Relatório - Projeto de Navegação e Identificação de Caixas em Ambiente Simulado

Enzo Pacheco Porfirio

Ana Beatriz Tavares Malheiro

Link do Repositório: https://github.com/enzzopp/CC7711/tree/main/Projeto

1. Introdução

Este relatório descreve o desenvolvimento e funcionamento de um sistema de navegação autônoma aplicado em ambiente simulado no software Webots, com um robô capaz de localizar, empurrar e classificar caixas com base em seu deslocamento. O sistema tem como objetivo identificar quais caixas são "leves" (movem-se após empurrão) e quais são "pesadas" (permanecem estáticas).

2. Tecnologias Utilizadas

- Webots (simulador de robótica)
- Python
- Sensores de proximidade (ps0 a ps7)
- Supervisores e motores do Webots

3. Estrutura do Sistema

O sistema é dividido em três fases principais:

- **Detecção e Localização de Caixas:**
  O supervisor do robô acessa os nós de todas as caixas nomeadas CAIXA_0 a CAIXA_n e registra suas posições iniciais. Esses dados são utilizados para comparar o deslocamento após o empurrão.

- **Navegação Até as Caixas:**
  O robô utiliza sensores de proximidade para evitar obstáculos e um controle proporcional para ajustar sua direção com base no ângulo de erro entre sua posição e a da caixa-alvo.

- **Classificação das Caixas:**
  Após empurrar a caixa por 2 segundos, o sistema compara sua nova posição com a original. Se a diferença for superior a um limiar (0.01 metros), ela é classificada como "leve". Caso contrário, é "pesada".

4. Algoritmo de Navegação

O robô calcula o ângulo desejado e o compara com sua orientação atual para ajustar sua rota:

Fórmula do erro angular:

$$erro = (\theta - \theta\_atual + \pi) \, mod \, (2\pi) - \pi$$

Este erro é usado para aplicar uma correção proporcional nas velocidades dos motores esquerdo e direito:

$$ajuste = k \times erro \; (onde \, k = ganho \, proporcional, \; ajustado \, de \, acordo \, com \, a \, distância \, até \, a \, caixa)$$

$$velocidade\_motor\_esquerdo = velocidade\_base - ajustevelocidade\_motor\_direito = velocidade\_base$$

5. Lógica de Evasão de Obstáculos

Caso os sensores frontais detectem obstáculos acima de um limiar, o robô interrompe sua rota e executa uma evasão girando sobre seu próprio eixo em direção oposta ao lado de maior aproximação.

6. Identificação e Reação à Caixa Leve

Uma vez que todas as caixas foram visitadas, o sistema identifica qual delas é leve (maior deslocamento) e ordena o robô a retornar a sua posição. O robô então se posiciona à sua frente e entra em um modo de "giro no eixo", indicando visualmente a conclusão da tarefa.

7. Considerações Finais

Apesar de ocorrerem alguns bugs e desvios de rotas inadequados, o sistema proposto foi capaz de realizar a identificação e classificação de caixas com sucesso, utilizando controle proporcional adaptativo, leitura de sensores e comparação de posições. O uso de lógica de evasão, parada por tolerância e funções modulares contribuiu para a robustez do comportamento do robô na simulação.