

AMBIENTE DE SIMULAÇÃO PARA O SUBSISTEMA DE PLANEJAMENTO DO ROBÔ MÓVEL EMMY III

Kaique Silva Gonçalves¹,
Wellington Batista de Sousa² e
Cláudio Rodrigo Torres³

Aluno da FATEC Adib Moisés Dib; e-mail: kaiques.goncalves@gmail.com¹
Professor da FATEC Adib Moisés Dib; e-mail: modernaif@gmail.com²
Professor da FATEC Adib Moisés Dib e da Universidade Metodista de São Paulo; email:
c.r.t@uol.com.br³

Área do Conhecimento: Ciências Exatas, da Terra e Engenharias I

Palavras-chave: Linguagens de Programação. Linguagem Java. Linguagem Python. Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial. Robô Móvel Autônomo.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos a área da robótica obteve avanços significativos. Projetos de veículos autônomos têm sido amplamente divulgados e grandes empresas têm concentrado recursos bilionários em tais empreendimentos. Companhias como Google e Amazon já não veem robôs autônomos como promessas para o futuro, mas, sim, como uma realidade no presente. Dessa forma, um projeto que merece grande destaque é o do Robô *Rover Curiosity*, da NASA, que mesmo estando distante, no planeta Marte, e enfrentando todo tipo de adversidade, obteve sucesso na realização de tarefas.

Para garantir uma interação estável entre software e hardware, obtendo uma navegação segura através de tomadas de decisões e de forma autônoma, além de testar teorias que serão utilizadas, protótipos têm sido submetidos a rigorosos testes para medir a integridade de seus componentes, principalmente quando defrontados com incertezas, contradições ou mesmo inconsistências. Percebe-se, portanto, que a fase de teste se torna fundamental em qualquer projeto.

Contudo, um questionamento surge diante das colocações apresentadas: como testar os códigos ou futuras ações realizadas por um robô autônomo a milhares de quilômetros de distância e entender suas decisões frente a diferentes tipos de obstáculos, sem que esse sofra ou cause algum dano?

A resposta para tal questionamento exige um aprofundamento no conhecimento das lógicas existentes e a programação envolvidas no robô. É frente a tal preocupação que este projeto visa esse estudo nos aspectos mencionados anteriormente. Para isso, o projeto está baseado no trabalho de doutorado intitulado “Sistema Inteligente Baseado na Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et para Controle e Navegação de Robôs Móveis Autônomos em um Ambiente Não Estruturado” de Torres (2010).

OBJETIVOS

É diante de tais constatações que o presente projeto propõe o desenvolvimento de um ambiente de simulação para o subsistema de planejamento do robô móvel autônomo, denominado de Emmy III, que atenda ao seguinte objetivo geral:

- um ambiente de simulação que auxilie no entendimento das futuras tomadas de decisões, fornecendo parâmetros de posições e possíveis rotas.

Ao mesmo tempo, espera-se que o projeto também alcance os seguintes objetivos específicos:

- estudar os diferentes tipos de linguagens de programação, entre elas Python e Java;
- desenvolver um ambiente de simulação para testar o sistema de orientação de um robô móvel autônomo¹;
- aperfeiçoar o sistema de planejamento da plataforma do Robô Emmy III; · estudar a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial.

METODOLOGIA

O ambiente de simulação para o subsistema de planejamento proposto no trabalho tem como intenção ser um elemento auxiliar ao sistema de controle do robô móvel autônomo Emmy III, robô este controlado com base na Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial (TORRES, 2010).

Tal ambiente de simulação deve ser capaz de analisar os dados fornecidos pelo usuário, tais como, ponto de partida e destino, processar as informações a partir de lógicas preestabelecidas, gerando possibilidades de rotas, tanto gráficas, como em arquivos txt, de forma que o robô possa executá-las, cumprindo a tarefa que lhe foi imposta. Entretanto, para a análise, gerenciamento dos dados e construções gráficas, utilizaremos duas linguagens de programação, Python e Java, uma vez que tais linguagens atendem aos requisitos do projeto. A seguir são apresentados aspectos gerais dessas linguagens.

Robô Emmy I

É um robô móvel autônomo capaz de desviar de obstáculos em um ambiente não estruturado. Foi o primeiro robô do mundo a funcionar com um controlador lógico paraconsistente (DA SILVA FILHO, TORRES & ABE, 2006). É constituído de uma plataforma de alumínio de formato circular de 30 cm de diâmetro e 60 cm de altura, projetado em módulos sobrepostos separados por função de cada um deles no sistema de controle (DA SILVA FILHO, 1999), (DA SILVA FILHO & ABE, 2001), (DA SILVA FILHO, TORRES & ABE, 2006).

O robô Emmy I reconhece o ambiente ao seu redor por meio de seus sensores de ultrassom, e gera para o sistema de controle uma tensão que pode variar de 0 a 5 volts, dependendo da presença ou não de um obstáculo em cada sensor.

O sistema de controle do robô Emmy I utiliza a lógica paraconsistente para tratar as informações recebidas através de seus sensores e assim tomar uma ação para desviar do obstáculo.

Robô Emmy II

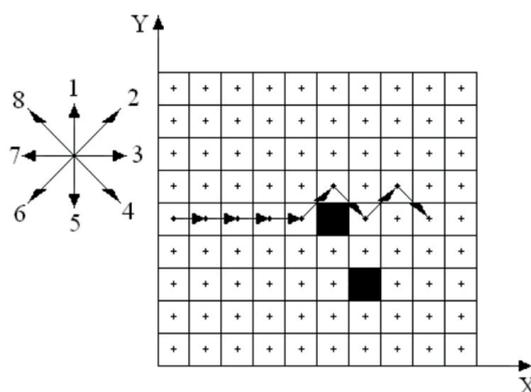
O robô Emmy II é um aperfeiçoamento do robô Emmy I. Possui, basicamente, as mesmas características que o seu antecessor, mas sua estrutura mecânica é mais compacta. Um microcontrolador é responsável por receber os sinais gerados pelos sensores de ultrassom, manipulando-os segundo o algoritmo Para-analisador e acionar os motores (TORRES, ABE, LAMBERT-TORRES, 2005), (TORRES, ABE, LAMBERT-TORRES, 2007), (TORRES & BOMBACINI, 2007).

Robô Emmy III

O robô Emmy III corresponde a um robô móvel autônomo com um sistema de controle e navegação. Seu funcionamento está baseado no emprego da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial, sendo que esse sistema permite que o robô encontre um destino pré-determinado e se localize em um ambiente não estruturado, podendo, por exemplo, desviar de obstáculos (TORRES, 2010).

Esse sistema é dividido em três subsistemas: Subsistema de Sensoriamento, Subsistema Mecânico e Subsistema de Planejamento. Chama-se Subsistema Mecânico a estrutura física do robô. O Subsistema de Planejamento é o responsável por gerar a sequência de ações que a estrutura mecânica deve realizar, para sair de uma posição origem e alcançar a posição destino. O Subsistema de Planejamento mapeia o ambiente em torno do robô, dividindo-o em coordenadas, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Sequência gerada por um Subsistema de Planejamento.



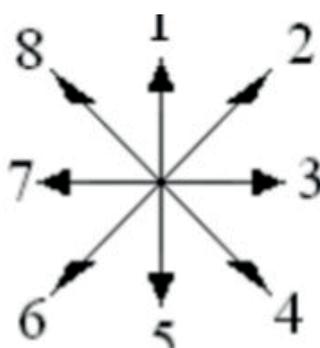
O Subsistema de Sensoriamento é o responsável por informar ao Subsistema de Planejamento quais as coordenadas estão obstruídas. Ele faz a leitura do ambiente em que o Emmy III se encontra, e essas informações são enviadas a um Banco de Dados. Utilizando esses dados, o sistema divide o ambiente em células, a fim de identificar seus limites e obstáculos para que o Subsistema de Planejamento defina uma rota. Essa rota é formada por uma sequência de movimentos e é transmitida ao Subsistema Mecânico que é responsável por sua execução, fazendo com que o robô alcance seu objetivo.

Interface para Simulação do Sistema de Planejamento do Robô Emmy III

A interface proposta neste projeto foi criada para auxiliar a fase de testes do Sistema de Navegação do Emmy III. O teste consiste na inserção das coordenadas de início e fim do trajeto, e então, o algoritmo calcula a rota que deve ser seguida para se locomover de um ponto a outro. O projeto apresenta dois objetivos principais: a interface de simulação e o seu processamento. A interface de simulação é a maneira como o usuário deve interagir com o sistema e visualizar os resultados dos testes, que consiste no plano cartesiano gerado pelo algoritmo. O processamento da interface utiliza as coordenadas para a geração da sequência de movimentos, que representa a rota que conecta os pontos de início e fim do trajeto que deverá ser seguida pelo robô.

Uma sequência numérica é utilizada para identificar o caminho que o Subsistema Mecânico deve seguir, sendo que cada número corresponde a uma possibilidade de movimento como apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Possibilidades de Movimentos



A lateral esquerda da interface (Figura 3 - Protótipo Inicial do Sistema) contém o menu que deve permitir a inserção das coordenadas e o acesso às ações do sistema, como *play* e *reset*.

Nessa versão, o usuário informa as coordenadas arrastando os ícones do robô e da bandeira para o ambiente de simulação. Na versão final, uma simples caixa de texto é utilizada para que as coordenadas de início e fim sejam informadas.

Assim que o *play* é acionado, o sistema exibe os resultados do teste graficamente no ambiente de simulação, representado pela área quadriculada, e em forma de texto no log de operações, localizado no rodapé da interface. O comando *reset* deve ser utilizado a qualquer momento para limpar essas áreas e iniciar outra simulação.

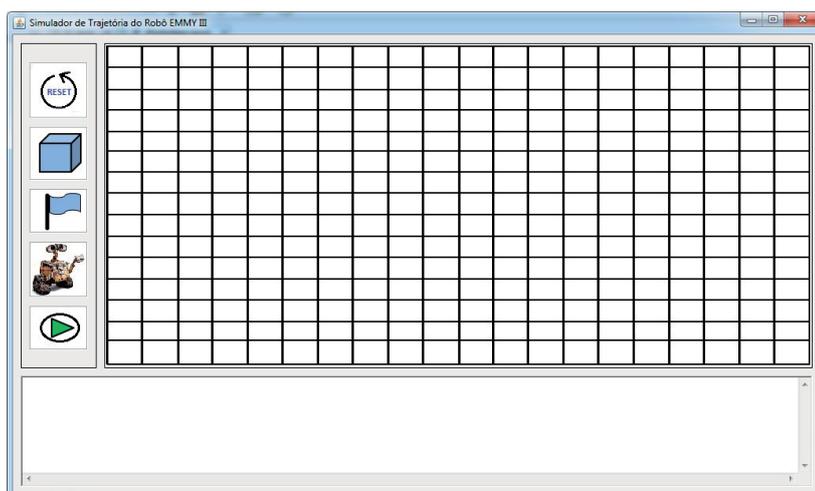
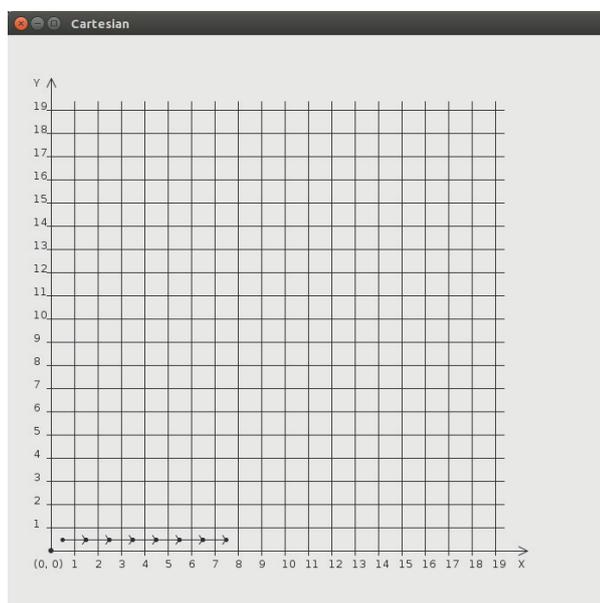


Figura 3 – Protótipo Inicial do Sistema

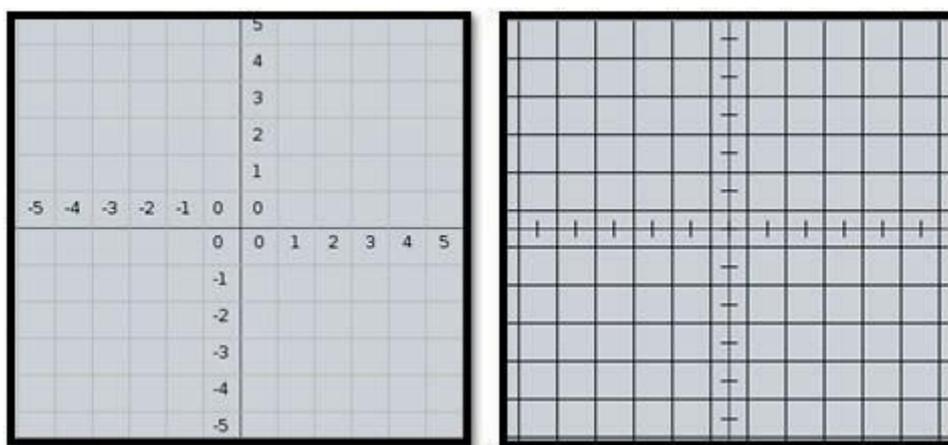
Utilizando o Graphics2D (ORACLE, 2016), o desenho de um quadrante do plano cartesiano foi realizado como teste para entender como a classe funcionaria e como poderia ser utilizada no contexto do projeto. A Figura 4 apresenta a primeira versão do plano cartesiano desenvolvido com Graphics2D. Seguindo um tipo de metodologia orientada a teste e, levando em consideração os resultados positivos, é possível implementar a ferramenta para o desenvolvimento do projeto.

Figura 4 – Primeira versão do Plano Cartesiano



A Figura 5 apresenta o plano cartesiano que foi desenvolvido com a replicação dos eixos apresentados no plano cartesiano de teste na Figura 3, e compara com aquele apresentado na documentação de Torres (2010) que serviu de base para os requisitos dessa interface de simulação.

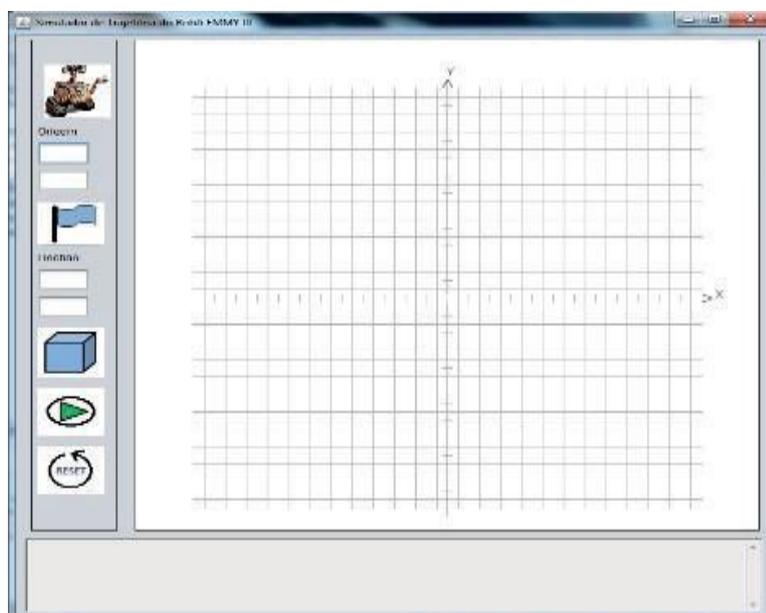
Figura 5 – Plano cartesiano desenvolvido (esq.) e o material consultado (dir.)



Com a classe responsável pelo desenho do ambiente de simulação finalizada, o ponto seguinte foi a construção da classe responsável pelos movimentos do Emmy III. Para isso, a sequência numérica deve ser gerada através da leitura de coordenadas do ponto de início e fim de trajeto (X e Y), onde o algoritmo tem conhecimento do movimento que cada número representa (Figura 2). O algoritmo responsável pela construção do gráfico traça o trajeto no sentido determinado pela numeração gerada, sendo que o objetivo é que a simulação apresente o melhor caminho para chegar ao seu destino dentro do ambiente de simulação.

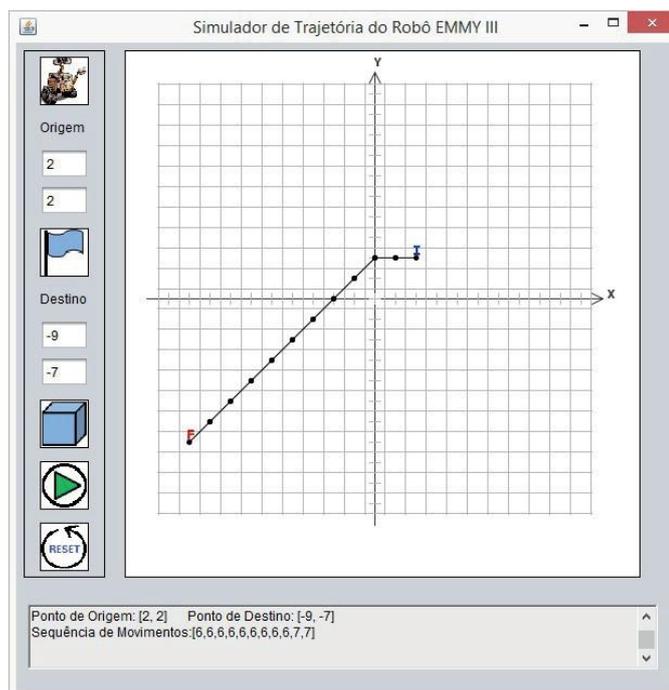
A interface apresentada na Figura 6 é o resultado de algumas mudanças, feitas a partir do protótipo, com o objetivo de atender as funcionalidades que foram definidas na fase de planejamento. Somente com todos os requisitos atendidos, que é possível encaminhar o sistema para a fase de testes funcionais.

Figura 6 – Interface Gráfica com a inserção manual de dados



A Figura 7 apresenta a versão final da interface, que consiste na geração de um plano cartesiano escalável baseado nos dados de entrada, rótulo de identificação para os pontos de início (“I”) e fim (“F”) de trajeto e um log de operações.

Figura 7 – Interface Final



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa interface de simulação representa o cérebro do Sistema de Navegação do Robô Emmy III, ela interliga todos os Subsistemas e a base de dados. Ela cria a oportunidade para que outras equipes possam desenvolver projetos com os demais subsistemas e integrar tudo em um ambiente simulado antes de implantar no robô físico. Esse tipo de simulação permite o aprimoramento do algoritmo utilizado, visto que não é preciso uma plataforma física para entender como o robô deve se comportar em um ambiente não estruturado e testar as diferentes possibilidades de movimentos.

CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos é possível afirmar que as atividades descritas nesse artigo foram suficientes para desenvolver um sistema que atende aos requisitos identificados na fase de planejamento. Apesar de não ser o foco desse artigo, a documentação desenvolvida também foi essencial tanto para esse projeto, como para eventuais atualizações, visto que todas as informações relevantes para ambos os casos foram registradas para servir de referência para outras equipes e interessados no projeto.

O próximo passo deste projeto seria acrescentar a possibilidade do ambiente onde robô se encontra conter obstáculos. Neste caso, o sistema deverá utilizar a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DA SILVA FILHO, J. I. Métodos de aplicações da lógica paraconsistente anotada com anotação com dois valores LPA2v com construção de algoritmo e implementação de circuitos eletrônicos. 1999. 115 fl. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

DA SILVA FILHO, J. I. & ABE, J. M. Emmy: a paraconsistent autonomous mobile robot, in Logic, Artificial Intelligence, and Robotics. In: 2 ND CONGRESS OF LOGIC APPLIED TO TECHNOLOGY – LAPTEC’2001. In: ABE, J.M.; DA SILVA FILHO, J. I. [eds.] Frontiers in Artificial Intelligence and Its Applications. Amsterdam/Tokyo: IOS Press/Ohmsa, v. 71, p. 53-61, 287, 2001.

DA SILVA FILHO, J. I., TORRES, C. R. & ABE, J. M. Robô Móvel Autônomo Emmy: Uma Aplicação Eficiente da Lógica Paraconsistente Anotada, Seleção Documental, ISSN 1809- 0648, Número 3, Editora ParaLogike, Santos - São Paulo, pág. 19-26, Julho/Setembro/2006.

TORRES, C. R.; ABE, J. M.; LAMBERT-TORRES, G. Robô Móvel Emmy II. Coleção Documentos, s. Lógica e Teoria da Ciência, IEA-USP, n. 58, p. 1-14, 2005.

TORRES, C. R., ABE, J. M., LAMBERT-TORRES, G. Sistema Inteligente Paraconsistente para Controle de Robôs Móveis Autônomo. Seleção Documental, ISSN 1809- 0648, Número. 7, Editora ParaLogike, Santos – São Paulo, pág. 13-18, Julho-Setembro/2007.

TORRES, C. R. & BOMBACINI M. R. Robô Autônomo com Sistema de Controle microprocessado e Fundamentado em Lógica Paraconsistente. Seleção Documental, n. 5, ed. ParaLogike, Santos, São Paulo, p. 14-18, jan./mar. de 2007.

TORRES, C. R. Sistema Inteligente Baseado na Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ para Controle e Navegação de Robôs Móveis Autônomos em um Ambiente não Estruturado. 2010. 193 fl. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, Itajubá.

¹ Um protótipo do robô Emmy III já foi construído por um aluno bolsista de iniciação científica da mesma instituição. Nesse caso, o objetivo geral era o desenvolvimento de um sistema para auxiliar na orientação dos movimentos do robô móvel autônomo, fornecendo parâmetros de posições angulares e aceleração.