

## TEAM DESCRIPTION PAPER – ITANDROIS-F180

JORGE A. B. GRIPP, JACKSON P. MATSUURA

*Departamento de Sistemas e Controle, ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
CEP 12228-900, CTA – São José dos Campos, SP- Brasil  
E-mails: [jorge.gripp@gmail.com](mailto:jorge.gripp@gmail.com), [jackson@ita.br](mailto:jackson@ita.br)*

**Abstract**— In this paper we describe the ITANDROIDS robots, which will compete in Brazil Open 2007, supported by RoboCup Federation. Our goal in this approach is to show the mechanical architecture, the hardware of our robots, and explain the robot parts.

**Keywords**— F-180, Small Size, Robotics, RoboCup

**Resumo**— Neste artigo, descrevemos os robôs da categoria F-180 da ITANDROIDS, que competirão na Brazil Open 2007, apoiada pela RoboCup Federation. O objetivo deste artigo é mostrar a arquitetura da parte mecânica e do hardware dos robôs. Para tal, fizemos uma explanação geral acerca dos seus módulos.

**Palavras-chave**— F-180, Small Size, Robótica, RoboCup, Futebol de Robôs

### 1 Introdução

A ITANDROIDS é a equipe de competições de robótica do ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica) e tem como objetivo servir de celeiro para novos pesquisadores, dando a oportunidade a alunos de graduação e pós-graduação de participarem tanto de pesquisas teóricas quanto de projetos específicos para participação em competições de robótica.

Desde 2005 a ITANDROIDS participa de competições da RoboCup. Naquele ano participou da competição latino-americana e brasileira, em 2006 participou da competição mundial e brasileira, e neste ano pretende participar novamente do mundial e do brasileiro.

Durante os dois primeiros anos a ITANDROIDS competiu somente em categorias simuladas. A partir do fim do ano de 2006, começou-se o desenvolvimento de mais duas categorias: Humanoid e Small-Size. Apesar de a ITANDROIDS competir desde 2005 nos eventos da RoboCup, a Brazil Open 2007 será a primeira vez que participa na categoria Small-Size (F-180).

Na vanguarda das transformações tecnológicas está o ensino e a pesquisa. Neste contexto foi criada a RoboCup, um Projeto Internacional que visa promover a Inteligência Artificial, Robótica e campos correlatos. É um esforço para estimular a pesquisa em inteligência na robótica propondo um problema padrão no qual uma vasta diversidade de tecnologias pode ser integrada e examinada.

A RoboCup escolheu usar o jogo de futebol como o ponto central de pesquisa, visando inovações com aplicações em problemas socialmente relevantes ou na indústria. O objetivo final do projeto RoboCup

é “Próximo a 2050, desenvolver um time de robôs humanóides completamente autônomos que possa vencer o time humano campeão mundial de futebol”.

Para um time de robôs realmente disputar um jogo de futebol, várias tecnologias devem ser incorporadas, incluindo: robótica, controle, aquisição de estratégia, raciocínio robótico em tempo real, e combinação de dados sensoriais. O jogo de futebol é uma tarefa para um time de vários robôs com rápida movimentação em um meio dinâmico.

Dentre as categorias da RoboCup que tem como ponto central o futebol, focamos nossa pesquisa na categoria Small Size (F-180), um jogo de futebol de robôs, cada um com 180mm de diâmetro.

Doravante, são descritas as características da categoria Small Size, assim com as características dos nossos robôs.

### 2 Descrição da Categoria Small Size

A categoria F-180 (também chamada Small Size League) é um jogo de futebol cujos robôs jogam uma bola de golfe.

Cada um dos times tem 5 jogadores e o campo tem 5,0m de comprimento e 3,5m de largura, onde são disputadas partidas de dois tempos de até 15 min. Nenhuma pessoa interfere nem controla os robôs durante o jogo: o raciocínio dos robôs de cada time é feito por um computador que diz a eles o que fazer por comunicação via rádio. A única exceção é a troca de robôs com o jogo parado.

Cabe às equipes programar previamente toda a inteligência e estratégia de seus times. O juiz só serve de “gandula” ou pára alguma jogada que seja considerada ilegal.

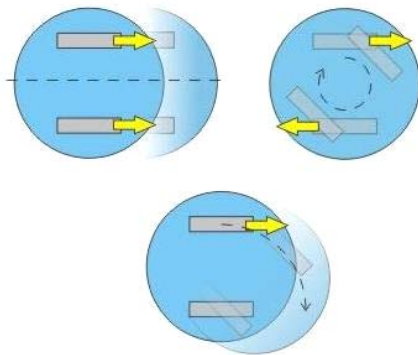


Figura 1. Deslocamento com Movimento Diferencial

Os jogadores também podem ter um mecanismo de chute, empurrar a bola, atacar e defender. Não é permitido empurrar outros jogadores e o juiz é responsável por reprimir qualquer atitude antidesportiva.

O nome F-180 vem do formato dos robôs: eles devem ter um tamanho tal que caibam em um cilindro de 180 mm de diâmetro e de 150 mm de altura. Um dos robôs de cada time é designado goleiro. Acima do robô são colocadas marcas coloridas para a sua identificação.

Uma câmera acima do campo de jogo filma os robôs e essa imagem é jogada para o computador que interpreta onde os robôs estão (mecanismo de visão artificial), define a estratégia da equipe e envia as instruções via rádio (chutar, correr) para cada um dos robôs. Também é permitida a câmera em cada robô, substituindo a câmera acima do campo.

No nosso time, porém, não é usada câmera no robô e o processamento dos dados é feito de forma externa por um computador que envia as instruções para os robôs via radiofrequência.

Os robôs contêm duas formas de atuação: o sistema de chute e o sistema de locomoção. O sistema de locomoção é feito de forma diferencial contando com dois motores acoplados às rodas. Entre os motores e há rodas há um sistema de engrenagens para redução de velocidade e aumento de torque.

Para efetuar o jogo, são necessárias várias atividades:

- Hardware e Chassi: mecanismo de chute do robô, motores para locomoção, estrutura mecânica e chassi do robô, hardware para comunicação sem fio, processamento, energia, câmera,.

- Visão Artificial: identificação da posição dos robôs e bola no campo a partir das imagens captadas pela câmera.

- Estratégia: decisão de como se movimentar no campo, posicionamento, chutes, toques, jogadas ensaiadas, e comportamento com a bola parada e reinício do jogo.

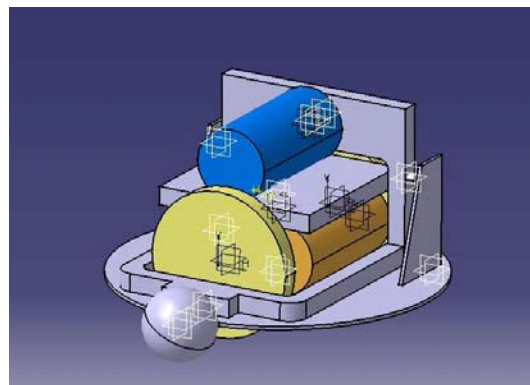


Figura 2. Dispositivo de Chute e de Locomoção – Vista Frontal

### 3 Descrição do Sistema de Locomoção

Adotamos o sistema de duas rodas, trabalhando de forma diferencial. O sentido do movimento das rodas será, na maior parte do tempo do jogo, perpendicular à linha imaginária que une os dois gols. Esta proposta vem da constatação de que da maior parte do tempo, o robô precisa se movimentar mais para as laterais do campo do que para frente ou para trás. Isto também é muito claro para o goleiro. Assim o sentido primordial do movimento é perpendicular ao sentido do chute.

Para o apoio do robô, foi necessária a utilização de mais duas rodas livres. Na figura 1 pode-se ver o movimento com duas rodas trabalhando de forma diferencial. Nas Figuras 2 e 3 é mostrada a disposição dos componentes do robô. Na parte de baixo do robô, entre as rodas, são colocados os dois motores.

### 4 Descrição do Sistema de Chute

O dispositivo de chute é composto, principalmente, por um solenóide que dá o um impulso mecânico quando excitado por uma corrente elétrica. Após este impulso, um solenóide menor rearma o sistema de chute. Há um sistema de traves que leva o impulso até a bola.

O solenóide é basicamente um tubo não-metálico envolvido por um fio metálico enrolado. Dentro do tubo, é colocado de forma assimétrica um cilindro de material ferromagnético.

Quando é aplicada uma corrente neste enrolamento, é criado um campo magnético no interior do tubo de forma que o cilindro é impulsionado para atender à simetria magnética. Este impulso mecânico é usado para chutar a bola. O solenóide é envolto por uma carcaça de material ferromagnético para melhorar a permeabilidade magnética e aumentar a eficiência do chute.

Devido ao chute ser próximo a uma das rodas, o espaço possível para a colocação do solenóide é sobre os motores. Dessa forma o chute não pode ser aplicado diretamente e à bola. Um dispositivo de

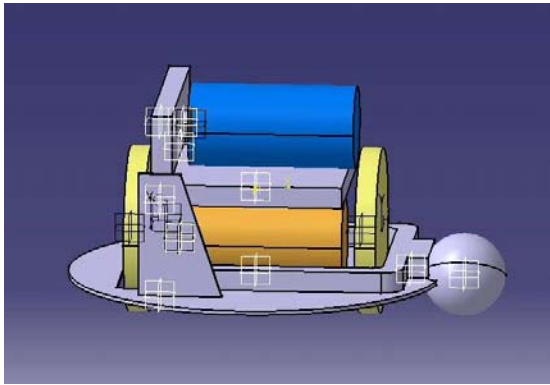


Figura 3. Dispositivo de Chute e de Locomoção – Vista Lateral

traves mecânicas é necessário. A solenóide impulsiona a trave (esquerda superior da figura 3). Esta trave é presa em dois pontos laterais, sendo que quando a parte superior é impulsionada para fora, a inferior é impulsionada para dentro (para a direita na figura 3). Um “U” deitado transmite esse impulso levando-o até a bola.

Após cada chute, o cilindro de metal ferromagnético deve retornar para a posição inicial. Pensou-se em fazer-se isso através de uma mola, porém causaria uma força contrária no instante do chute. A solução encontrada foi utilizarmos um outro enrolamento menor no solenóide, no mesmo eixo deste, tal que, quando acionado retornasse o cilindro para a condição inicial.

## 5 Hardware

O diagrama esquemático da Figura 4 mostra os componentes do hardware de cada robô.

O microcontrolador utilizado é o AT89S52 (8 bit, 32MHz). Ele irá controlar os dois motores e o sistema de chute.

O receptor de FM passa as instruções para o microcontrolador: velocidade dos motores e, quando necessário, acionamento do dispositivo de chute. É necessário que o receptor opere em duas frequências para evitar interferência de comunicação entre dois times. Antes de iniciado o jogo é acertado qual das duas frequências o time vai usar. Para tal foram utilizados em cada robô um transceiver Radiometrix BIM2A-433-64 (433MHz) e um Radiometrix BIM3A-869-64 (869MHz).

Os motores são monitorados por seus encoders. Os encoders passam a posição das rodas para o microcontrolador, para fechar a malha de controle da velocidade das rodas.

Para proteger o microcontrolador são colocados optoacopladores (TIL117) em cada ligação entre ele e a ponte H (parte de potência). A ponte H utilizada é o componente L293d.

A fonte de energia do robô são pilhas recarregáveis Ni-MH.

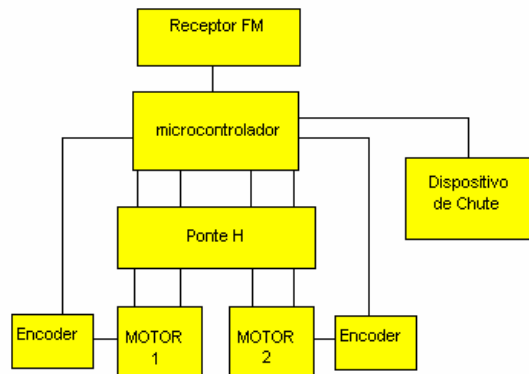


Figura 4. Componentes do Hardware

## 6 Conclusão

Apresentou-se uma visão geral dos robôs da categoria Small Size da equipe ITANDROIDS.

O trabalho de desenvolvimento desta categoria contribui fortemente para a pesquisa em diversas áreas, e se apresenta como um grande e motivador desafio.

Objetivamos um contínuo desenvolvimento do nosso time até a competição, principalmente na parte da Visão Artificial e Estratégia.

Esperamos a concretização do nosso trabalho em bons resultados na nossa primeira participação na Brazil Open nesta categoria.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – que proporcionou amparo a esta pesquisa através de uma bolsa de iniciação científica – PIBIC. Agradecemos também aos professores do departamento de Eletrônica do ITA, especialmente ao professor Douglas Soares, pelas suas contribuições na pesquisa.

## Referências Bibliográficas

- Kühne, F., Gomes da Silva Jr., J. M., Lages, W. F. - Mobile Robot Trajectory Tracking Using Model Predictive Control, *VII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente II IEEE Latin-American Robotics Symposium, 2005, São Luis, MA*
- Oliveira, V. M., Lages, W. F., de Pieri, E. R. - Controle em Malha Fechada de Robôs Móveis Utilizando Redes Neurais e Transformação Descontínua (Closed-loop Control of Mobile Robots Using Neural Networks and Discontinuous Transform), *V Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2001, Canela, - RS.*
- Botelho, S. S. C., Taddei, L., Costa, R. M., Neves, R., Pellejero, D., Araujo, R.(2003). FURGBOL – Construindo robôs autônomos holonômicos

- para jogar futebol, *Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2003, Bauru*. SBAI, 2003. v. 1. p. 333-338.
- Martins, M. F., Satomi, R. K., Gurzoni Jr, J. A., Pereira, V. F., Tonidandel, F., Bianchi, R. A. C.. Equipe FEI-06 de Futebol de Robôs, *Jornada de Robótica Inteligente - Encontro Nacional de Robótica Inteligente, 2006, Campo Grande*. Anais do XXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Campo Grande : Sociedade Brasileira de Computação, 2006. p. 347-356.
- Ogata, Katsuhiro, *Modern control engineering*, 3rd Ed., Printice-Hall, 1997.
- Martinez-Gomez, L. A., Soto, M., Diakite, I., Rodriguez, G., Sotelo, D., Torres, E. , Ponce, O., Weitzenfeld, A., Eagle Knights: Small Size Robocup Soccer Team, *VII SBAI/ II IEEE LARS. São Luís, 2005*.
- Latin American RoboCup Open, Laws of the F180 League 2006, *2nd Latin American RoboCup Open*, <http://www.robopuc.cl/larc/>
- Gripp, J. A. B. ; Kallut, D. O. ; Matsuura, J. P. Introdução à Categoria RoboCup Soccer Simulation 3D. *Jornada de Robótica Inteligente - CSBC, 2006, Campo Grande*. XXVI CSBC, 2006. p. 1-6.
- Bowling, M., Veloso, M.. Motion Control in Dynamic Multi-Robot Environments. In *Proceedings of The 1999 IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation (CIRA'99), Monterey, november 1999*.
- Browning, B., Bruce, J., Bowling, M., Veloso, M.. STP: Skills, tactics and plays for multi-robot control in adversarial environments. *IEEE Journal of Control and Systems Engineering*, 219:33–52, 2005.
- Fitzgerald, A. E., Kingsley Jr, C., Umans, S. D.. *Electric Machinery*, 5<sup>th</sup> Ed., McGraw Hill, London, 1990.
- Gourishankar, V., *Eletromechanical Energy Conversion*, Intenational Textbook Company, Pennsylvania, 1965.
- Chapman, S. J., *Eletric Machenary Fundamentals*, 2<sup>nd</sup> Ed., McGraw-Hill Book Co.,1991.
- Kristnan, R., *Eletric Motor Drives*, Prentice Hall Inc., New Jersey, 2001
- Sen, P. C.. *Principles of Electric Mochines and Power Eletronics*, John Wiley & Sons, Singapore, 1989.