



Otimização de parâmetros por meio de Algoritmos Evolutivos em Futebol de Robôs

Igor Mourão Ribeiro, Celso Hirata, Marcos Máximo

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, Brasil

Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC)

XXIV Encontro de Iniciação Científica - ENCITA

Resumo

Neste trabalho, é projetado e implementado um algoritmo para a otimização de parâmetros de um time composto por três robôs diferenciais da categoria Very Small Size Soccer (VSSS), como visto na Figura 2, para competir pelo ITA, por meio da equipe ITAndroids, em competições nacionais. O objetivo desse trabalho é utilizar algoritmos evolutivos para, por meio da criação de métricas e testes automatizados para medir o desempenho do time de robôs em diversas situações de jogo, fazer a otimização de parâmetros relevantes, como os relativos ao planejamento de trajetória.

Para isso, foi inicialmente selecionado o método Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy (CMA-ES) para a otimização de parâmetros e foi implementado em Matlab, visto em *Grant et al.* (2008). Em seguida, foi realizada a escolha e codificação das métricas a serem utilizadas para medir o desempenho de uma determinada situação de jogo. Após isso, foi otimizado e testado os parâmetros relativos ao planejamento de trajetória em simulações.

Dos resultados obtidos, conclui-se que o projeto alcançou bons resultados, especialmente quanto ao primeiro lugar obtido pela equipe do ITA na Competição Brasileira de Robótica 2018, classificação mais alta da história nessa categoria. O algoritmo mostrou que o planejamento de trajetórias da equipe, em conjunto com o controle do robô, estavam muito precisos, fato que concedeu à equipe uma vantagem decisiva na competição.

Descrição do problema

O método utilizado no estudo para a otimização de parâmetros foi o CMA-ES, embasada em *Urieli et al.* (2011). O CMA-ES é um algoritmo evolutivo, que os novos indivíduos a serem gerados são escolhidos com base em uma distribuição gaussiana de múltiplas dimensões. A nova população será gerada a partir da média dos melhores indivíduos da população anterior, em combinação com uma perturbação gaussiana estocástica.

O planejamento de trajetória do time é o Univector Field, visto em *Lim et al.* (2008). O problema a ser resolvido é: como chegar de um ponto inicial a um ponto destino dentro do campo, desviando de obstáculos e considerando as limitações de controle e físicas do robô.

Um simulador, desenvolvido pela própria equipe, foi utilizado para as otimizações, visto na Figura 3.

Resultados e Discussões

Após a execução do CMA-ES para o planejamento de trajetórias, obteve-se o gráfico da Figuras 1, que mostram a evolução da função de custo de uma determinada iteração do algoritmo. Nota-se que, de fato, o algoritmo de otimização tende a reduzir o valor do Fitness Cost à medida que o número de iterações aumenta.

As Figuras 4 e 5 mostram as trajetórias realizadas pelo robô antes e depois da otimização respectivamente. Nota-se, que, embora sejam semelhantes a trajetórias otimizada passa mais próxima da parede e é mais suave que a inicial, o que melhora muito o desempenho.

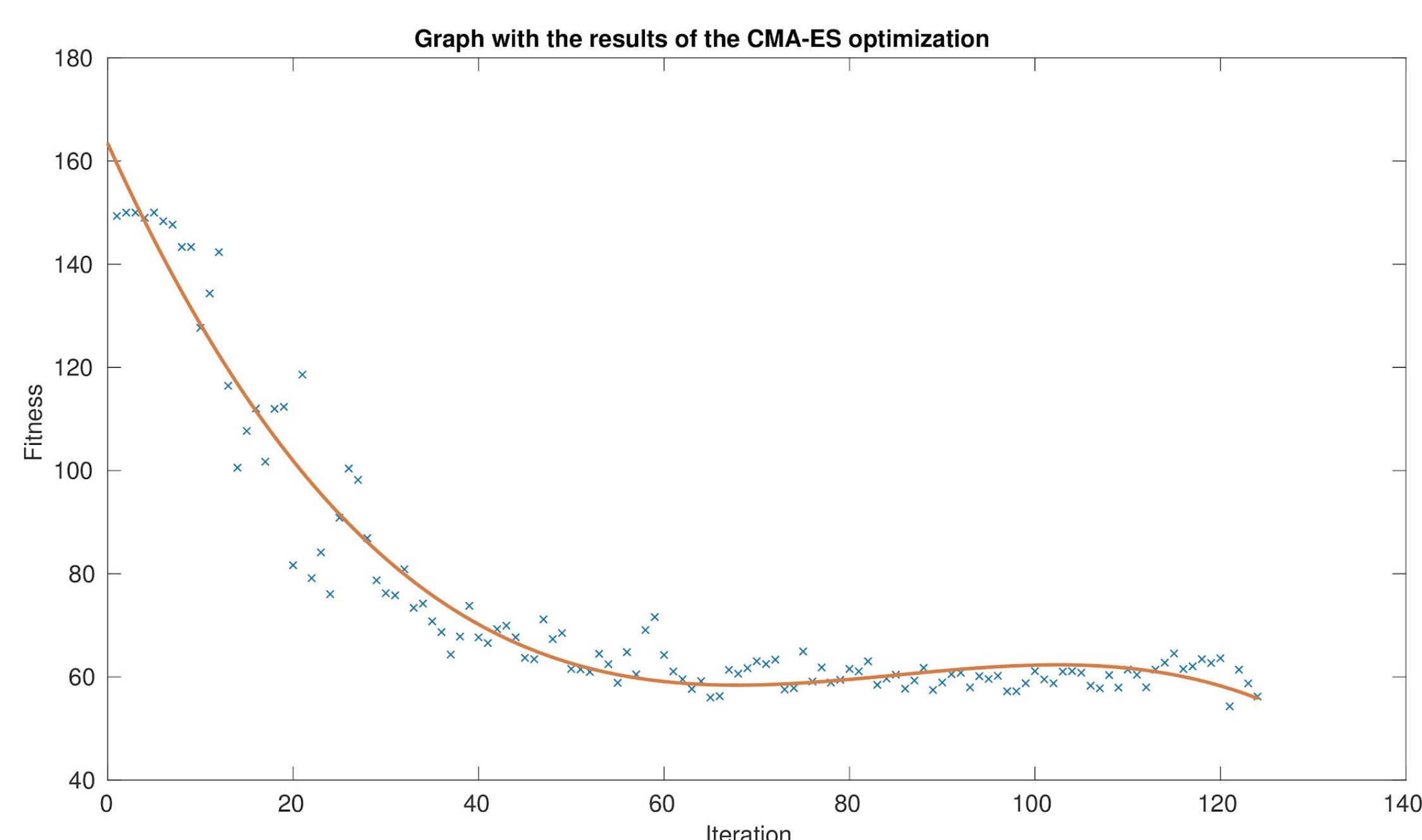


Figura 1. Fitness Cost em função do número de iterações



Figura 2. Robôs do ITA da categoria Very Small Size

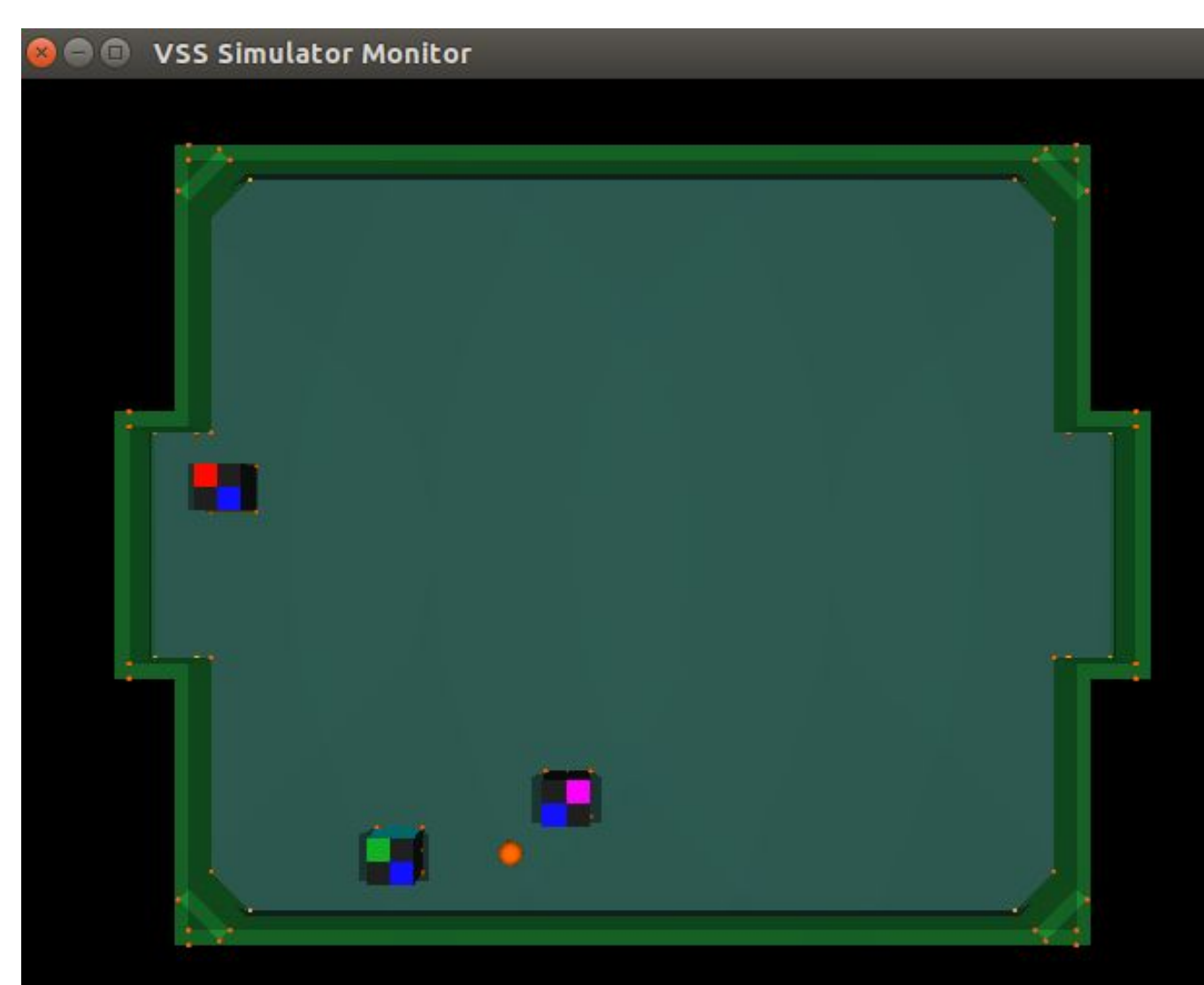


Figura 3. Simulador da ITAndroids usado nos testes

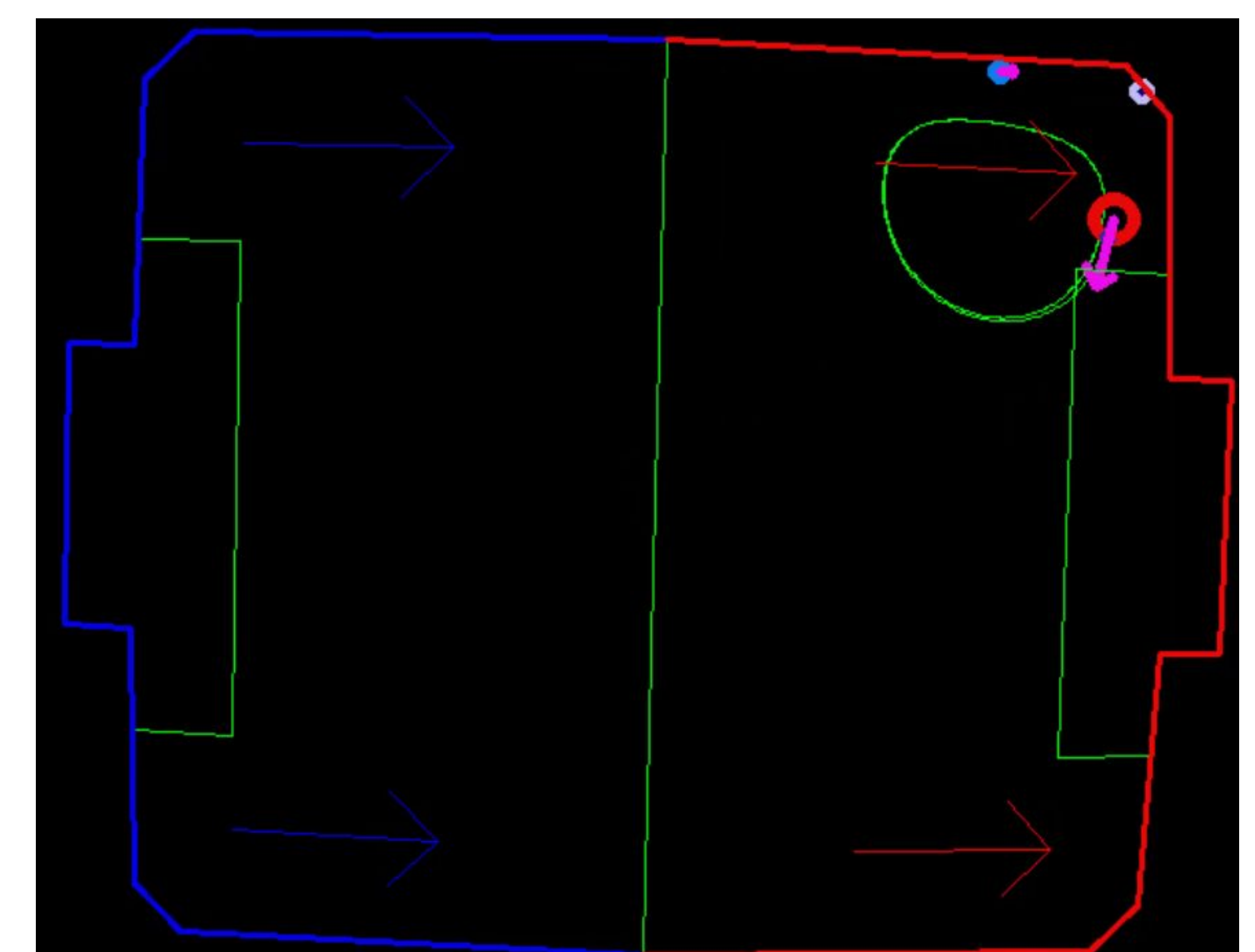


Figura 4. Trajetória antes da otimização

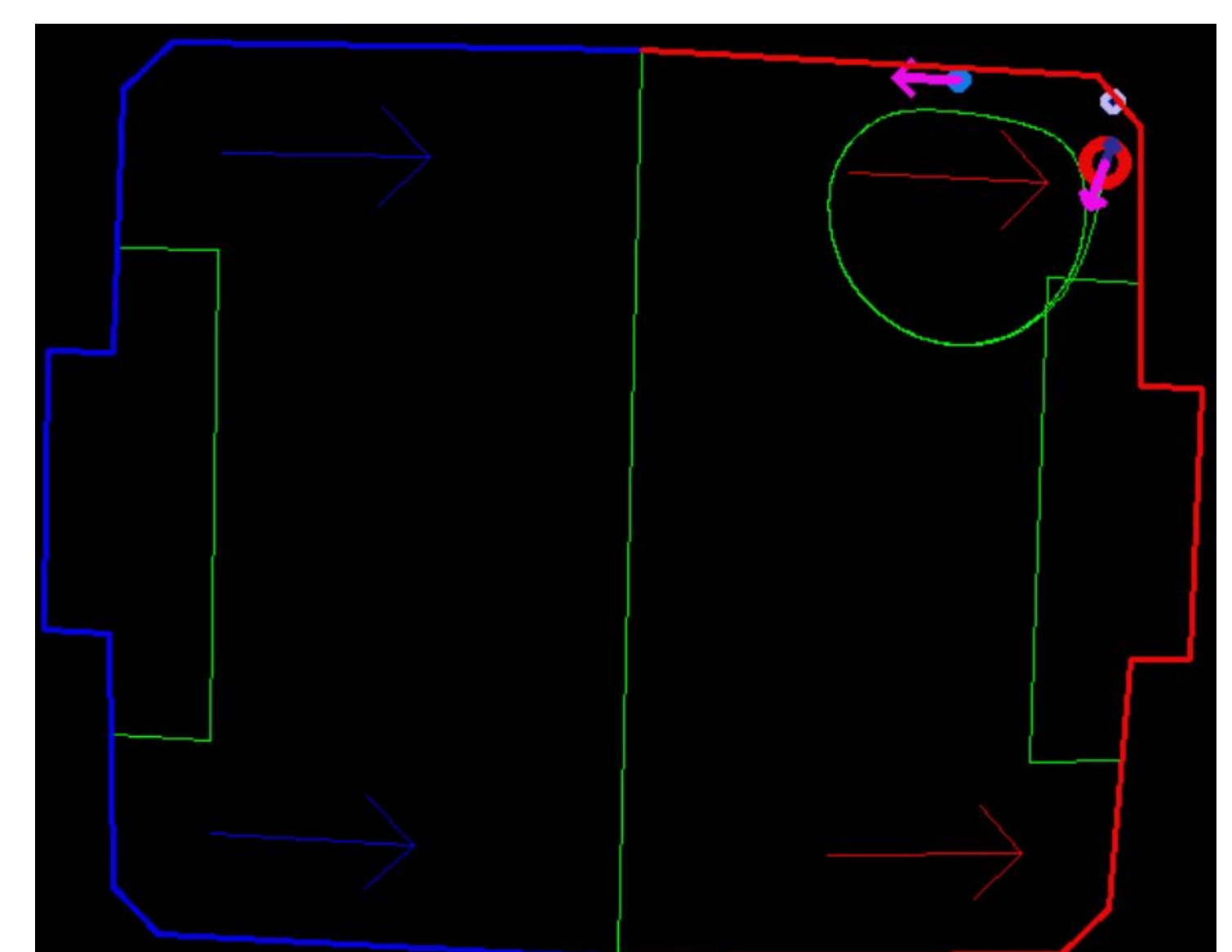


Figura 5. Trajetória otimizada

Referências

- CBR, 2008. http://www.cbrobotica.org/wp-content/uploads/2014/03/VerySmall2008_en.pdf.
- Grant, M., Boyd, S. and Ye, Y., 2008. "Cvx: Matlab software for disciplined convex programming".
- Hansen, N. and Ostermeier, A., 2001. "Completely derandomized self-adaptation in evolution strategies". *Evolutionary computation*, Vol. 9, No. 2, pp. 159–195.
- Kerger, F., 2010. *OGRE 3D 1.7 Beginner's Guide*. Packt Publishing Ltd.
- Koren, Y. and Borenstein, J., 1991. "Potential field methods and their inherent limitations for mobile robot navigation".
- In *Robotics and Automation*, 1991. *Proceedings., 1991 IEEE International Conference on*. IEEE, pp. 1398–1404.
- Lim, Y., Choi, S.H., Kim, J.H. and Kim, D.H., 2008. "Evolutionary univector field-based navigation with collision avoidance for mobile robot". In *Proc. 17th World Congress The International Federation of Automatic Control*, Seoul, Korea (July 2008).
- protobuf, 2018. <https://developers.google.com/protocol-buffers/docs/cpptutorial>.
- Urieli, D., MacAlpine, P., Kalyan Krishnan, S., Bontor, Y. and Stone, P., 2011. "On optimizing interdependent skills: A case study in simulated 3d humanoid robot soccer". In *The 10th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems-Volume 2*. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, pp. 769–776.
- Zickler, S., Laue, T., Birbach, O., Wongphati, M. and Veloso, M., 2009. "Ssl-vision: The shared vision system for the robocup small size league". In *Robot Soccer World Cup*. Springer, pp. 425–436.

Agradecimentos: ITA, CNPq