

## Sistema de marcação de Futebol de Robôs Soccer 3D usando aprendizado de máquina guiado por conhecimento humano

### Isabelle Ferreira de Oliveira

Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
Rua H8A, 103, CTA  
12.228-460 - São José dos Campos/SP  
Bolsista PIBIC - CNPq  
isabelle.ferreira3000@gmail.com

### Edgar Toshiro Yano

Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
Divisão de Ciência da Computação  
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50  
12.229-900 – São José dos Campos / SP  
etyano2@gmail.com

### Luckeciano Carvalho Melo

Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
LabSCA  
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50  
12.229-900 – São José dos Campos / SP  
luckeciano@gmail.com

**Resumo:** Devido à alta dinamicidade existente nas partidas de futebol simulado de robôs humanoide, é fundamental possuir estratégias também dinâmicas para as mais diversas situações de jogo. Nesse sentido, agregar conhecimento e percepções humanas de qual oponente está em uma posição perigosa e deveria ser marcado - para além dessas regras simples e fixas - pode ajudar a melhorar a defesa desse time em questão.

Após uma fase de pesquisa, foi decidido utilizar Qt, uma framework para desenvolvimento de interfaces gráficas em C++, a fim de criar um sistema de aquisição de dados de conhecimento humano sistema para marcação de oponentes. Nessa interface, o usuário pode interagir com quadros da tela da partida fornecidos periodicamente, montando o dataset de oponentes marcáveis. Esses dados adquiridos alimentaram, então, um algoritmo de aprendizado supervisionado, uma rede neural implementado em Keras, framework para desenvolvimento de redes neurais em Python, treinando, por fim, um modelo de marcação.

**Palavras-chave:** robótica, aprendizado supervisionado, interface gráfica, Qt, Keras.

## 1. INTRODUÇÃO

A ITAndroids é uma equipe de alunos do ITA, supervisionada por um professor, que participa de diversas competições de robótica nacionais e internacionais. Uma das categorias em que a ITAndroids participa é a do robô humanoide simulado, que consiste em desenvolver um time de robôs simulados capazes de jogar futebol. Esta tarefa envolve uma série de desafios complexos que variam desde a movimentação do robô até a sua tomada de decisões.

Nesse sentido de estratégia e tomada de decisões, tem-se a questão de marcação de oponentes que estejam ofensivamente perigosos durante a partida. No futebol de robôs humanóides simulados, a marcação de oponentes pode ser muito crucial em uma partida, melhorando significativamente a defesa de um time. Essa marcação consiste em implementar um algoritmo que consiga utilizar o planejamento de trajetórias do robô de forma a dificultar que oponentes em situações de vantagem façam gols. Isso traz um desafio: decidir quais são esses jogadores adversários que estão em situação mais privilegiada em um determinado instante e deveriam ser marcados por agentes aliados.

### 1.1 Interface Gráfica de Aquisição de Conhecimento Humano

Grande parte do projeto se trata da ferramenta de interface gráfica que vai captar o conhecimento humano e formar o dataset da inteligência artificial. O intuito é fazer um compilado das ideias inconscientes acerca de quais oponentes deveriam ser marcados, para posteriormente automatizar o processo por meio da inteligência artificial, indo além das condições heurísticas utilizadas atualmente no time da ITAndroids.

Para resolver esse problema, então, foi feito a interface em Qt de C++. Nessa interface, o usuário pode interagir com quadros da tela da partida fornecidos periodicamente, clicando nos jogadores a serem marcados, montando, assim, o dataset de oponentes marcáveis.

## 1.2 Rede Neural de Classificação com Aprendizado Supervisionado

Os dados adquiridos a partir da interação do usuário - membro da ITAndroids - com a interface gráfica são intencionados a alimentar um algoritmo de classificação com aprendizado supervisionado, a fim de tentar automatizar esse processo de marcação com conhecimento humano.

Esse algoritmo foi escolhido dessa forma pela própria natureza do problema. Classifica-se cada um dos oponentes em dois tipos discretos (marcado ou não marcado), e a inteligência deve ser capaz de, para novas entradas (novas posições dos 22 jogadores e da bola, ainda sem classificação), vinculá-las a uma dessas classes pré-definidas. Isso é feito dando à inteligência acesso a informações como entradas e saídas esperadas, treinando-a como se por através de um "professor", objetivando-se encontrar a função que leva das entradas às saídas.

Na implementação dessa rede neural, foi utilizado a framework Keras, em Python, e, com essa rede, foi treinado um modelo de marcação.

Etapas importantes também inerentes a esse treinamento de modelo foram: pré-processamento dos dados provenientes da interface, geração de gráficos para análise das performances da rede e processamento dos resultados do algoritmo de aprendizado.

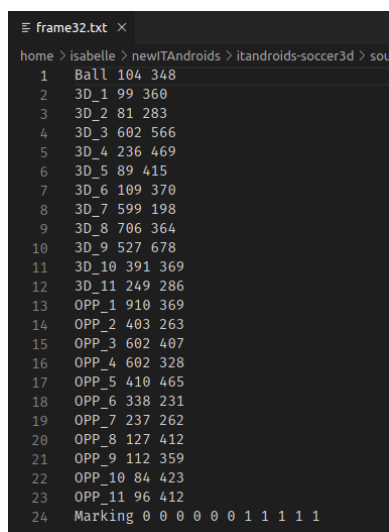
## 2. RESULTADOS OBTIDOS

Todas as ferramentas foram desenvolvidas com sucesso.

### 2.1 Interface Gráfica de Aquisição de Conhecimento Humano

Com o uso da plataforma Qt, foi desenvolvida esta ferramenta.

Ela utiliza arquivos de texto (.txt) como entrada e gera como saída alterações nesse mesmo arquivo de texto. Esses arquivos apresentam as posições dos 22 jogadores e da bola, além de um vetor de zeros e uns (1 para oponente marcado e 0 para não marcado). A Figura 1 trata-se de um desses arquivos.



```
frame32.txt
home > isabelle > newITAndroids > itandroids-soccer3d > sou
1 Ball 104 348
2 3D_1 99 360
3 3D_2 81 283
4 3D_3 602 566
5 3D_4 236 469
6 3D_5 89 415
7 3D_6 109 370
8 3D_7 599 198
9 3D_8 706 364
10 3D_9 527 678
11 3D_10 391 369
12 3D_11 249 286
13 OPP_1 910 369
14 OPP_2 403 263
15 OPP_3 602 407
16 OPP_4 602 328
17 OPP_5 410 465
18 OPP_6 338 231
19 OPP_7 237 262
20 OPP_8 127 412
21 OPP_9 112 359
22 OPP_10 84 423
23 OPP_11 96 412
24 Marking 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1
```

Figura 1: Arquivo de entrada da interface. No exemplo, esse arquivo se trata do 32º frame analisado.

A interação na interface se dá clicando no oponente a ser marcado, o que automaticamente altera o vetor de 0s e 1s do arquivo de entrada, além da coloração do jogador (de vermelho para verde) para fins de visualização. A ferramenta também possui quatro botões:

- prevFrame: Apresenta a visualização do frame anterior.
- nextFrame: Apresenta a visualização do frame seguinte.
- unmarkAll: Desmarca todos os oponentes do frame atual.
- confirm: Atualiza o arquivo de entrada para o caso de o usuário ter desmarcado todos os oponentes.

Pode visualizar a aparência da ferramenta de interface gráfica desenvolvida na Figura 2.

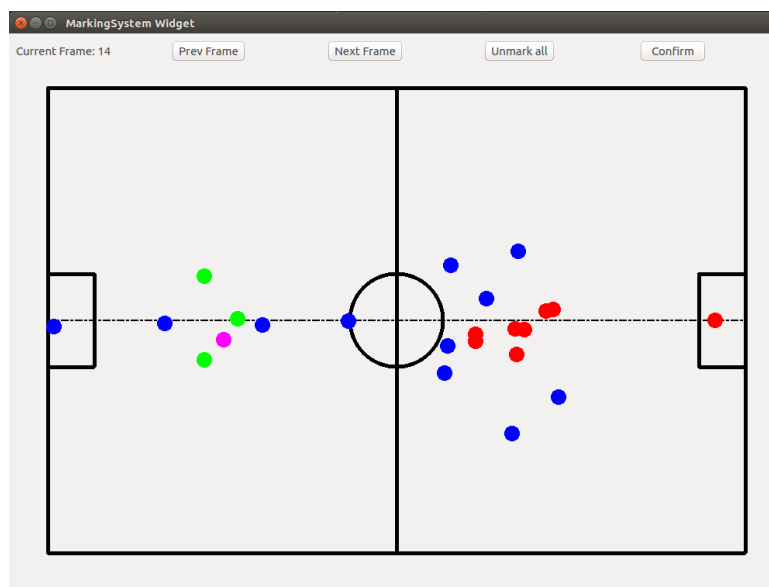


Figura 2: Aparência da ferramenta de interface gráfica, com alguns oponentes marcados. Jogadores aliados são azuis, oponentes são vermelhos e passam a ser verdes caso sejam marcados. A bola é rosa. No exemplo, esse arquivo se trata do 14º frame analisado.

## 2.2 Rede Neural de Classificação com Aprendizado Supervisionado

O artigo deve ser digitado em papel tamanho A4, usando fonte Times New Roman, tamanho 10, exceto para o título, nomes dos autores, instituição, endereço, resumo e palavras-chave, que têm formatações específicas indicadas acima. Espaço simples entre linhas deve ser usado ao longo do texto.

O corpo de texto que contém o título deve ser centralizado, em parágrafo com recuo esquerdo de 0,1 cm e marcado com borda esquerda de largura  $2\frac{1}{4}$  pontos.

O corpo de texto que contém os nomes de autores e de instituições devem ser alinhados à esquerda, em parágrafo com recuo esquerdo de 0,1 cm e marcados com borda esquerda de largura  $2\frac{1}{4}$  pontos.

A primeira página deve ter margem superior igual a 5 cm, e todas as outras margens (esquerda, direita e inferior) iguais a 2 cm. Todas as demais páginas do trabalho devem ter todas as suas margens iguais a 2 cm.

### **NÃO NUMERAR AS PÁGINAS.**

**QUANDO SUBMETER O TRABALHO PELA PRIMEIRA VEZ EM PDF, OS NOMES DOS AUTORES E AFILIAÇÕES DEVEM SER SUPRIMIDOS. INCLUA APENAS O CÓDIGO DO RESUMO, O QUAL FOI FORNECIDO NO E-MAIL DE ACEITAÇÃO DO SEU RESUMO, MANTENDO O ESPAÇO ORIGINAL DESTINADO AOS NOMES DOS AUTORES E AFILIAÇÃO.**

## 2.3 Títulos e Subtítulos das Seções

Os títulos e subtítulos das seções devem ser digitados em fonte Times New Roman, tamanho 10, estilo negrito, e alinhados à esquerda. Os títulos das seções são com letras maiúsculas (Exemplo: **MODELO MATEMÁTICO**), enquanto os subtítulos só têm as primeiras letras maiúsculas (Exemplo: **Modelo Matemático**). Eles devem ser numerados, usando numerais arábicos separados por pontos, até o máximo de 3 subníveis. Uma linha em branco de espaçamento simples deve ser incluída acima e abaixo de cada título ou subtítulo.

## 2.4 Corpo do Texto

O corpo do texto é justificado e com espaçamento simples. A primeira linha de cada parágrafo tem recuo de 0,6 cm a partir da margem esquerda.

As equações matemáticas são alinhadas à esquerda com recuo de 0,6 cm. Elas são referidas como "Eq. (1)" no meio de uma frase, ou "Equação (1)" quando usada no início de uma sentença. Os números das equações são numerais arábicos colocados entre parênteses, e alinhados à direita, como mostrado na Eq. (1).

Os símbolos usados nas equações devem ser definidos imediatamente antes ou depois de sua primeira ocorrência no texto. (Maximo, 2015)

O tamanho da fonte usado nas equações deve ser compatível com o utilizado no texto. Todos as grandezas físicas

devem ter suas unidades expressas no sistema S.I. (métrico).

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

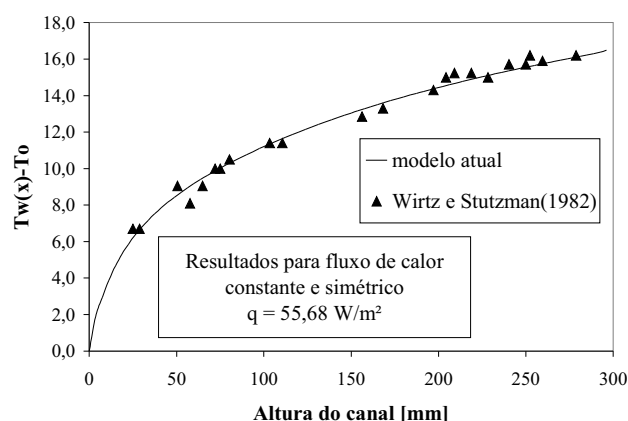
As tabelas devem ser centralizadas. Elas são referidas por "Tab. 1" no meio de uma frase, ou por "Tabela 1" quando usada no início de uma sentença. A legenda deve ser centralizada e localizada imediatamente acima da tabela. Anotações e valores numéricos nela incluídos devem ter tamanhos compatíveis com o da fonte usada no texto do trabalho, e todas as unidades devem ser expressas no sistema S.I. (métrico). As unidades são incluídas apenas na primeira linha ou primeira coluna de cada tabela, conforme for apropriado. As tabelas devem ser colocadas tão perto quanto possível de sua primeira citação no texto. Uma linha em branco, em espaço simples, deve ser introduzida entre a tabela, seu título e o texto.

O estilo de borda da tabela é livre. As legendas das Figuras e das Tabelas não devem exceder 3 linhas.

**Tabela 1: Resultados experimentais para as propriedades de flexão dos materiais MAT1 e MAT2. Valores médios obtidos em 20 ensaios.**

Propriedades do compósito	CFRC-TWILL	CFRC-4HS
Resistência à Flexão (MPa)	209 ± 10	180 ± 15
Módulo de Flexão (GPa)	57.0 ± 2.8	18.0 ± 1.3

As figuras devem ser centralizadas. Elas são referenciadas por "Fig. 1" no meio de uma frase ou por "Figura 1" quando usada no início de uma sentença. Sua legenda deve ser centralizada e localizada imediatamente abaixo da figura. As anotações e numerações devem ter tamanhos compatíveis com o da fonte usada no texto, e todas as unidades devem ser expressas no sistema S.I. (métrico). As figuras devem ser colocadas o mais próximo possível de sua primeira citação no texto. Deve ser deixada uma linha em branco, de espaçamento simples, entre as figuras e o texto.



**Figura 3: Comparação entre os resultados do presente modelo com os resultados experimentais de Wirtz e Stutzman (1982).**

Figuras coloridas e fotografias de alta qualidade podem ser incluídas no trabalho. Para reduzir o tamanho do arquivo e preservar a resolução gráfica, os arquivos das imagens devem ser convertidos para o formato GIFF (para figuras com até 16 cores) ou para o formato JPEG (alta densidade de cores), antes de serem inseridos no trabalho.

A citação das referências no corpo do texto pode ser feita nos formatos: "Bordalo *et al.* (1989) mostra que o corpo...", ou: "Vários trabalhos (Coimbra, 1978; Clark, 1986 e Sparrow, 1980) mostram que a rigidez...".

Referências aceitas incluem: artigos de periódicos, dissertações, teses, artigos publicados em anais de congressos, livros, comunicações privadas e artigos submetidos e aceitos (com fonte identificada) e citações a páginas da internet.

A lista de referências deve ser uma seção específica denominada Referências, localizada no fim do artigo.

A primeira linha de cada referência deve ser alinhada à esquerda; todas as outras linhas têm recuo de 0,6 cm da margem esquerda. Todas as referências incluídas na lista devem aparecer como citações no texto do trabalho.

As referências devem ser postas em ordem alfabética, usando o último nome do primeiro autor, seguida do ano da publicação. Exemplo da lista de referências é apresentado abaixo.

### 3. AGRADECIMENTOS

Se houver, esta seção deve ser colocada antes da lista de referências.

#### 4. REFERÊNCIAS

- Bordalo, S.N., Ferziger, J.H. and Kline, S.J., 1989. “The development of zonal models for turbulence”. In *Proceedings of the 10th Brazilian Congress of Mechanical Engineering*. ABCM, Rio de Janeiro, Brazil, Vol. 1, pp. 41–44.
- Clark, J.A., 1986. Private communication, University of Michigan, Ann Harbor.
- Coimbra, A.L., 1978. *Lessons of Continuum Mechanics*. Ed. Edgard Blücher, São Paulo, Brazil. 428 p.
- Maximo, M., 2015. *SBAI - Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*.
- Sparrow, E.M., 1980. “Forced convection heat transfer in a duct having spanwise-periodic rectangular protuberances”. *Numerical Heat Transfer*, Vol. 3, pp. 149–167.

#### 5. RESPONSABILIDADE AUTORAIS

Os trabalhos escritos em português ou espanhol devem incluir (após direitos autorais) título, os nomes dos autores e afiliações, o resumo e as palavras chave, traduzidos para o inglês e a declaração a seguir, devidamente adaptada para o número de autores.

O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho.