

TDP RoboIME SEK: LARC 2017

Effisio A. R. Neto, João Bacelar, João G. M. Neto, Leonardo G. Gonçalves, Lucas B. Germano,
Luiz C. S. Ramos, Nicolas S. M. M. de Oliveira e Paulo F. F. Rosa

Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil

lucasbg97@hotmail.com, rpaulo@ime.eb.br

<http://roboime.com.br>

Resumo: Neste artigo serão apresentadas as estratégias e o robô utilizado pela equipe RoboIME para participar da LARC/ CBR 2017 na categoria IEEE Standard Educational Kit (SEK), com explicações das ideias centrais e ilustrações de componentes que serão utilizados.

I. INTRODUÇÃO

A equipe da RoboIME será composta por alunos da graduação do Instituto Militar de Engenharia, cursando o curso básico e o de engenharia eletrônica. Tendo o intuito de participar dessa competição que tem por objetivo incentivar e desafiar alunos de graduação a construir robôs móveis autônomos capazes de realizar a tarefa proposta de cada ano.



Fig. 1. Logomarca da equipe

A dinâmica do projeto seguiu as seguintes fases: Estudo das regras, Brainstorm, Construção/Programação, Testes e melhorias. Fases estas apresentadas em cinco partes do documento, sendo elas: I. Introdução, II. Competição, III. Robôs e Materiais, IV Metodologia e Organização V. Estratégia e VII. Conclusão.

II. A COMPETIÇÃO

Para a competição do ano de 2017, foi designada uma tarefa que consiste em utilizar o robô como um carro autônomo, que deve buscar os bonecos, representando as pessoas, em uma cidade pré-definida. No contexto, o robô partirá da entrada da cidade e deverá pegar os bonecos, que estarão em locais bem definidos no percurso até a praça, onde serão deixados para um concerto.

Diversos becos sem saída poderão ser encontrados no percurso da cidade, não havendo sinais indicando qual rua terá continuidade ou não. A cor na intersecção será o responsável por dizer qual direção deve ser tomada. Inicialmente o robô não saberá o significado de cada cor, mas deverá aprender ao explorar as diversas possibilidades, otimizando o processo. Após pegar alguns passageiros, o robô poderá voltar para buscar outras pessoas, podendo fazer múltiplas viagens. O objetivo por round é levar o máximo de bonecos à praça em um intervalo de 10 minutos. A praça onde serão deixados os passageiros tem o mesmo modelo da competição de 2015/2016, com um grande círculo preto no centro, onde deverão ficar os modelos. Uma pessoa é considerada bem entregue se estiver tocando o círculo do centro da praça sem que nenhuma parte do robô a esteja encostando.

A navegação do robô deverá ser feita por meio do reconhecimento de intersecções, coloridas de maneira específica, das ruas. Cada cor indicará a direção correta que manterá o modelo autônomo no percurso entrada – praça, tanto na ida como na volta. As direções tomadas de maneira incorreta levarão à caminhos sem saída, indicados pela cor preta na pista, onde o robô deverá dar meia volta e retornar à intersecção colorida. A relação entre cores e direções é desconhecida inicialmente pelo robô e deverá ser descoberta por meio de tentativas e erros, explorando o mapa. As cores de intersecção possíveis são: verde, azul e vermelho, cada uma indicando uma direção: esquerda, direita ou em frente. O percurso terá ao menos uma repetição de cada cor, ou seja, no mínimo seis intersecções.

A conexão entre a praça e as ruas será feita por uma rampa com indicações de cores em faixas, usando as mesmas cores das intersecções na ordem vermelho, azul e verde, para indicar o início da rampa.

Considerando o desafio proposto, é possível visualizar al-

gumas tarefas importantes a serem realizadas, como implementar um algoritmo de forma que o robô aprenda a direção que cada cor indica nas interseções para evitar desperdício de tempo e montar o robô de forma a levar o máximo de bonecos para as devidas áreas por viagem. A tarefa proposta inclui desafios e estratégias que podem vir a ser aplicadas no mundo moderno, incentivando raciocínio de forma emblemática e estratégica sobre soluções para problemas reais da sociedade, aplicações estas desde algoritmos de aprendizagem à completa automação de veículos.

III. ROBÔS E MATERIAIS

O robô será construído utilizando peças de Lego Mindstorms EV3 e Lego Mindstorms EV3 Education.

Este robô terá locomoção por rodas e esteiras, utilizando servo motores grandes. O ajuste de posição se dará através de sensores ultrassônicos e um giroscópio. A seleção dos bonecos será através dos sensores ultrassônicos e sistema de coleta dos bonecos através de garras montadas com servos motores pequenos, e o movimento da garra na vertical se dará por um motor grande.

Para o teste dos robôs, utilizamos uma arena construída no IME de acordo com as especificações da competição.

IV. METODOLOGIA E ORGANIZAÇÃO

A equipe se utilizará de 3 ferramentas principais para a competição: LabView, Redmine e GitHub. A logística de tarefas e prazos é organizada da seguinte forma: existem reuniões semanais que definem as tarefas de cada membro, essas tarefas são adicionadas no redmine e seu progresso é monitorado pelo líder de cada sub-divisão da equipe (mecânica e inteligência). A cada semana são discutidas entre todo o grupo, o progresso de cada membro em sua tarefa, suas dificuldades e sugestões. Além desse planejamento semanal, há um planejamento a longo prazo, para que a equipe consiga concluir o projeto em um tempo hábil antes da competição. Trabalhando assim de forma descentralizada de modo que nossa programação e robô estão sendo construídos e testados modularmente.

A. LabView

Este será o software utilizado para a programação dos robôs. Ele possui uma extensão própria, NI LabVIEW for LEGO® MINDSTORMS®, que possibilita implementar o código do LabView ao robô MINDSTORMS, controlando-o por WIFI, USB ou Bluetooth. Sendo uma programação em blocos, ele é similar ao software da empresa LEGO porém com uma gama de ferramentas e possibilidades maior. A figura 2 ilustra um exemplo de um programa implementado como uma boa melhoria em relação ao nosso robô da última competição.

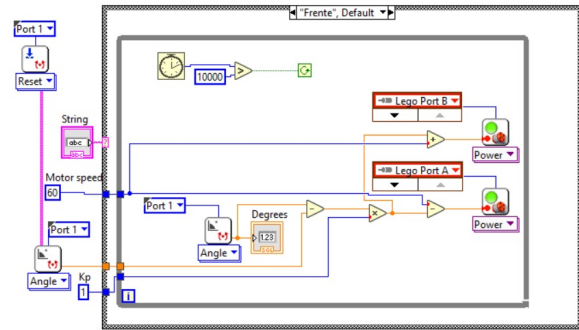


Fig. 2. VI para movimentação em linha reta utilizando controle proporcional com giroscópio

B. Redmine

Ferramenta utilizada como gerenciador dos projetos da RoboIME. Possibilita uma maior organização do projeto, mesmo que os membros não consigam ter reuniões presenciais, pois contém prazos de entrega, calendários, gráficos de gantt, wiki e organização de tarefas ou prazos.

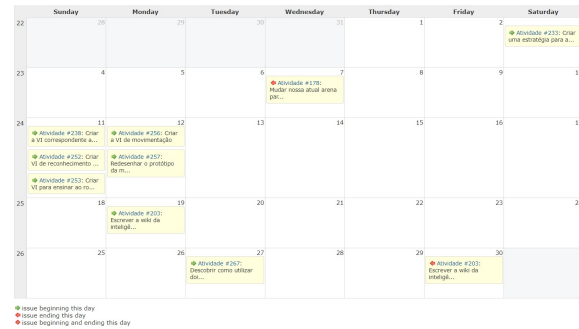


Fig. 3. Calendário do mês de junho, mostrando a organização das tarefas, extraído do redmine da RoboIME - SEK

C. GitHub

O Git é um sistema de controle de versão de arquivos. Através deles podemos desenvolver projetos na qual diversas pessoas podem contribuir simultaneamente no mesmo, editando e criando novos arquivos e permitindo que os mesmos possam existir sem o risco de suas alterações serem sobrescritas.

Outra vantagem do GitHub é a segmentação de pastas em branches, possibilitando a separação do projeto em desenvolvimento e códigos já testados e aprovados. Dessa maneira o código base não se perde e facilita-se em encontrar as modificações mais recentes.

Dessa forma nosso projeto, assim como todos os outros da RoboIME são *open source* estando disponíveis em <https://github.com/roboime>.

V. A ESTRATÉGIA

Aqui será descrito os principais aspectos da estratégia da equipe para a competição. Esse tópico abordará as formas de como a inteligência trabalhará com a mecânica para coletar os bonecos no percurso e levá-los até o final.

A. A inteligência

A estratégia trabalhará usando o conceito de Máquina de Estado Finita, que é um modelo matemático usado para representar programas de computadores, no caso, a forma com que o robô irá "pensar". Este modelo é definido por estar somente em um estado por vez e mudá-lo devido a estímulos externos. Uma transição entre cada estado só ocorrerá com certas condições específicas, gerando um evento. O diagrama da dinâmica dos estados do robô utilizado pela equipe está a seguir:

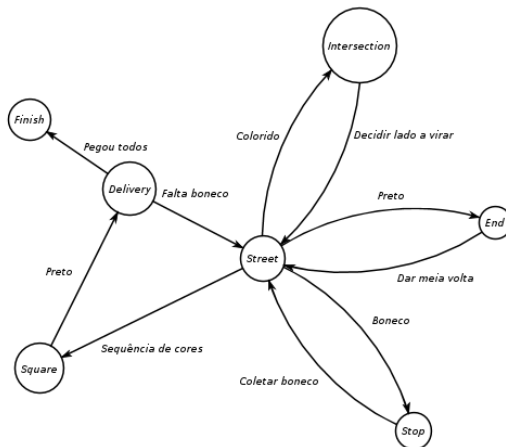


Fig. 4. Representação da máquina de estados do robô

1) Estados:

• Street

Estado do robô quando ele está percorrendo a rua. Principal aspecto desse estado é garantir que o robô se mova perfeitamente em linha reta utilizando o giroscópio e um controle do tipo proporcional.

• Stop

Quando o robô detectar um stop, ele saberá que existem pessoas para serem levadas e fará a coleta. (Mais explicações sobre a coleta de bonecos na seção V-C)

• Intersection

Estado em que o robô detecta que está sobre uma cor indicativa de direção e, a partir da estratégia definida na seção V-B, toma uma decisão do caminho à tomar, voltando ao estado Street.

• End

Quando o sensor de cor identificar preto, o robô saberá que errou na direção tomada e estará no estado End. A partir daí, retornará ao estado Street.

• Square

Após identificar a sequência de três cores, o robô entra nesse estado, que representa que ele deve se preparar para a entrega dos bonecos.

• Delivery

Vindo da personalidade Square, ao detectar a cor preta, o robô saberá que está na área de entrega e a realizará.

• Finish

Caso o robô consiga entregar todos os bonecos, a tarefa está concluída. Esse estado representa o final da prova.

B. Movimento do Robô

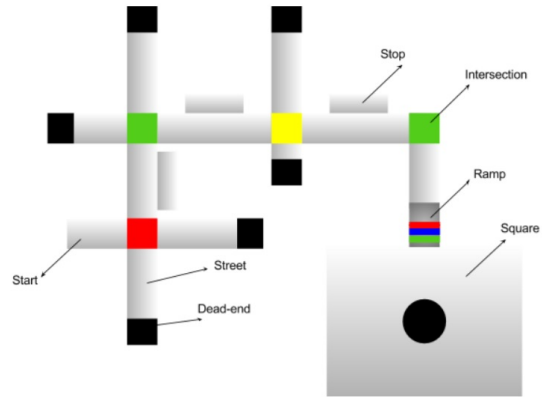


Fig. 5. Exemplo de labirinto

A movimentação do robô será da seguinte forma: ao chegar em um cruzamento o robô irá virar para a rua mais a direita dele possível, ou seja, em ordem de prioridade no referencial do robô: direita, frente e esquerda. Se ao percorrer qualquer um desses caminhos o robô encontrar uma rua sem saída, ele irá voltar e escolher o outro caminho com maior prioridade. Sabe-se o caminho certo ao passar por uma cor e encontrar posteriormente outra cor (que não seja o preto), logo, esta cor e sua respectiva direção devem ser salvas caso se passe por essa cor novamente. Também é importante pois o fato de saber uma direção certa para uma cor, retira uma possibilidade para as outras cores, tornando o algoritmo mais eficiente.

Por fim, deve-se chegar ao módulo quadrado, que é a representação do local onde deve-se levar as pessoas. Antes desse ponto final, existirá uma rampa e uma sequência de três cores no chão. Uma vez encontrado esse módulo, deve-se levar os bonecos até o interior da área preta. Se necessário, o robô poderá fazer o caminho inverso para coletar mais bonecos.

C. Coleta de bonecos

A estratégia da coleta será dividida em três partes: localizar, capturar e deixar os bonecos no destino final.

Utilizaremos dois sensores de distância nas laterais do robô. Ao ocorrer uma mudança brusca de distância detectada por um dos sensores, ele deve saber que há um boneco a ser capturado, indicando que está em um ponto de STOP e que podem haver outros bonecos próximos, e deverá parar quando uma mudança brusca for detectada no segundo sensor, não haverá dificuldades quanto a proximidade dos bonecos, visto que, conforme as regras, haverá uma distância mínima entre bonecos de 10cm .

Agora sabendo a localização do boneco, o robô irá efetuar um giro de 90 graus e irá se aproximar, para efetuar a captura

do boneco por meio de sua garra. Para tal será utilizada uma garra do tipo "Grab and Lift", em que com um único motor, a garra é capaz de capturar um boneco (figura 6) e levantá-lo através de um sistema de engrenagens (figura 7). É importante notar que enquanto o robô não detectar algum boneco, a garra será mantida na posição vertical para melhor movimentação.



Fig. 6. Garra capturando um boneco

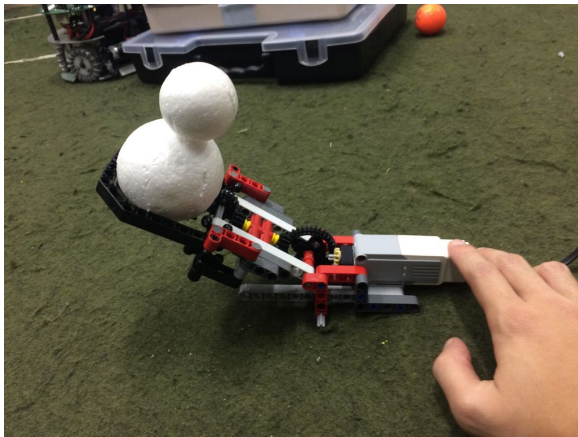


Fig. 7. Garra levantando um boneco

Feito isso, a sua garra irá subir para soltar o boneco em um compartimento, em cima do robô, que será utilizado para carregar os bonecos. Tal compartimento foi feito baseado nos robôs "Dump Truck" mostrado na figura 8 de tal forma que sejam armazenados até 4 bonecos e não sejam ultrapassados os 40cm de comprimento do Após a captura, o robô voltará a pista e prosseguirá o percurso. A cada 4 capturas com sucesso, o robô não irá tentar pegar outro boneco e irá direto para o plaza.

Chegando ao destino final, o compartimento de carregamento dos bonecos irá rotacionar, despejando todos os bonecos no chão (o funcionamento será igual ao de uma caçamba descarregando areia).

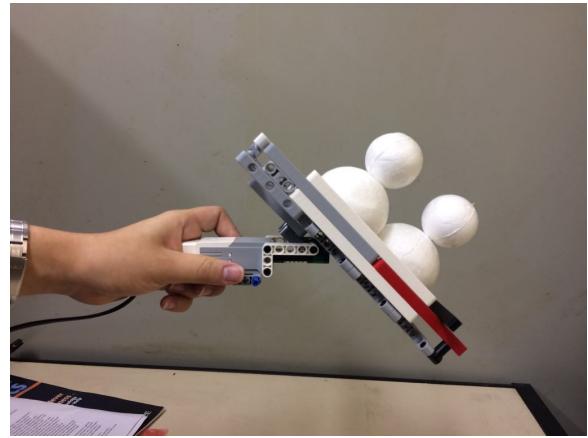


Fig. 8. Caçamba

VI. CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS E TÉCNICAS

A estratégia desenvolvida pela equipe, bem como as técnicas usadas para solucionar os desafios da competição podem ser utilizados em diferentes projetos. A atribuição de personalidades é útil em diversos projetos que baseiam-se no reconhecimento de informações para tomada de decisões. A base da metodologia de máquina de estado utilizada pode ser aplicada em carros autônomos, por exemplo.

A lógica de tomada de decisão de direção nas interseções é útil em projetos de reconhecimento de padrões. Os princípios adotados se baseiam nas práticas de *machine learning*, muito utilizado em projetos atuais. Além disso a equipe utilizou conhecimentos de controle PID para as VI's de movimentação do robô.

VII. CONCLUSÃO

O sucesso nessa competição depende não somente da estratégia a ser utilizada, mas também da maneira como as funcionalidades do robô serão implementadas e constantes testes em ambientes similares ao desafio da competição. Para que o projeto seja melhor planejado e tenha uma boa execução, é necessário organizar o objetivo utilizando-se de tarefas menores. Com a definição das tarefas a serem realizadas e dotada dos meios materiais necessários, a equipe RoboIME se encontra em condições de participar pela terceira vez, na categoria IEEE SEK, da LARC/ CBR 2017.

REFERENCES

- [1] "Rules of SEK Category - 2017/2018" in version 1.0 , 2017, pp. 3.
- [2] "FAQ of SEK Category - 2017/2018", em <http://www.cbrobotica.org/?page-id=64lang=pt>.
- [3] Tutorial em <http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spr06/cos116/FSM-Tutorial.pdf>.
- [4] Garra "Grab and Lift", em <https://rebrickable.com/mocs/MOC-6946/DLuders/ev3-grab-and-lift-by-ogaworks/comments>.