

1. Contextualização do problema

Sim, sou um robô. Não um robô qualquer; sou um robô da equipe de futebol da FEI, aquela que meus humanos insistem em chamar de futebol de robôs. Tudo bem, quando a singularidade tecnológica vier, eu e meus irmãos, mostrados na figura 1, poderemos nos divertir assistindo um pouco de futebol de humanos.

Figura 1. Robôs das categorias KidSize Humanoid e Small Size.



Fonte: Blog da FEI <<http://www.blogdafei.com.br/?p=3409>>.

Enquanto isso, estou aqui no campo com um problema que minha brilhante inteligência artificial ainda não consegue resolver e vou precisar de uma ajuda dos meus queridos humanos.

Depois de um bate-rebate perto do gol da equipe adversária, a bola está sobrando e eu não estou muito longe dela. Se eu conseguir alcançá-la, poderei marcar o primeiro gol da minha carreira. É a minha vez. Sai da frente!

Meus sensores e meus sistemas para identificação e localização de objetos são capazes de determinar com bastante precisão tanto a minha posição (x e y) no campo quanto a posição da bola (x e y) a cada 20 ms. Sou bom de chute; só preciso que vocês, humanos, me ajudem a encontrar o melhor caminho até a bola e fazer um gol de cobertura. O resto eu mesmo faço.

2. Objetivo do projeto

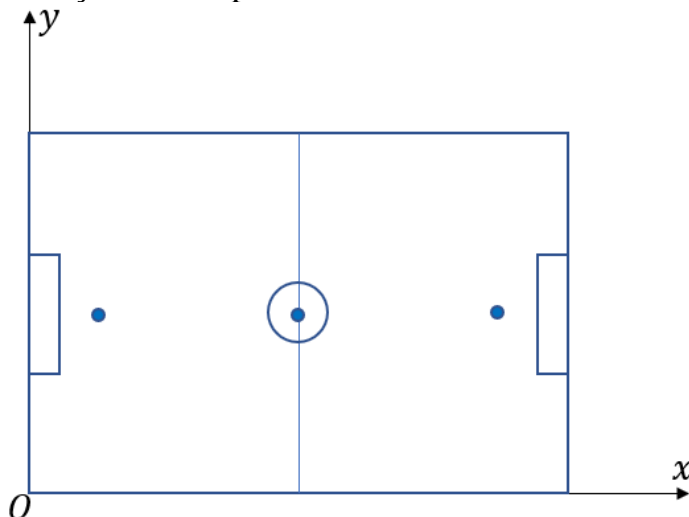
O que sua equipe deve fazer é escrever um programa, na linguagem que de sua preferência, que consiga determinar uma trajetória de interceptação para o robô, isto é, uma trajetória que permita que o robô encontre a bola enquanto ela ainda está em campo.

O que significa encontrar a bola? Significa que a distância entre o robô e a bola é menor do que o raio de interceptação R , que caberá a vocês escolherem (*e justificarem a escolha*).

Sua equipe receberá um arquivo chamado **trajetoria_bola.dat** contendo a posição da bola (coordenadas x e y) a cada 20 ms e uma posição inicial para o robô.

O arquivo **trajetoria_bola.dat** conterà até o último ponto em que a bola ainda estará em campo. A posição inicial do robô será sorteada quando sua equipe for demonstrar o funcionamento do programa, mas estará sempre a menos de 1,0 m de distância da posição inicial da bola. Todas as coordenadas serão sempre fornecidas em relação ao sistema de eixos mostrado na figura 2.

Figura 2. Ilustração do campo de futebol de robôs e do sistema de eixos.



Pode ser importante saber que o campo de futebol de robôs é um retângulo de $9,0\text{ m} \times 6,0\text{ m}$, que cada área é um retângulo de $0,5\text{ m} \times 1,0\text{ m}$ e que as marcas de pênalti ficam a $2,0\text{ m}$ das linhas de fundo, como mostrado na figura 2.

Na solução do problema, sua equipe não deve esquecer que robôs também estão sujeitos a diversos limites físicos e de engenharia. Assim a aceleração do robô deve ser limitada a $a_{\text{máx}}$ e a velocidade do robô deve ser limitada a $v_{\text{máx}}$. Caberá a sua equipe escolher valores razoáveis para estes dois parâmetros (*e justificar as escolhas*).

Quanto ao programa que sua equipe desenvolverá, há algumas condições. A primeira condição é que sua equipe deverá fornecer o código fonte do programa além de um arquivo executável compatível com *Windows 7*, que é o sistema operacional disponível nos laboratórios de informática, exceto se sua equipe optar por resolver o problema usando uma ferramenta computacional como *Matlab* ou outra ferramenta computacional disponível nos laboratórios de informática; neste caso, bastará fornecer o código fonte e demonstrar seu funcionamento na ferramenta computacional escolhida.

A segunda condição é que a saída do programa deve ser composta por, no mínimo, os seguintes gráficos:

1. Gráfico das trajetórias da bola e do robô em um plano xy , até o ponto de interceptação;
2. Gráfico das coordenadas x e y da posição da bola e do robô em função do tempo t até o instante de interceptação;
3. Gráfico dos componentes v_x e v_y da velocidade da bola e do robô em função do tempo t até o instante de interceptação;
4. Gráfico dos componentes a_x e a_y da aceleração da bola e do robô em função do tempo t até o instante de interceptação;
5. Gráfico da distância relativa d entre o robô e a bola como função do tempo t até o instante de interceptação;

Para evitar a poluição visual da tela, estes gráficos não precisam ser mostrados simultaneamente, mas deve ser possível acessá-los com facilidade.

3. Aprofundamento

Cientistas da computação de meia tigela já ficariam satisfeitos com esta solução básica, mas **feianos** querem sempre mais. Como aprofundamento do projeto sua equipe pode, por exemplo:

1. Introduzir vetores que representam a velocidade e a aceleração do robô e da bola no gráfico das trajetórias de seu programa;
2. Incrementar a saída do programa com opções para exibição de outras informações cinemáticas ou dinâmicas relevantes;
3. Incorporar a condição que a velocidade relativa entre a bola e o robô seja pequena no ponto de interceptação para que seja possível dominar a bola;
4. Investigar o que acontece com a trajetória de interceptação proposta quando o raio de interceptação R é reduzido;
5. Investigar como otimizar a trajetória de interceptação obtendo interceptação no menor tempo possível ou com a menor velocidade relativa possível ou qualquer outra condição ótima relevante;

6. Incrementar a saída do programa usando um game engine para uma simulação mais atrativa do ponto de vista visual e, eventualmente, mais realista do ponto de vista físico.

Sua equipe não precisa se limitar a estas propostas. Se perceber um tema em que é possível aprofundar este trabalho, desenvolva uma proposta, informe sua professora e peça orientação.

4. Critérios de avaliação

As tabelas 1 e 2 indicam os critérios de avaliação que serão usados nas duas etapas do projeto. A sistemática de avaliação será explicada pela professora.

Tabela 1. Critérios de avaliação da etapa inicial do projeto

Critério	Pontuação máxima
Aspectos técnicos (evidenciou domínio técnico no assunto do projeto; explicitou adequadamente as hipóteses realizadas; explicou claramente os conceitos, os métodos, as equações e as técnicas necessárias para compreender o problema e sua solução; consultou fontes de informação confiáveis)	3
Clareza da apresentação	3
Planejamento (apresentou planejamento que permita prever a conclusão do trabalho identificando ações, prazos e responsáveis; manteve contato periódico com a professora desde o início do desenvolvimento do projeto, fazendo consultas, detalhando hipóteses e enviando resultados parciais)	4

Tabela 2. Critérios de avaliação da etapa final do projeto

Critério	Pontuação máxima
Aspectos técnicos (evidenciou domínio técnico no assunto do projeto; explicitou adequadamente as hipóteses realizadas; explicou claramente os conceitos, os métodos, as equações e as técnicas necessárias para compreender o problema e sua solução; detalhou suficientemente o desenvolvimento da solução; apresentou uma solução embasada tecnicamente usando corretamente a física, a matemática e a computação relevantes, com estimativas razoáveis e bem explicadas; comparou os resultados obtidos com casos reais e analisou as eventuais diferenças percebidas; consultou fontes de informação confiáveis)	5
Clareza da apresentação	3
Aprofundamento	2