

TDP RoboIME SEK: LARC 2019

Ana L. B. da Silva, José L. de O. Schramm, Ana C. A. Monteiro, Mayara R. Mendonça, Phillipi G. Rocha, Erica Fegri, Antonio L. L. Ramos, Martin S. Brunaes, Luiz L. R. Rodrigues e Paulo F. F. Rosa

Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil

rpaulo@ime.eb.br

<http://roboime.com.br>

Abstract—Neste artigo serão apresentadas as estratégias utilizadas pela equipe RoboIME para participar da LARC/CBR 2019 na categoria IEEE Standard Educational Kit (SEK), com descrição das estruturas mecânicas e detalhamento das ideias centrais e do código embarcado do robô.

I. INTRODUÇÃO

A equipe da RoboIME é composta por alunos do curso básico de graduação no Instituto Militar de Engenharia, e tem o intuito de participar dessa competição, a qual tem por objetivo incentivar e desafiar alunos a construir robôs autônomos capazes de realizar a tarefa proposta de cada ano.

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
- VI. Contribuições científicas e técnicas
- VII. Conclusão.

II. A COMPETIÇÃO

Para a competição do ano de 2019, o objetivo do desafio proposto consiste na construção de até dois robôs autônomos capazes de identificar as partes faltantes na estrutura de um gasoduto submerso, buscar as peças correspondentes e colocá-las na posição correta. No caso do uso de apenas um robô, este deverá ser híbrido, ou seja, deve atuar dentro e fora da água. Caso contrário, cada um deles será restrito a uma área de ação, podendo encontrar o outro apenas na região de interação (meeting area), ou seja, um será responsável pela coleta dos tubos e outro pela identificação e posicionamento destes de forma correto.

Na competição haverá até 15 tubos disponíveis, de três tamanhos diferentes, dispostos sobre áreas de cores específicas para cada comprimento. Inicialmente, o robô saberá apenas a relação entre a cores da arena e sua localização, segundo o especificado pelas regras da competição: área de coleta de tubos (azul, vermelho e amarelo), região de

interação entre os dois robôs (brancas), rampa de acesso a água (verde) e água (azul).

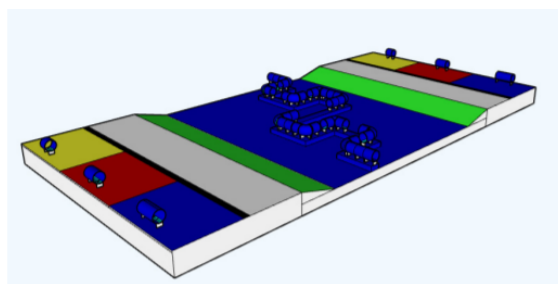


Fig. 1. Perspectiva isométrica de um exemplo de arena.

Além disso, cada partida ocorrerá com duas equipes realizando o conserto de um gasoduto simultaneamente. Embora as áreas de coleta sejam individuais, o fato da área de ação ser compartilhada implica que o robô deve se atentar para não alterar o trabalho já realizado. Assim, além da logística envolvida em completar o desafio, é necessário buscar uma ação efetiva, que reduza o tempo utilizado, a fim de atingir o desempenho superior ao da equipe adversária.

Dessa forma, considerando o desafio proposto, é possível visualizar algumas tarefas importantes a serem realizadas, como implementar um algoritmo de forma que o robô identifique o tamanho do tubo faltante, posicione o tubo colocado de forma correta e até mesmo se comunique com outro robô, agindo cooperativamente, sempre evitando desperdício de tempo.

A tarefa proposta inclui, portanto, desafios e estratégias que podem ser aplicados no mundo moderno, incentivando raciocínio de forma emblemática com potenciais soluções para problemas reais da sociedade.

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, utilizando servo motores grandes. A identificação das áreas de coleta dos tubos se dará através de sensores de cor. A visualização da tubulação será através dos sensores ultrassônicos e sistema

de coleta dos canos e a substituição será através de uma garra com servos motores pequenos.

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 ao redmine e o progresso é monitorado pelo orientador. Assim, a cada semana o progresso de cada membro na tarefa e as consequentes dificuldades e sugestões são discutidas entre todo o grupo. Além desse planejamento semanal, há um cronograma a longo prazo, para que a equipe consiga concluir o projeto em um tempo hábil antes da competição. Assim, trabalha-se de forma descentralizada de modo que a programação e robô estão sendo construídos e testados modularmente.

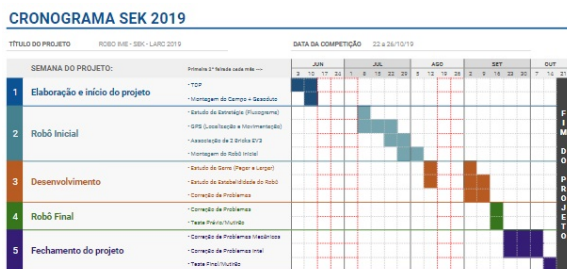


Fig. 2. Cronograma de Tarefas - RoboIME - SEK

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 ferramentas e possibilidades maior. Apesar de existirem versões mais recente deste software, usa-se a versão 2016, pois esta possui uma extensão para o EV3.

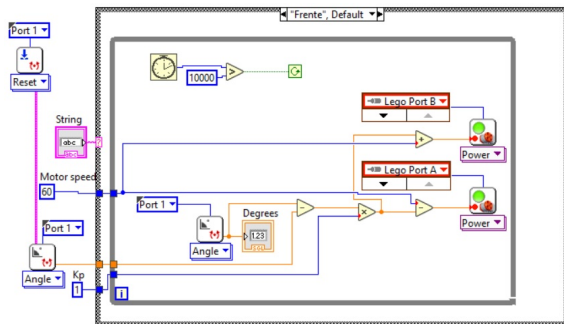


Fig. 3. Exemplo de VI do "LabView".

B. Redmine

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

C. GitHub

O GitHub é um sistema de controle de versão de arquivos. Através dele pode-se desenvolver projetos nos quais diversas pessoas podem contribuir simultaneamente no mesmo ao editar e criar novos arquivos. Dessa forma, permiti-se que os mesmos possam editar sem o risco de suas alterações serem sobrescritas.

```

joao@joao-PC: ~/Documents/ROBOIME/SEK (development)
$ git log
commit 92721ad1de056e64a27563f3b5532a7b5ae052 (HEAD -> development)
Author: bacelar39 <joaobacelar39@hotmail.com>
Date: Thu Jun 1 20:20:06 2017 -0300

    teste segundo commit

commit 67d80dfab4b32d43074fec2e35f8dce61abf3a48 (origin/development)
Author: sampaioz3 <sampaio.ime@gmail.com>
Date: Thu Jun 1 17:58:55 2017 -0300

    Teste - primeiro commit - VI

commit dc1eba9a7194baa118ee7459fddda71f412c916 (origin/master, origin/HEAD, master)
Author: Nicolas14142 <nicol4142@gmail.com>
Date: Thu Jun 1 17:34:48 2017 -0300

    Initial commit
    
```

Fig. 4. Uso da ferramenta "GitHub".

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 a pesquisa das modificações mais recentes.

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

V. A ESTRATÉGIA

Aqui serão descritos os principais aspectos da estratégia da equipe para a competição. Um assunto muito discutido foi a utilização de um ou dois robôs, ressaltando sobretudo o desafio de mapear o campo, visto que os robôs começam em posições aleatórias e devem ser capazes de se localizar sobre ele.

A utilização de dois robôs poderia ser vantajosa na questão referente ao tempo: dividir as tarefas tornaria o processo mais rápido. Entretanto, seria necessário a implementação de algumas funções na programação. Primeiramente, é preciso haver uma forma de comunicação, pois o robô que fica na água deve ser capaz de informar ao que fica na terra o comprimento do tubo necessário. Além disso, é importante planejar a maneira de passagem do tubo de um robô para o outro para realizar o conserto.

Dessa forma, analisando os pontos de interação a serem desenvolvidos, a equipe considerou que a fragmentação do processo seria capaz de reduzir os aspectos vantajosos da divisão de tarefas. Assim, decidiu-se utilizar apenas um robô no planejamento a ser seguido, optando por valorizar a fluidez e a continuidade durante o desenvolvimento do desafio.

Nesse tópic, portanto, serão abordadas algumas partes da inteligência e da mecânica tendo em mente o objetivo de criar uma máquina com capacidade de identificar as falhas no gasoduto e corrigi-las efetivamente.

A. Inteligência

A estratégia é estruturada usando o conceito de fluxograma e de Máquina de Estado Finita. Através do fluxograma, é possível organizar as ações que o robô terá que realizar, além de facilitar a documentação da nossa programação. O fluxograma da equipe pode ser visto abaixo:

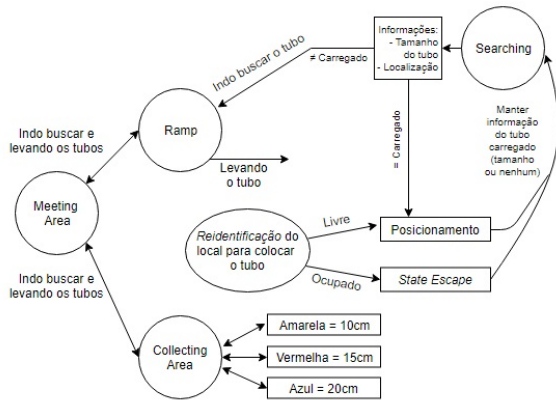


Fig. 5. Fluxograma geral do robô

A máquina de estado finita é um modelo matemático utilizado para representar programas de computadores, no caso, a forma com que o robô irá agir. Este modelo é definido por usar somente em um estado por vez e mudá-lo devido a estímulos externos. Além disso, uma transição entre cada estado só ocorrerá em certas condições específicas, gerando um evento. O diagrama da dinâmica dos estados do robô utilizado pela equipe está a seguir:

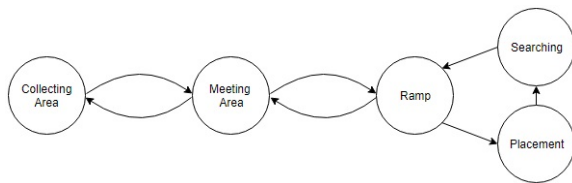


Fig. 6. Máquina de Estado Finita do robô

De acordo com as ideias do fluxograma, pode-se analisar a movimentação aplicada através dos possíveis estados durante o percurso da competição, que serão descritos a seguir.

1) Estados:

- Collecting Area

Estado do robô durante a coleta de tubos. Contempla a localização da área correta para cada tubo e a coleta em si; a ação nesse estado depende das informações provenientes da identificação.

- Meeting Area

Com o planejamento voltado à utilização de apenas um robô, este estado representa apenas uma transição entre os demais. O robô estará voltado a realizar o percurso de maneira a retornar ao ponto previamente identificado.

- Rampa

Assim como o anterior, a rampa representa um estado transitório, com foco na rota percorrida.

- Placement

Esse estado é o posicionamento do tubo recolhido no espaço correto e contempla uma reidentificação, buscando averiguar o posicionamento do robô em relação ao gasoduto. Além disso, deve haver uma alternativa para sair desse estado pois, caso o problema já tenha sido solucionado pela outra equipe, o posicionamento deve ser abandonado e seguir para o próximo estado.

- Searching

Estado caracterizado pela busca e identificação de erros na estrutura do gasoduto. Após a identificação, a descrição do problema deve ser gravada, de modo a orientar os outros estados.

2) *Movimentação do robô:* A partir da figura 7, que é um modelo exemplificando a arena, podemos estudar a movimentação robô, que será abordada nesse tópico.

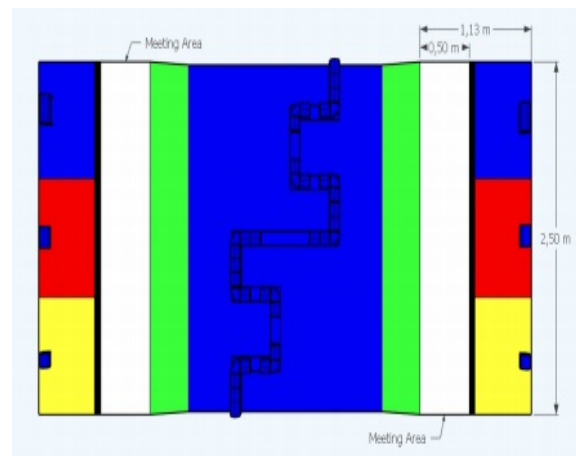


Fig. 7. Arena vista de cima

Para a localização do robô, a principal ferramenta será a identificação de cada área através de sensores de cor e a utilização de sensores de ultrassom para detectar os tubos e o gasoduto. Como um brick EV3 suporta apenas 4 sensores, a ferramenta de associação de dois bricks, de forma que um seja a extensão do outro, permite ampliar as possibilidades de aplicação dos sensores.

Na figura 8 apresenta-se um código em labview para o controle de dois motores conectados em dois bricks.

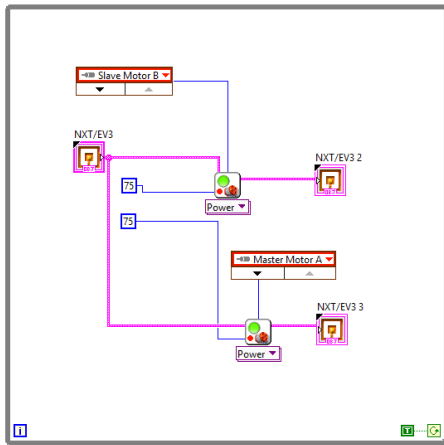


Fig. 8. Associação de dois bricks em LabView

Com a possibilidade de expansão do número máximo de sensores, é possível dedicar-se aos mecanismos de segurança, impedindo a queda do robô da arena. De acordo com a disposição de cores da arena, o robô pode detectar sua proximidade da borda com o auxílio de sensores de cor nas 4 extremidades.

B. Mecânica

O robô se locomoverá por meio de esteiras e possuirá quatro sensores de cor nas extremidades para evitar que caia da arena e guiar sua movimentação. Além disso, enquanto os sensores estiverem identificando alguma cor, o robô irá utilizar essa detecção para se localizar. Caso o sensor não detecte nenhuma cor, significa que o robô saiu da pista e que deve fazer uma correção na direção do movimento.

Também será utilizado um sensor de cor e um de ultrassom para identificar a presença dos objetos durante a partida. Quando esse sensor retornar valores condizentes a percepção de um objeto próximo, o robô interpretará que o gasoduto ou os tubos se localizam dentro do alcance da garra, estando pronto para sanar as falhas na tubulação.

Dessa forma, para a montagem final, o robô necessitará de dois servo motores grandes de locomoção, um servo motor para o sensor de ultrassom e um servo motor para movimentar a garra. Ademais, a garra foi idealizada no modelo "grab-and-lift" para que possa coletar e posicionar os tubos durante o conserto do gasoduto.

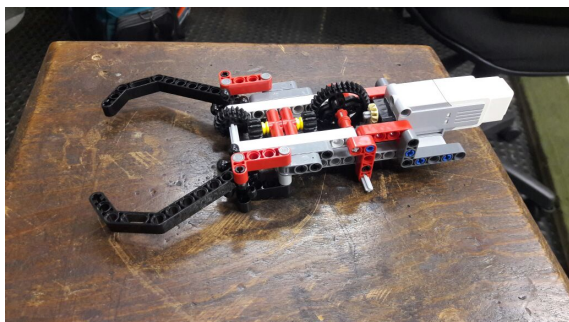


Fig. 9. Modelo de garra "Grab-and-Lift".

VI. CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS E TÉCNICAS

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

A lógica utilizada na identificação e substituição dos canos da tubulação é útil em projetos de solução dinâmica de problemas, nos quais o procedimento adotado varia de acordo com a situação encontrada. Além disso, o desenvolvimento de auto-localização do robô é fundamental para permitir otimização de percursos em missões cotidianas.

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 dos 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 e simultâneas. Portanto, com a definição das tarefas a serem realizadas e dotada dos meios materiais necessários, a equipe RoboIME se encontra em condições de participar pela quinta vez da categoria IEEE SEK, na LARC/CEB 2019.

REFERENCES

- [1] "Regras IEEE Standard Educational Kit 2019" in version 1.0 , 2019.
- [2] Garra "Grab and Lift", em <https://rebrickable.com/mocs/MOC-6946/DLuders/ev3-grab-and-lift-by-ogaworks/comments>.
- [3] "Auto-localização de robôs", em <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAAQ6IAJ/auto-localizacao-robos>.