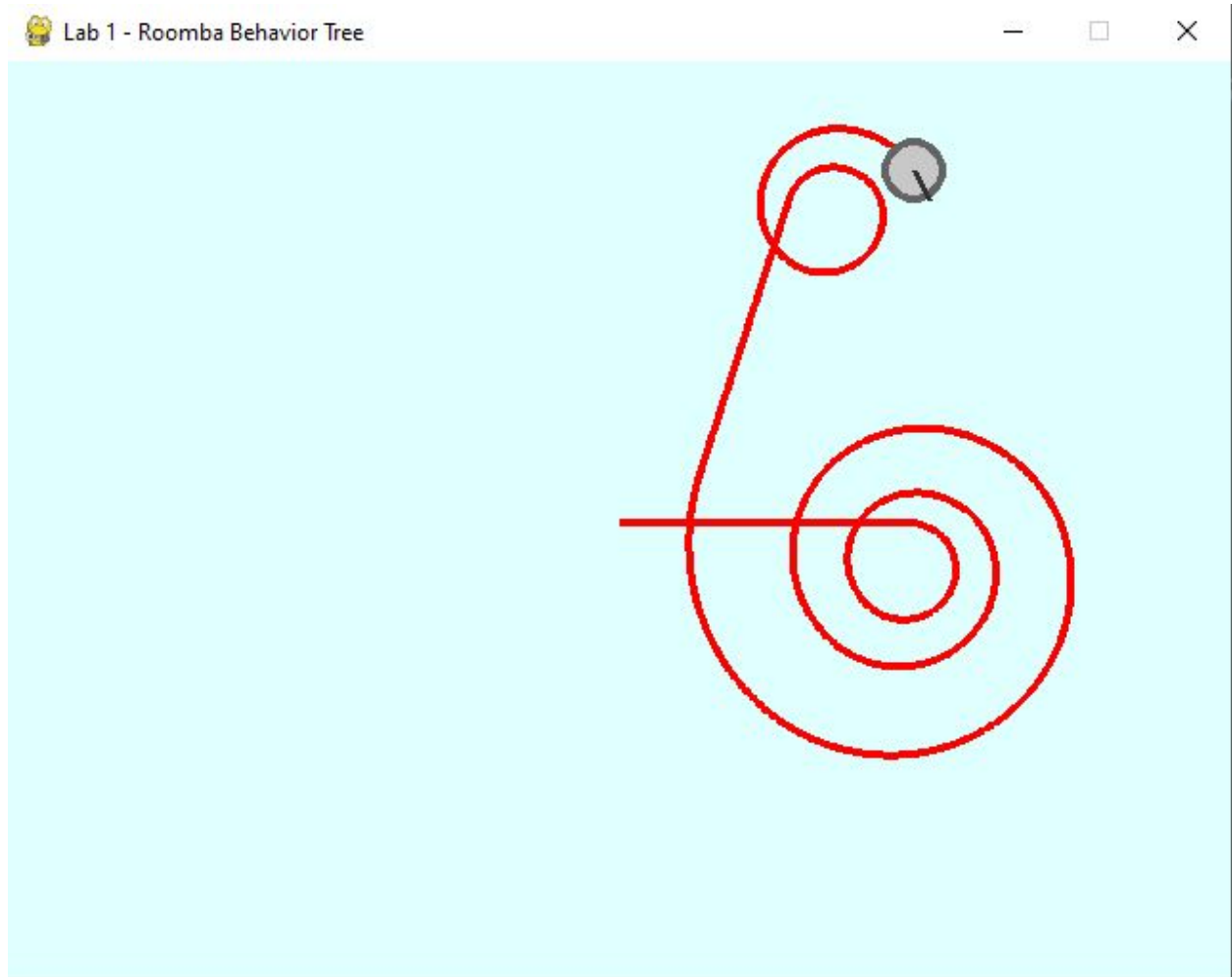


Figura 04. Note que nesse caso o robô estava na primeira folha(mover em linha reta) quando houve colisão, com isso foi retornado FAILURE, saindo então do primeiro nó de sequência e indo para o segundo nó de sequência. Após cumprir as folhas desse nó( ir para trás e girar), foi retornado SUCCESS, voltando assim para o nó de seleção, e este manda para o primeiro nó de sequência.

