

## FUSÃO DE DADOS SENSORIAIS PARA NAVEGAÇÃO DE ROBÔS MÓVEIS EM AMBIENTES DINÂMICOS

Ampliar o avanço tecnológico por meio da robótica móvel

**Marcos Vinícius de Santana Santos**

oficialviniussantana@gmail.com

**Stephanie Kamarry Alves de Sousa**

stephaniekamarryas@gmail.com

**Gilderlan Rodrigues Oliveira**

rodriguesufcg@yahoo.com.br

**Resumo:** O presente artigo tem como objetivo a discussão da eficácia de métodos de fusão de dados provenientes de tipos de sensores, Kinect, ultrassom e *encoder* ótico, com o objetivo principal de tornar o robô capaz de se localizar e navegar em um ambiente dinâmico. Com o objetivo de se aprofundar em estudo teóricos sobre ideias de fusão de dados, área na qual vem sendo desenvolvida uma vasta gama de pesquisas. Nesse sentido, tratou-se de técnicas de filtragem e fusão de dados mais utilizados, bem como amplas revisões bibliográficas da área. Ao fim este artigo espera-se contribuir para o meio científico com o desenvolvimento de técnicas de localização e navegação para robôs móveis baseados na fusão de dados sensoriais, o intuito desta pesquisa é trazer contribuições à comunidade acadêmica e compreensão do tema em foco. Visto que a área da navegação de robôs móveis está em expansão se aproximando mais da realidade em que vivemos, além de ser o primeiro contato dos aluno com a área de navegação em ambiente dinâmico o que será de extrema importância para o desenvolvimento das linhas de pesquisas em robótica no IFS Campus Lagarto.

**Palavras-Chave:** Localização, Filtros, Robôs autônomos, Robótica.

### INTRODUÇÃO

O conceito de robótica foi introduzido a partir da segunda guerra mundial, devido a carência de mecanizar o processo de produção industrial, reduzindo possíveis riscos de acidentes e melhorando o tempo

de execução das atividades a serem feitas, o processo de mecanização se deve a evolução da automação industrial, provocando avanço de pesquisas na área da robótica em geral devido à capacidade de adaptar robôs no processo de de produção (GARCIA, 2007). Onde apresentou um grande crescimento em estudos, pesquisas e desenvolvimento nas últimas décadas (WOLF, 2009).

Existem várias subáreas dentro da robótica, a robótica móvel é uma delas, sua principal característica é não estar restrito a se locomover dentro de um espaço limitado. A partir de informações, determina movimentos ao robô, para que o mesmo se locomova partindo de sua posição inicial até uma posição de parada (KAM Paul., 1997). Os robôs móveis por meio de sensores, recebem dados e interagem com o ambiente de forma autônoma. Conhecer seu próprio ambiente se torna necessário a utilização de sensores, por conta do auxílio de codificadores nos eixos de movimento permitindo a estimação de localização (KAM Paul., 1997).

Um dos principais métodos de estimar posição é a utilização da odometria, este método se baseia na integração de medições da velocidade ao longo do tempo, no entanto aplicações contínuas acaba gerando um erro acumulativo ao longo do tempo, acaba prejudicando a estimação de posição (CLARK; YUILLE, 1990).

Neste atrativo, robôs atuais estão muitas vezes, equipados com vários sensores para

resolver este problema, estes sensores recolhem diferentes informações sensoriais sobre o ambiente em torno do robô e do seu estado interno.

A área de navegação de robôs móveis está em expansão pois acaba que se aproximando da nossa realidade em que vivemos. Neste ímpeto, a fusão de dados sensoriais é fundamental para uma estratégia de navegação reativa, evitando colisões e reagindo aos eventuais obstáculos que surgirão no caminho do robô (HILLIS, 2002).. Esse tipo de técnica é muito aplicada no desenvolvimento de carros autônomos, o que demonstra a importância dessa área de pesquisa para o futuro.

## MATERIAL E MÉTODOS

A proposta do presente trabalho é a partir da fusão de dados sensoriais, permitir a navegação de robôs móveis ambientes dinâmicos. O projeto de pesquisa realizado no Laboratório de Inovação e Criatividade - LABIC, localizado no Instituto Federal de Sergipe, Campus Lagarto. Desenvolvido em parceria com o Grupo de Pesquisa em Robótica da UFS.

Inicialmente foram realizadas amplas revisões bibliográficas, acerca de adquirir conhecimento necessário do estado da arte da área de fusão de dados em geral. No que tange em relação a área da pesquisa realizada, foram realizadas algumas revisões bibliográficas para conhecer o estado da arte em geral da fusão de dados.

Neste caso foi verificado por meio de análises o comportamento do robô localizado no ambiente, como eram feitas suas gerações de mapas a partir da sua navegação, estimação de posição e orientações em geral ao robô.

A pesquisa foi conduzida em um delineamento experimental todo ele casualizado, a partir da compra do Robô TurtleBot 3 Burger, sua montagem e configuração do seu sistema de funcionamento.



Figura 1 - Robô TurtleBot 3 Burger

A Figura 1 apresenta um visão geral do robô utilizado para a pesquisa, configurações iniciais e testes a serem realizados.

Se tornou necessário a instalação do um conjunto de frameworks de softwares de desenvolvimento para o desenvolvimento do robô, para isso foi instalado o *ROS - Robot Operating System*, no qual é um conjunto de bibliotecas e ferramentas totalmente *Open Source*, auxiliando nas construções de aplicações para o robô. Em adjunto também se fez necessário do aprendizados do software do *Matlab*, se trata de um software totalmente interativo, têm alta performance, sendo voltado para cálculo numérico, processamento de sinais, construções de gráficos, dentre outras funcionalidades.

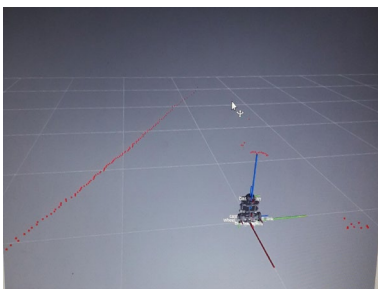
O *Matlab* nesta pesquisa é de suma importância, pois além de se tratar de uma ferramenta muito poderosa, acaba que auxiliando para esta pesquisa a produção na implementação de uma técnica clássica de odometria.

O Filtro de Kalman é um método matemático utilizado para avaliar resultados reais aproximados a grandezas físicas medidas ao longo do tempo (MAYBECK, 1990). Para a presente pesquisa será implementado o Filtro de Kalman Estendido (EKF) é uma variedade do Filtro de Kalman, utilizados para estimação de estados de sistemas lineares (CLARK; YUILLE, 1990).

No que concerne ao objetivo delimitado na plano de trabalho da pesquisa, foi realizado o primeiro experimento com o robô em um

ambiente real, onde o mesmo tinha como objetivo se locomover em linha reta, algo em torno de uma distância de 10 cm. Ao longo da realização da pesquisa o aumento gradativo de experimentos foi crescendo, as avaliações eram feitas a partir de experimentos realizados semanalmente no laboratório.

Em seguida com auxílio da ferramenta do *Rviz*, ao que se faz por um visualizador 3D, exibindo dados do sensor e informações geradas pelo *ROS*.



**Figura 2** - Software *Rviz*, utilizado a partir do *ROS*

Na Figura 2 retrata a utilização do *Rviz*, exibindo os dados e informações geradas pelo *ROS*.

Cada parte desta pesquisa é validada de forma separada através de testes, experimentos e simulações com o robô móvel real, a fim de avaliar se cada parte do sistema está funcionando como esperado.

No que tange em relação aos sensores, o ultrassom foram estudados erros comuns desse tipo de sensor e técnicas clássicas a fim de melhorar a informação sensorial. Em relação ao *encoder*, uma ampla revisão bibliográfica vem sendo desenvolvida sobre a atual estado da arte na área de localização utilizando informações da odometria, sendo necessário a implementação de uma técnica para minimizar o erro gerado pela odometria. Por fim o Kinect, o desenvolvimento de uma ampla revisão bibliográfica acarreta a respeito das principais técnicas de detecção de *landmarks* naturais, pontos de referência que o robô pode utilizar para se localizar em um ambiente.

O principal objetivo com os testes feitos são conhecer e aprimorar conceitos nunca antes vistos pelo discente, onde cada parte do trabalho é validada de forma isolada através de simulações ou até mesmo com experimentos com o robô móvel real. De forma a se inteirar mais a fundo na área da robótica em geral.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde o início da pesquisa até o presente momento no qual se encontra, foi bastante explorado das tecnologias disponíveis ao acesso, para confecção desta pesquisa. Se torna necessário pesquisas e amplas revisões para conhecer a fundo os objetivos traçados para a pesquisa.

A partir das amplas revisões bibliográficas, foi notório o aumento de conhecimento necessário para o discente, visto que o mesmo era necessário para o desenvolvimento da pesquisa.

Neste ímpeto a ampla revisão bibliográfica demonstrou um resultado satisfatório, mostrando qual sua importância de utilização e algumas características importantes, dentre elas a utilização de uma técnica clássica da mesma, para a presente pesquisa vem sendo implementado o EKF no Matlab. Dessa forma será possível implementar no robô uma técnica clássica de localização de robôs utilizando odometria e testar a mesma por simulação, adjunto a implementação de uma estratégia de localização utilizando apenas odometria do robô disponível. Neste ímpeto é obtido uma melhor correlação de dados, possibilitando uma melhor análise.

No que concerne sobre fusão de dados sensoriais, os resultados obtidos a partir das revisões bibliográficas forma um conceito bem definido da área estudada e analisada nesta pesquisa, o próximo passo a partir das informações geradas por diferentes sensores, correlacionar os diferentes dados a fim de integrar em sistema de navegação, o sistema de navegação se encontra em andamento (HILLIS, 2002).

Entre os principais resultados desta pesquisa estão o fato de que o robô móvel consiga se locomover em um ambiente

totalmente dinâmico a partir da fusão de dados sensoriais e o conhecimento adquirido pelo aluno por meio da construção desta pesquisa.



**Figura 3** - Robô sendo controlado pelo teclado do notebook

Na figura 3 apresenta uma concepção de como foi feito o controle inicialmente do robô, com o auxílio do teclado do notebook foi feito o controle do robô, dessa forma não seria necessário o pressionamento de algum botão no robô ou algo do tipo. Visto que os resultados obtidos nesta simulação atenderam a expectativa, se tratando em tempo de resposta, acaba que por muitas das vezes era prejudicado, visto que a conexão de internet da instituição oscila bastante, muita das vezes dificulta a conexão entre o robô e o notebook do aluno.

Os resultados dos experimentos, demonstraram a trajetória a ser seguida nesta linha de pesquisa é interessante, porém uma análise estatística para o desempenho do robô móvel precisa ser desenvolvida, a fim de melhorias nesta pesquisa.

## CONCLUSÕES

Em linhas gerais a pesquisa atendeu o resultado esperado, visto que por ser o primeiro contato do aluno com a robótica, algo que sempre é frisado dentro do laboratório de pesquisa é que o aluno busque continuamente o conhecimento e explore totalmente da sua criatividade.

Bons resultados foram obtidos a partir das simulações realizadas e suas formas de mapeamento, em conexão com a navegação realizada nesta pesquisa. Para trabalhos futuros, sugere-se que seja desenvolvido um

sistema de correção da odometria, a qual é utilizada para estimação da posição por meio da navegação do robô.

O desenvolvimento desta pesquisa além de contribuir para a formação técnica e científica dos alunos envolvidos, será fundamental para a consolidação das competências desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa do IFS, desta forma acaba que contribuindo para o meio científico com o desenvolvimento de técnicas de localização e navegação para robôs móveis baseados em fusão de dados sensoriais.

## REFERÊNCIAS

- CLARK, James J.; YUILLE, Alan L. *Data fusion for sensory information processing systems*. Springer Science & Business Media, p. 5 - 68, 1990.
- GARCIA, Elena, et al. "The evolution of robotics research." *IEEE Robotics & Automation Magazine*, v.14, n.1, p. 90-103, 2007.
- HALL, David Lee; MCMULLEN, Sonya AH. *Mathematical techniques in multisensor data fusion*. Artech House, 2004.
- HILLIS, James M. et al. *Combining sensory information: mandatory fusion within, but not between, senses*. *Science*, v. 298, n. 5598, p. 1627-1630, 2002.
- KAM, Moshe, Xiaoxun Zhu, and Paul Kalata. "Sensor fusion for mobile robot navigation." *Proceedings of the IEEE*, v.85, n.1, p. 108-119, 1997.
- MAYBECK, Peter S. *The Kalman filter: An introduction to concepts*. In: *Autonomous robot vehicles*. Springer, New York, NY, p. 194-204, 1990.
- WOLF, Denis Fernando et al. *Robótica móvel inteligente: Da simulação às aplicações no mundo real*. In: *Mini-Curso: Jornada de Atualização em Informática (JAI), Congresso da SBC*. p. 13, sn, 2009.