



# XVIII Congresso de Iniciação Científica da Unicamp

## *Navegação de robôs móveis em tarefas logísticas*

Aluno: Guilherme Pereira Corrêa

Orientadora: Profa. Dra. Esther Luna Colombini

6 de outubro de 2020

### **Resumo**

A logística das fábricas está atualmente passando por uma revolução e o conceito de Indústria 4.0 está ditando a direção para alcançar processos de fabricação autônomos e mais eficientes. Considerando o cenário atual e o futuro próximo da fabricação, pesquisas e melhorias relevantes para sistemas de robôs móveis autônomos capazes de navegar nestes ambientes tem sido conduzidas na literatura, inclusive abordagens utilizando-se técnicas de aprendizado de máquina. Dado um ambiente dinâmico previamente parcialmente conhecido, uma pose inicial e um destino a ser alcançado, esse projeto teve como objetivo estudar e implementar um sistema de navegação autônoma para robôs móveis em uma tarefa logística.

Universidade Estadual de Campinas

# 1 Introdução

Robôs móveis autônomos são aqueles capazes de se locomover em ambientes externos e internos de forma autônoma, ou seja, são robôs que devem ser capazes de perceber o ambiente a sua volta, tomar decisões sobre a melhor ação a ser executada e realizá-la, sem intervenção humana, com o mínimo de erro. Em outras palavras, um sistema autônomo deve ser capaz de sintetizar suas próprias leis de ação sobre o ambiente. Particularmente, isto requer, entre outras habilidades, a capacidade de definir uma sequência de ações a serem tomadas dado um conjunto limitado de sensores, um ambiente externo parcialmente desconhecido e um elenco de objetivos previamente especificados, ou seja, de navegar. A fim de dotar o robô de tal capacidade, a maioria dos sistemas de navegação autônoma disponíveis na literatura trabalha com uma forma híbrida, oriunda da união de um método deliberativo e um reativo. Nesse trabalho foi estudado o caso em que a tarefa consiste em navegar de forma autônoma de um ponto a outro de um cenário, o que é essencial para todo tipo de robô concluir qualquer missão. Para isso, ele deve ser capaz de planejar e seguir uma rota a fim de alcançar o ponto determinado como objetivo, detectando e desviando de obstáculos imprevistos.

Esse trabalho teve a duração de um ano e meio, do segundo semestre de 2018 até o fim de 2019, onde nos últimos seis meses foi dado foco em estudar técnicas de aprendizado de máquina aplicadas em navegação de robôs autônomos para que se possa superar as dificuldades encontradas no primeiro ano de trabalho.

## 2 Discussão e Resultados

Considerando que o robô possui um bom sistema de localização, o problema da navegação de um sistema híbrido está relacionado às técnicas individuais de deliberação e reatividade escolhidas para uso e a sua integração. Ou seja, o maior desafio para implementar uma arquitetura deste tipo é encontrar técnicas individuais eficientes cuja combinação possa suprir os problemas uma da outra e qual método utilizar para fazer essa combinação de forma eficaz. Por conta disso primeiramente foram estudadas essas técnicas individuais presentes na literatura, como por exemplo planejadores probabilístico e lógica nebulosa (fuzzy) como reatividade.

Para que todos os módulos do sistema pudessem funcionar em conjunto foi usado o ROS (Robot Operating System) como interface, fazendo com que o sistema seja dividido em nós, onde cada nó é responsável por uma tarefa e a comunicação entre esse nós é majoritariamente feita por mensagens enviadas por canais de comunicação chamados "tópicos", outra forma de se fazer a comunicação é através de ações e lógica cliente/servidor.

Como navegador reativo foi utilizada lógica nebulosa e para poupar tempo o navegador padrão do ROS foi escolhido como sistema deliberativo. Uma solução onde alterna-se entre o navegador deliberativo e reativo foi implementada, para isso foi criado um nó do ROS chamado "nav manager" onde sempre que um novo destino é recebido o navegador deliberativo é acionado e a rota até o destino é traçada e iniciada. Enquanto esse caminho é feito o nav manager continua monitorando os obstáculos ao redor através dos sensores infravermelhos do robô, quando é detectada uma situação de perigo a rota é cancelada, a parte reativa é acionada até que se saia da situação de perigo e então o destino é enviado novamente ao navegador deliberativo.

Os testes foram feitos no robô físico Robotino da Festo em uma arena montada no Instituto de Computação. Para a realização de testes confiáveis é necessário um bom sistema de localização para o robô e, durante os testes, notou-se a presença de muitos problemas nesse quesito, principalmente por serem testes em um robô real, o que impossibilitou uma boa verificação do funcionamento do sistema. Por conta disso parte do projeto foi destinado a resolver esse problema, onde tentou-se utilizar uma IMU em conjunto com um laser scanner, porém sem sucesso.

Portanto foi decidido que seria melhor realizar somente testes em um ambiente simulado, porém, durante todo o processo de resolver o problema de localização a possibilidade de mudar para uma abordagem inteligente foi levantada várias vezes e, por conta dessa abordagem ser muito mais robusta e não depender tanto da localização foi decidido utilizá-la para resolver o problema e então os últimos seis meses do projeto foi focado em estudar as técnicas existentes na literatura.

Após estudar essas diferentes técnicas decidiu-se abordar o problema através da aprendizagem por reforço, devido aos resultados satisfatórios que a mesma teve em outros trabalhos. Além disso, utilizar um algoritmo Fuzzy para melhorar os dados dos sensores continua sendo uma boa escolha, dado que o mesmo foi utilizado na primeira parte do projeto.

Durante a revisão bibliográfica também foi possível ver alguns exemplos de como se modelar o problema da navegação para se aplicar um AR. Como por exemplo, o conjunto de ações  $A$  do robô pode ser  $A = (\text{avançar, girar à direita, girar à esquerda, recuar})$ , o estado do ambiente pode ser dado de acordo com a leitura dos sensores e o destino final a ser alcançado, etc.

### **3 Conclusão**

Com esse projeto aprendeu-se muito sobre a complexidade da robótica, isso ficou claro quando, por conta de uma localização ruim, nenhum teste pôde continuar sendo feito e o foco teve que mudar para resolver esse problema. Além disso foi possível estudar mais profundamente diversas técnicas de navegação disponíveis na literatura e como combiná-las em um só sistema. Por último e não menos importante, estudou-se os diversos tipos de algoritmos de aprendizado de máquina e como eles são aplicados na navegação de robôs autônomos, fazendo com que seja possível aplicar essas técnicas muito atuais e promissoras em uma possível continuação do trabalho.

### **4 Agradecimentos**

Agradecimentos à Prof. Dra. Esther Colombini pela orientação e ao CNPq pelo fomento.