

## NAVEGAÇÃO EM FORMAÇÃO DE MÚLTIPLOS ROBÔS

Um estudo na área de navegações de múltiplos robôs

**Matheus Nascimento Santos**

matheusnascimentosantos\_2018@outlook.com

**Stephanie Kamarry Alves de Sousa**

stephaniekamarryas@gmail.com

**Resumo:** Foram feitas diversas análises e estudos relacionados à área de navegação em formação de múltiplos robôs, assim também como suas principais estruturas de navegação para proporcionar um melhor e deliberado trajeto estipulado, atenuando os possíveis mínimos locais, para que fosse possível ter uma melhor análise e desempenho no trajeto.

**Palavras-Chave:** Navegação, de liberativa, formação, múltiplos.

### INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico em meados do século XX, e com a nova revolução da eletrônica, através da robótica foi proporcionado à implementação dos robôs em meio à sociedade, como forma de gerar um melhor desempenho de certas atividades que envolviam determinadas áreas como, segurança, saúde, tecnologia, e exploração de deliberados sistemas. Uma das áreas que mais se destacou no meio científico foi à navegação autônoma de múltiplos robôs, onde foi implementado diversos “indivíduos” com objetivo de solucionar dadas tarefas de forma mais rápida e eficaz.

Dentro da Robótica, existem diversas áreas preocupadas com as informações presentes no ambiente ao qual o robô está inserido, como um determinado autômato pode reagir em ambientes dinâmicos para poder sair de um ponto Inicial e chegar a um ponto Final em que ocorram mínimos locais, através dessa problemática foi que surgiu as estruturas de navegação, elas por sua vez são divididas em três categorias, reativa, deliberativa e híbrida.

A estrutura de navegação reativa está associada às reações que o robô tem em determinados estágios do percurso, quando é exposto a estímulos através de obstáculos fixos ou dinâmicos, com a vantagem de reação em tempo real através da leitura dos sensores. Destaque, uma de suas desvantagens é que por não possuir um conhecimento prévio do ambiente, o mesmo pode se afastar muito do  $Q_{final}$  enquanto reage aos estímulos impostos. Na deliberativa, o robô possui o conhecimento prévio do ambiente, podendo chegar ao seu  $Q_{final}$  com mais facilidade, porém, existe uma problemática para a obtenção deste conhecimento prévio do ambiente, que se trata de obter informações confiáveis para a formação do mapa que será utilizado pelo autômato.

Um dos pontos mais importantes que envolvem navegação de múltiplos agentes na estrutura deliberativa é a etapa de planejamento de movimento. Apesar de existirem muitas técnicas que possam resolver determinados problemas, as mesmas podem se tornar inviáveis por características como dimensionalidade do ambiente, que inviabilizam sua aplicação. Por fim, a estrutura híbrida que mescla as estruturas anteriores, onde o robô possui o conhecimento prévio e a habilidade de reagir aos estímulos impostos pelo ambiente, proporcionando um melhor desempenho em navegação autônoma de múltiplos agentes.

Logo, muitos são os problemas encontrados quando se trata de navegações autônomas de robôs, tais problemas estão relacionados aos mínimos locais, qual a melhor estrutura

de navegação para determinados objetivos, como realizar as programações para o robô, tratamentos de erros para orientação do mesmo, dentre muitas outras.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Uma das principais abordagens quando se refere a sistemas de múltiplos agentes é a navegação em formação, isso se deve ao fato da observação de ocorrências naturais como, um cardume de peixes nadando, o voo de um grupo de pássaros etc. Todos no grupo tiram vantagem em manter a formação, seja ao economizar energia, aumentar a eficiência de deliberados movimentos ou segurança.

Quando se trata de navegação de múltiplos robôs, uma das primeiras questões que surgem é como planejar o caminho para mais de um indivíduo, pois cada um deles irá ocupar uma determinada posição XY no espaço de trabalho.

Em seguida, é levado em consideração a movimentação de cada indivíduo evitando mínimos locais, tanto com obstáculos quanto com os outros agentes. Porém, quando a problemática é passada para o Cspace (Espaço de Configuração) o que era visto como várias abordagens referentes aos robôs, é enxergada como uma única situação, os indivíduos são encarados como um ponto no espaço W, e os obstáculos vistos no mesmo contexto. Para melhorar a forma com que os robôs trafegam no espaço de trabalho e no Cspace, é escolhida a estrutura que o mesmo irá utilizar para navegar pelo ambiente, segundo Latombe, as principais abordagens clássicas de planejamento podem ser definidas como, Campos Potenciais, Decomposição em Células e Mapa de Rotas. O planejamento de campo potencial funciona da seguinte maneira, a priori, ao redor dos obstáculos são criados campos repulsivos para o robô, e um campo atrativo ao Qfinal. Dessa forma no decorrer do trajeto, quando os sensores do autômato enxergam os obstáculos o robô

é forçado a se afastar do mesmo e seguir em direção ao seu destino, que estará localizado na parte mais baixa da superfície criada pelo campo potencial.

Já na configuração do mapa de rotas, são criados grafos não direcionados que capturem conectividades entre as regiões do Cfree (Espaço livre), tendo como objetivo ligar o Qinicial e o Qfinal. Nesse contexto, as duas configurações que mais se destacam são Grafo de Visibilidade e Diagrama de Voronoi. Na primeira configuração, os obstáculos são vistos como polígonos e são inseridos nós aos vértices destes polígonos no grafo, em seguida, são conectados às linhas entre cada nó presente no grafo, ponto Qinicial e ponto Qfinal.

Se existir um caminho entre as retas que conectam os nós do ponto Qinicial e Qfinal, então é traçado o caminho pelo qual o indivíduo irá trafegar. Porém, quando a área de trabalho é muito grande a aplicabilidade desse planejamento se torna inviável, pois o tempo e o custo computacional que seria utilizado para construção do grafo se tornam muito expressivo.

O método de decomposição em células pode ser feito de forma exata ou aproximada. Para o método exato, a priori, se decompõe o espaço livre em regiões que não se sobrepõem, em seguida é construído um grafo de conectividade, e realizado uma busca no mesmo por pontos através do contorno dos obstáculos que liguem os pontos finais e iniciais. Já para o método aproximado, divide-se o espaço livre em células aproximadas contidas no espaço de trabalho, logo, é feita a visualização aproximada da área de trabalho, mostrando os obstáculos e espaço livre, possibilitando o tráfego do robô pelo ambiente.

Com a necessidade do transporte de cargas por múltiplos agentes, é imprescindível que haja um refinado trabalho em equipe entre os autômatos, para que seja possível o transporte de deliberadas cargas entre pontos distintos. Logo, o esforço que seria feito por apenas um

robô é substituído pela cooperação de vários. É delimitada então, uma determinada formação inicial para os indivíduos onde o peso da carga será distribuído entre os agentes na formação, levando em consideração o centro de massa da formação de da carga.

Para manter os robôs na formação deve ser utilizado algum tipo de controle de formação, os mais utilizados são, líder seguidor é baseado em estruturas virtuais. No caso da estrutura virtual toda a formação é considerada como uma estrutura geométrica virtual que navega em conjunto seguindo um ponto central, geralmente localizado no centro de massa da formação.

Logo, do ponto de vista do planejamento em conjunto a formação é vista como uma estrutura rígida, possibilitando uma melhor abordagem no que diz respeito à navegação em formação de transporte de cargas.

No planejamento de caminho da formação, é necessário levar em consideração que em todo o momento do trajeto, tem que ser mantido o centro de massa da carga contido no centro de massa da formação. Para o desvio dos autômatos em transporte, é determinado no algoritmo de controle se aos sensores ao enxergarem um obstáculo irá movimentar apenas um indivíduo ou mais de um em velocidades diferentes para realização do desvio. Vale ressaltar, que o desvio de um determinado robô em uma formação perante um obstáculo pode ser feito em movimento, destarte, o desvio do robô tem que estar contido na formação e em uma área que não afete o centro de massa da formação e da carga. Pois em situações reais, a má distribuição da carga pode gerar sobrepeso entre os agentes e mínimos locais. No que diz respeito à questão de navegação de múltiplos agentes em um ambiente onde possua obstáculos móveis o planejamento de caminho deve ser analisados levando em consideração a variável tempo.

Conhecendo os possíveis caminhos que podem ser realizados pelo robô, é definido

o intervalo  $[0 T]$  em  $M$  valores e  $M$  mapas de  $W$  composições diferentes de  $B^1(t)$  em cada instante de tempo. Dessa forma o robô passa por todos os mapas,  $(t = 0)$  e  $(t = T)$ , passando pelos mapas intermediários em seqüência temporal. Por conseguinte, muitos são os parâmetros envolvidos em navegação em formação de múltiplos robôs, sejam em transporte de carga ou não e é de extrema importância compreender todos os estágios que rodeiam todo o trajeto dos autômatos.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

O projeto “ Navegação em Formação de Múltiplos Agentes tem sido bastante desafiador, destarte, todo conhecimento adquirido através do projeto tem sido de extrema importância Atividades devidamente concluídas foram:

1. Revisão Bibliográfica de navegação em Formação de Múltiplos Robôs;
2. Principais técnicas de navegação;
3. projeção de Mapas de rotas;
4. compreensão e transformação de um espaço de trabalho em um espaço de configuração e navegação autônoma por simulação.

Foram feitas diversas análises e estudos relacionados a área de navegação em formação de múltiplos robôs, assim também como suas principais estruturas de navegação para proporcionar um melhor desempenho em um deliberado trajeto estipulado ,atenuando os possíveis mínimos locais, para que fosse possível ter uma melhor análise e desempenho no trajeto. Foi proposto a projeção da área de trabalho do autômato para o espaço de configuração, os testes descritos foram realizados por simulação no software Matlab, com o intuito de proporcionar uma melhor visão da aplicação das estruturas clássicas de navegação e do Space. O robô que será utilizado no projeto em questão é o Turtlebot, por meio dele pode se ter uma melhor análise referente à navegação. Este robô O TurtleBot é um kit de robô pessoal de baixo custo

com software de código aberto. O TurtleBot foi criado na Willow Garage por Melonee Wise e Tully Foote em novembro de 2010. Com o TurtleBot, você poderá construir um robô que pode percorrer sua casa, ver em 3D e ter potência suficiente para criar aplicativos interessantes.

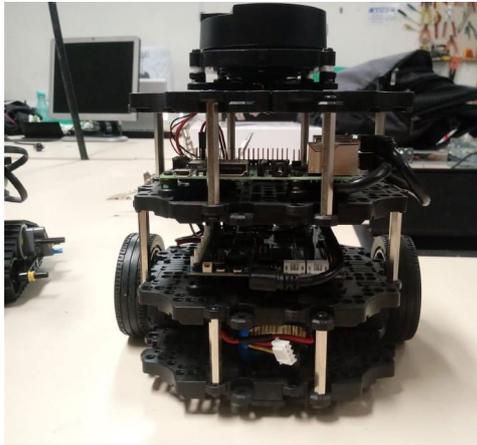


Figura 1 - Robô turtlebot.

Fonte: autor (2019).

O controle do mesmo é feito a partir do software ROS, onde possibilita visualização em tempo real, diversos sensores e etc. Referente a transporte de cargas por múltiplos robôs, já foi iniciado os estudos para aplicação prática, por conseguinte, a medida que o trajeto envolve múltiplos robôs, se eleva também o nível de programação utilizada, planejamento de caminhos, tipos de formação assumida pelos autômatos, centro de massa e desvio de obstáculos envolvendo uma determinada carga e a formação utilizada pelos robôs.

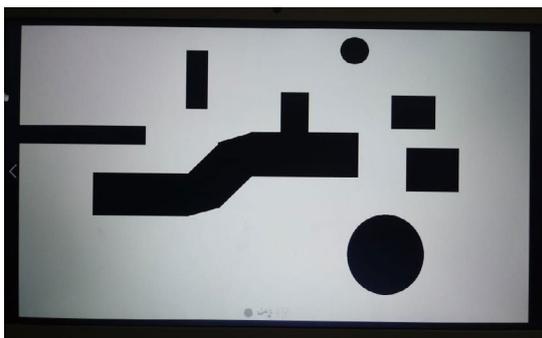


Figura 2 - Mapa .

## CONCLUSÕES

Partindo do que é observado nos estudos relacionados à área de navegação de robôs, e levando em consideração a excessiva utilização de recursos tecnológicos para poder gerar resultados, a presente pesquisa tem como foco principal à análise das novas formas de navegação em formação de múltiplos robôs, os subconjuntos das estruturas clássicas de navegação, abordagens clássicas de planejamento, e a influência que tais métodos implicam no percurso dos autômatos. Levando toda à análise para o espaço de configuração, proporcionando uma melhor compreensão dos métodos e resultados finais. Fazendo a comparação com testes em simulador dos resultados obtidos no decorrer da pesquisa.

## REFERÊNCIA

Cardoso, philipe.; *“Estudo comparativo sobre os paradigmas das arquiteturas de navegação em robótica móvel – Arquitetura Reativa”*2013.

CHAPMAN, Stephen J. **Programação em MATLAB para Engenheiros**. 2003.

“turtlebot”; disponível em <https://www.turtlebot.com/> data de acesso 01/09/2019.