



## Problema 01 — Paradigma Reativo

**Tema:** Implementação e teste de um robô com navegação reativa.

### Objetivos de Aprendizagem

Ao final da realização deste problema o discente deve ser capaz de:

- Programar um robô;
- Identificar sensores;
- Compreender o paradigma reativo;
- Identificar características de operação e restrições em projetos de robótica;
- Compreender a integração do robô com sistemas de supervisão.

### Contexto

A tecnologia avança rapidamente em *e-commerce* nos EUA. Por lá, robôs autônomos trabalham nos estoques de lojas virtuais, como Gap, Zappos e Staples. Os robôs são informados do exato local onde os produtos estão estocados e onde precisam ir para buscá-los. Quando encontram a prateleira do produto, os robôs deslizam embaixo dela, se encaixam e a leva até os operadores humanos.



Figura 1: Estoque da Staples em Denver. Fonte: (GUIZZO, 2008)

O investimento em tecnologia garante rapidez na entrega e aumento de produtividade. A Zappos, por exemplo, leva apenas 12 minutos para enviar o pedido a partir do momento que o cliente faz a encomenda pela internet. Antes da utilização dos robôs, os funcionários perdiam, pelo menos, 30 minutos até ir ao local certo, encontrar o produto, voltar, embalar e despachar o pedido.

O sistema se ajusta ao tipo de produto da loja e aos trabalhadores. Em uma configuração típica, as pessoas ficam no entorno das salas. Como são os robôs industriais que pegam os produtos e os colocam de volta, o estoque é ajustado para ser mais eficiente. Obviamente, os produtos mais populares são deixados nas bordas do armazém, enquanto os menos vendidos ficam no fundo. Como as pessoas não precisam ter acesso às prateleiras, elas ficam grudadas umas as outras, otimizando o espaço. As lojas de varejo ainda conseguem reduzir seus custos com os robôs industriais, pois não há necessidade de luz ou climatização em grande parte do estoque, reduzindo os custos com energia em até 50%.

(Retirado de <http://blog.mgitech.com.br/blog/bid/122720/rob-s-aut-nomos-invadem-estoque-de-varejo-nos-eua>)

### Problema

A Cerâmica Cacos Inc. precisa otimizar sua produção. Ela pretende usar robôs para transportar insumos do estoque para estações de trabalho. A Figura 2 ilustra as marcações que serão utilizadas pelo robô.

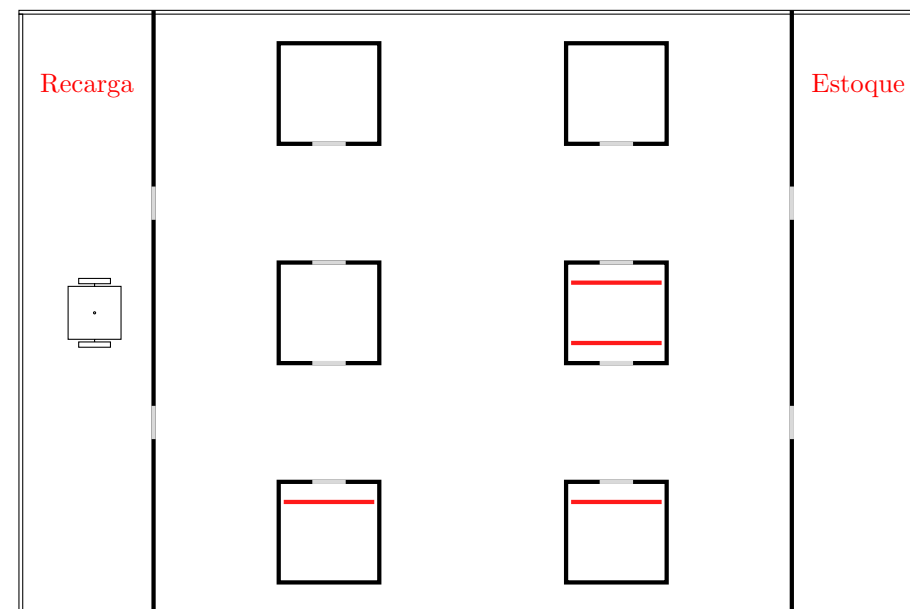


Figura 2: Marcações no piso.

Inicialmente o robô está parado em sua base de carga das baterias. O sistema de supervisão percebe que existe produto para ser transportado, em seguida ele aciona o robô. O robô deverá sair de sua base, ir ao estoque, coletar a caixa contendo o material e entregar em uma estação de trabalho. Por fim, o robô retorna à base.

### Requisitos

Devido o espaço disponível e a plataforma robótica já existente na fábrica do cliente, o projeto apresenta as seguintes restrições:

#### Robô:

- Precisa distinguir as linhas do piso;
- O deslocamento é feito por acionamento diferencial;
- Deve informar ao sistema de supervisão seu deslocamento através da medição dos sensores existentes nos motores;
- Deve informar ao sistema de supervisão se está na base de recarga;
- Desloca-se sem nenhuma intervenção humana.

#### Ambiente:

- Piso branco com linhas coloridas (preta, prata e vermelha);
- As linhas não se cruzam;
- As linhas vermelhas indicam área proibida;
- As rodas do robô só podem passar por cima de uma linha preta se a cor prata for detectada.

#### Sistema de Supervisão:

- Comunica-se com o robô por meio de bluetooth;
- Aciona o robô;
- Monitora a localização do robô, em tempo real;
- Mostra se o robô está ou não na base de recarga.

### Produto

No prazo indicado no cronograma a seguir, cada equipe deverá apresentar:

1. Código a ser embarcado no robô;
2. Programa de supervisão no computador, que deve mostrar o caminho percorrido pelo robô;
3. Uma apresentação técnica contendo informações acerca das etapas de desenvolvimento do projeto, incluindo, mas não limitando-se a:
  - (a) Descrição do sistema implementado;
  - (b) Explicação sucinta do código desenvolvido;
  - (c) Apresentação dos cenários de teste;
  - (d) Discussão e análise dos resultados alcançados.

### Avaliação

Para aferir o envolvimento do grupo nas discussões e na apresentação, o tutor poderá fazer perguntas sobre o funcionamento de qualquer componente, a qualquer aluno, tanto nas sessões tutoriais quanto na apresentação.

### Formato da Avaliação

A nota final será a composição de 3 (três) notas parciais:

**Desempenho Individual** nota de participação individual nas sessões tutoriais, de acordo com o interesse e entendimento demonstrados pelo aluno, assim como sua assiduidade, pontualidade e contribuição nas discussões; **Peso: 3,0 pontos.**

**Documentação** nota atribuída ao grupo para a documentação do desenvolvimento do produto; **Peso: 2,0 pontos.**

**Apresentação** nota atribuída à cada grupo, referente à apresentação técnica; **Peso: 2,0 pontos**

**Produto** nota atribuída à cada grupo, oriunda da análise da implementação; **Peso: 3,0 pontos.**

### Cronograma

Semana	Data	Descrição
02	20/08/2024 (ter)	—
	22/08/2024 (qui)	Histórico e Conceitos Básicos
03	27/08/2024 (ter)	Apresentação do Projeto #1
	29/08/2024 (qui)	Conceitos Básicos sobre Manipuladores
04	03/09/2024 (ter)	Sessão Tutorial #1
	05/09/2024 (qui)	Sistema de Coordenadas
05	10/09/2024 (ter)	Sessão Tutorial #2
	12/09/2024 (qui)	Cinemática Direta
06	17/09/2024 (ter)	Sessão Tutorial #3
	19/09/2024 (qui)	Cinemática Direta
07	24/09/2024 (ter)	Sessão Tutorial #4
	26/09/2024 (qui)	Cinemática Inversa
08	01/10/2024 (ter)	Apresentação do Projeto #2
	03/10/2024 (qui)	Avaliação do Problema #1

### Recursos

Kits Lego Mindstorm.

CRAIG, J. J. *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1989. ISBN 0201095289.

GUIZZO, E. *Three Engineers, Hundreds of Robots, One Warehouse*. 2008. Disponível em: <<https://spectrum.ieee.org/robotics/robotics-software/three-engineers-hundreds-of-robots-one-warehouse>>.

PAZOS, F. *Automação de Sistemas e Robótica*. [S.l.]: Axcel Books, 2002. ISBN 8573231718.

ROMANO, V. F. *Robótica Industrial*. [S.l.]: Edgard Blucher, 2002.

ROSÁRIO, J. M. *Princípios de Mecatrônica*. [S.l.]: Prentice Hall, 2005. ISBN 8576050102.

YOSHIKAWA, T. *Foundations of robotics: analysis and control*. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1990. ISBN 0-262-24028-9.