

# FBOT IEEE Very Small Size Soccer Competition 2022

Guilherme C. de Oliveira<sup>1</sup>, Enrique F. Garcia<sup>1</sup>, André P. Maurell<sup>1</sup>, Murilo Castanheira<sup>1</sup>, Douglas C. Rodrigues<sup>1</sup>, Gabriel P. Martins<sup>1</sup>, Moyses O. Pereira<sup>1</sup>, Pedro M. Pinheiro<sup>1</sup>, Igor P. Maurell<sup>1</sup>, João F. S. S. Lemos<sup>1</sup>, Lucas Martins dos Santos<sup>1</sup>, Gabriel A. de Souza<sup>1</sup>, Gabriel N. Santos<sup>1</sup>, Joshua de C. P. Pedroso<sup>1</sup>, Paulo L. J. Drews Jr.<sup>1</sup>

**Resumo**—Esse documento descreve o projeto criado pela equipe de robótica da Universidade Federal do Rio Grande, para participar da Competição Latino Americana de Robótica e Competição Brasileira de Robótica na categoria IEEE Very Small Size Soccer no ano de 2022. O Hardware, Software e a estrutura física do robô estão detalhados neste documento.

## I. INTRODUÇÃO

O time FBOT na modalidade IEEE VSSS, foi criado no início do ano de 2019, composto basicamente por estudantes de graduação dos cursos de Engenharia de Computação e Engenharia de Automação, porém entre os anos de 2020 e 2021 o time não desenvolveu atividades, devido a pandemia do Coronavírus (COVID-19), com a possibilidade de retorno presencial das atividades o time foi reestruturado como o objetivo de criar um projeto mais solido de *Hardware* e *Software*. Esse projeto é do Centro de Ciências Computacionais (C3) da Universidade Federal do Rio Grande - FURG. O objetivo é estimular a robótica, pesquisa e educação em aplicações no campo da robótica, inteligência artificial, sistemas embarcados e teoria de controle. O time integra a equipe de robótica da FURG, a qual participa de outras diversas categorias.

## II. ELETRÔNICA

Para a eletrônica do robô, utilizamos componentes que atendessem as necessidades do projeto, bom custo-benefício e de fácil utilização. Os componentes do hardware com maior importância no robô são: microcontrolador, ponte H, step down, motores, encoders e rádio. As características e funcionalidades de cada componente serão descritas a seguir.

### A. Motores e Encoders

Um dos componentes mais importantes desse projeto são os motores. A escolha deles foi algo crucial para o andamento do projeto, por se tratar de um robô com dimensões reduzidas 7,5cm x7,5cm x7,5cm [1].

Os motores escolhidos para o robô foram os micro-motores com caixa de redução 50:1 da Pololu, como mostra a figura 1. As rodas escolhidas são de 60mm de diâmetro, sendo da mesma fabricante dos motores para terem compatibilidade perfeita com o eixo, como mostra a figura 2.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil.

Fig. 1. Micro Metal Gearmotor com Encoder[2]

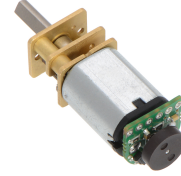
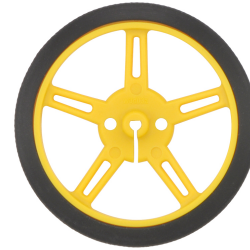


Fig. 2. Roda 60mm de diâmetro[3]



Após realizada a escolha do motor, optamos por uma versão dele que contém um eixo estendido, possibilitando dessa forma o acoplamento de um encoder no seu eixo. O encoder escolhido é da mesma fabricante dos motores e das rodas, sendo este um encoder de quadratura de efeito hall que apresenta uma resolução de 200 contagens por revolução. A escolha pelo encoder de efeito hall, se deu pelo fato de sua aplicação ser totalmente elétrico e seu gráfico de resposta ser do tipo degrau, tornando mais fácil sua utilização em relação ao encoder óptico.

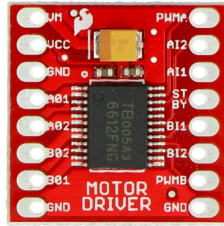
### B. Ponte H

Para que seja possível variar a velocidade e o sentido de rotação dos motores é preciso se utilizar de um circuito comumente conhecido por ponte H, para integrar a o projeto de *hardware* foi escolhido um modulo que contenha este circuito para que se reduza a complexidade de confecção do projeto. Por sua vez foi escolhido um modulo de ponte H baseado no CI TB6612FNG, como mostra a figura 3. Este componente se da por presente por dois grandes motivos sendo eles a sua documentação e pelo mesmo ser a recomendação do fabricante dos motores que serão utilizados.

### C. Módulo de Rádio

Para realizar a transmissão de dados entre a inteligência artificial (IA) e o robô, foi estabelecido o método de

Fig. 3. Ponte H TB6612FNG[4]



comunicação unidirecional, onde os dados são transmitidos em um sentido único do computador para os robôs. O para concretizar a esta comunicação foi optado pelo radio APC220, a figura 4 mostra o radio escolhido. O fator determinante para a escolha deste modelo de radio se da pela sua frequência de operação, em u ambiente de competição as frequências de 2.4GHZ tendem a estar completamente saturadas gerando assim uma serie de problemas para a comunicação dos robôs, por sua vez o radio escolhido opera na faixa de 418MHz à 455MHz, somado a isto o radio escolhido é capaz de suprir todas as demandas de comunicação, outra grande vantagem se dá pelo mesmo poder ser utilizado diretamente ao computador através de uma porta USB.

Fig. 4. Rádio APC220[5]



#### D. Baterias e Alimentação

Para fazer a alimentação dos circuitos foi escolhido baterias de Li-íon do modelo 18500, como mostra a figura 5, a grande vantagem da utilização deste modelo de bateria é a sua capacidade de carga e a existência de diversos circuitos de proteção e carregamento para as baterias. Para o carregamento das baterias do robô é utilizado o circuito HX-2S-01, pois com ele é possível carregar as duas células da bateria em série ao mesmo tempo.

Cada robô será equipado com duas células desta mesma bateria, que por sua vez serão ligadas em serie,

Fig. 5. Célula bateria NCR18500A [6]



pois assim teremos uma tensão nominal de 7,2 V. Os componentes de hardware possuem diferentes tensões de funcionamento e para garantir o melhor funcionamento de cada componente será utilizado em conjunto das baterias circuitos reguladores de tensão individuais para cada componente.

Os motores que foram escolhidos para este projeto possuem uma tensão nominal de 6V, para poder suprir a essa necessidade foi escolhido um circuito *Step Down* para regular a tensão de saída das baterias, com o intuito de diminuir possíveis flutuações nas tensão que serão aplicadas aos motores e componentes de hardware. O *Step Down* é um conversor ou regulador de tensão cuja a função é reduzir a tensão de entrada para um determinado valor na sua saída, a tensão de entrada irá variar de acordo com a carga da bateria e a tensão de saída fixa em 6v, com isso garantimos que nossos motores sempre sejam alimentados com a tensão ideal.

#### E. Microcontrolador

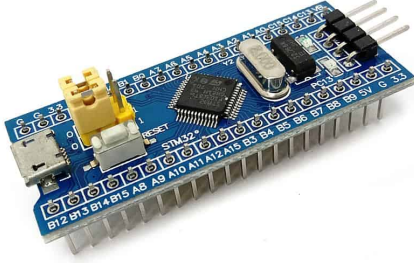
Foi escolhido a placa de desenvolvimento *Blue Pill*, esta placa se baseia no microcontrolador STM32F103C8T6 o qual possui uma frequência de *clock* de 72MHz, o mesmo possui 32 pinos digitais, a qual 16 destes podem ser utilizados como interrupções externas, estes pinos podem ser programáveis e servir para os mais diversos propósitos como exemplo realizar a logica de acionamento dos motores, tal como possui 3 interfaces de comunicação UART, possibilitando assim a comunicação com o radio escolhido. A figura 6 ilustra a placa utilizada neste projeto.

### III. MECÂNICA

A estrutura dos robôs é feita em plástico para uma maior leveza e boa resistência mecânica. Seu projeto levou em conta a necessidade de acesso aos sistemas internos, a facilidade e praticidade de montagem, bem como a necessidade de suportar impactos.

Estruturas internas foram projetadas para permitir a fixação de itens como motores, placas de circuitos e baterias. Tais estruturas, quando não sendo essenciais para a resistência mecânica, foram dimensionadas de forma a ocuparem o menor espaço possível para o bom desempenho de suas funções.

Fig. 6. Placa de desenvolvimento *Blue Pill*[7]



O fácil acesso aos componentes é de alta importância neste tipo de robô, em que todas as partes estão sendo testadas continuamente e muitas vezes necessitam de reposição ou adequação. Para isto, foi proposto um sistema de desmontagem que permitisse acesso a grande parte dos componentes, sem que outros tivessem que ser movidos.

Apesar dos esforços, o espaço interno é extremamente limitado. Portanto, as distâncias entre componentes mantiveram-se ao mínimo possível, e partes móveis consideraram folgas mínimas de até 1mm para o seu posicionamento. Em futuros protótipos, buscar-se-á a melhor disposição possível das partes internas tendo em vista manutenção e bom funcionamento dos robôs.

#### IV. SOFTWARE

O software responsável pelo controle de alto nível dos agentes será baseado em uma estrutura central, construída de forma que o próprio software possa ser separado em componentes. Existem 4 diferentes categorias onde os componentes na biblioteca principal serão agrupados:

- Entrada e Saída
- Serialização
- Modelos
- Sensores Virtuais

Cada uma dessas categorias representa um conjunto de componentes disponíveis para compor um ambiente de tempo de execução específico para um determinado aspecto do jogo.

Os grupos de *Entrada e Saída* e *Serialização* são os tipos mais particulares de componentes, onde serão armazenados elementos para desempacotamento dos dados fornecidos pela câmera para entrar em nosso software e realização da comunicação com nossos agentes. O pacote *Modelo* possui o conjunto de tipos a serem usados para a tomada decisões e cálculos, todos os tipos relacionados ao domínio do futebol e nossa modelagem de ambiente.

No grupo *Sensores Virtuais*, os sensores conectados às entradas terão suas próprias entradas e saídas e podem ser conectados uns aos outros. Todos os tipos de entradas e saídas devem ser modelados no pacote *Modelos*.

Fig. 7. Ilustração do tempo de execução do software.

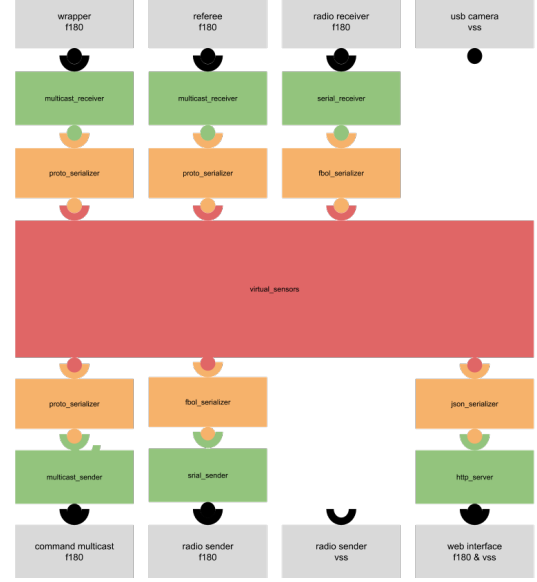
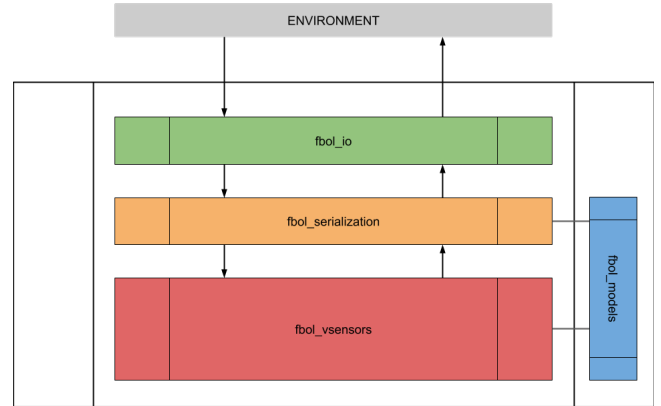


Fig. 8. Ilustração da arquitetura do software.



##### A. *FIRALib* e *FIRASim*

##### B. *Visão*

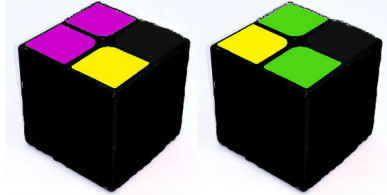
A visão computacional é responsável em obter diversos dados pertencentes a quadra. Ela tem como objetivo informar a posição absoluta de todos os jogadores e da bola. Referente aos jogadores aliados, também deve ser obtido respectiva direção em relação a quadra. Para o funcionamento da visão é utilizado uma câmera ,que se encontra a mais de 2 metros de altura acima da quadra. Para a captação das imagens é utilizado a biblioteca OpenCV [8] dentro do VSS-VISION, software de visão

computacional do Vsss-Sdk. Através do VSS-VISION[8] (Vsss-Sdk), obtemos diversas imagens do campo - frames - e para que não seja necessário vasculhar por todo o frame a procura dos jogadores e da bola é utilizado uma calibração (OpenCV) no qual é integrado ao vss-vision do VSSSS-SDK [9], que permite estimar a posição futura de um elemento baseado em suas posições anteriores.

### C. Identificadores

Cada jogador deve ter sua própria identificação, com a finalidade da visão saber diferenciar os robôs entre eles mesmos. Essa identificação é feita através de um sistema de identificadores que se localiza no topo do robô, dois exemplos podem ser vistos na figura 9.

Fig. 9. Demonstração dos identificadores.



A cor amarela, tem como objetivo representar o time em que o jogador pertence, enquanto a ordem das cores secundárias identificam cada jogador dentro do seu time. Serão utilizados apenas outras duas cores secundárias, possibilitando chegar a 6 identificadores diferentes, além de diminuir a gama de cores que devem ser processadas pela software da visão.

## V. CONCLUSÃO

O projeto do robô vem sendo aprimorado a cada dia. dado que este será o retorno da equipe FBOT as competição nessa modalidade e de maneira presencial, os componentes já foram diversas vezes ajustados ou substituídos, segundo sua eficiência apresentada ao longo de uma série de baterias de teste. A parte do software foi projetada de maneira robusta e vem apresentando bons resultados, assim como a mecânica do robô. Com o projeto ainda em andamento, algumas pequenas alterações ainda podem ser feitas.

## REFERENCES

- [1] "Rules for the ieev very small soccer competition," IEEE, 2022. [Online]. Available: <https://www.cbrobotica.org/wp-content/uploads/2022/05/vssRules.pdf>
- [2] "50:1 micro metal gearmotor," Pololu, 2022. [Online]. Available: <https://www.pololu.com/product/3073>
- [3] "Pololu wheel 60x8mm," Pololu, 2022. [Online]. Available: <https://www.pololu.com/product/1422>
- [4] *TB6612FNG Drivers*, TOSHIBA, 2022. [Online]. Available: <https://www.pololu.com/file/0J86/TB6612FNG.pdf>
- [5] "Transparent transceiver module - apc220," AppconWireless, 2022. [Online]. Available: [https://cdn.discordapp.com/attachments/931212546785050675/938999788144304208/setuping\\_apc220.pdf](https://cdn.discordapp.com/attachments/931212546785050675/938999788144304208/setuping_apc220.pdf)
- [6] "Ncr18500a," Panasonic, 2022. [Online]. Available: <https://www.batteryspace.com/prod-specs/10461.pdf>
- [7] "Stm32f103c8t6 - blue pill development board," components101, 2022. [Online]. Available: <https://components101.com/microcontrollers/stm32f103c8t8-blue-pill-development-board>

G. Bradski, "The OpenCV Library," *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*, 2000.

"Introdução ao filtro de kalman com exemplo no matlab," Blog do Controleiro, 2017. [Online]. Available: <https://blogdocontroleiro.wordpress.com/2017/08/01/introducao-ao-filtro-de-kalman-com-exemplo-no-matlab/>