



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Engenharia de Software

Auto-Localização e Mapeamento de Ambientes: Uma Aplicação Voltada à Robótica Educacional

Autor: Rafael Fazzolino P. Barbosa
Orientador: Dra. Milene Serrano e Dr. Maurício Serrano

Brasília, DF
2016



1 Proposta Inicial

1.1 Contextualização

O nascimento da robótica se deu no contexto industrial, onde ferramentas autônomas foram desenvolvidas para executar atividades de forma repetitiva e incansável, maximizando a qualidade dos produtos produzidos e minimizando o custo e tempo para produção dos mesmos. A palavra robô é derivada da palavra *robota*, de origem eslava, que significa *trabalho forçado*. Enquanto a robótica se mantinha no contexto industrial, não havia grande necessidade de implementar robôs com autonomia em relação a sua mobilidade. A utilização de esteiras, por exemplo, era suficiente para solucionar o problema da locomoção dos robôs em chão de fábrica. Porém, com a ampliação das áreas de atuação destas ferramentas autônomas, surge a necessidade da autonomia relacionada a mobilidade das mesmas.

Segundo (OLIVEIRA, 2008) a autonomia de um robô é fortemente condicionada pela sua capacidade de perceber o ambiente de navegação, interagindo com o meio e realizando tarefas com o mínimo de precisão. Este mínimo, segundo (OLIVEIRA, 2008), seria a navegação sem colisão em obstáculos.

Para que robôs sejam capazes de navegar em um ambiente desconhecido sem que haja colisão em objetos e obstáculos, os mesmos necessitam de informações sobre este ambiente. Estas informações são adquiridas utilizando sensores. Como foi apresentado por (COSTA; Okamoto Jr., 2002), no livro de Robótica Industrial, os sensores possuem o dever de fornecer informações ao sistema de controle do robô sobre distâncias de objetos, posição do robô, contato do robô com objetos, força exercida sobre objetos, cor e textura dos objetos, entre outras.

Além de obter informações sobre o ambiente, o robô precisa se auto-localizar para processar as informações obtidas e traçar rotas sem colisões até o ponto de destino. Para isso, foram desenvolvidas muitas formas de auto-localização, algumas delas são citadas por (SANTOS; SILVA; ALMEIDA, 2002), como:

- **Utilização de Mapas:** O robô conhece o mapa onde realizará a navegação à priori, conhecendo os obstáculos e os caminhos possíveis. Possuindo essas informações, o robô irá traçar as rotas mais eficientes para chegar em seu objetivo.
- **Localização Relativa em Grupos:** Esta técnica utiliza a navegação simultânea de muitos robôs, cada robô sabe a posição relativa dos outros robôs, podendo calcular sua posição relativa.

- **Utilização de Pontos de Referência:** Conhecendo pontos de referência que estão distribuídos pelo mapa de navegação, o robô consegue calcular sua posição através da técnica de triangulação.
- **Localização Absoluta com GPS:** A partir desta técnica é fácil obter a posição absoluta do robô em relação a terra. O grande problema desta técnica é a margem de erro presente no sistema de GPS, inviável para navegações internas.
- **Utilização de Bússolas:** É uma técnica interessante para conhecimento da orientação do robô, o que facilita muito na navegação do mesmo. Porém as bússolas são muito frágeis a interferências externas, como por exemplo a proximidade de materiais ferro-magnéticos ou as fugas magnéticas dos motores presentes no próprio robô.
- **Odometria:** Consiste na medição da distância relativa percorrida pelo robô, utilizando sensores presentes nas rodas do mesmo. Necessita do conhecimento do ponto de origem.

As formas apresentadas acima de se trabalhar com auto-localização na robótica possuem características únicas que as adequam para diferentes contextos de navegação. Por exemplo, a Utilização de Mapas é uma técnica bastante útil quando se está trabalhando com um ambiente conhecido e estático, porém em ambientes mutáveis e não conhecidos isto se torna um problema. A Localização Relativa em Grupos funciona muito bem quando a navegação envolve muitos robôs, a qual não necessita de conhecimento prévio do mapa. A Utilização de Pontos de Referência é uma técnica bastante utilizada e que é muito útil quando não se conhece o ambiente de navegação, porém os pontos de referência precisam ser conhecidos.

Quando se está trabalhando com navegação em ambientes abertos e muito amplos, a técnica de Localização Absoluta com GPS é a mais utilizada, porém sua margem de erro torna a navegação em ambientes pequenos ou fechados inviável. A Navegação com utilização de Bússulas garante um apoio muito útil para orientação do robô, porém gera muitos problemas relacionados a interferências externas, como materiais eletromagnéticos próximos a bússula.

A técnica de Odometria é muito utilizada em navegações curtas, em ambientes com o piso regular e plano. O grande problema desta técnica é a grande adição de erros a cada centímetro percorrido, por meio de derrapagens e falhas no giro das rodas.

Desse modo, é fácil perceber que as técnicas possuem características que as adequam a diferentes contextos. Porém, a solução de um problema não precisa utilizar apenas uma delas, podendo integrar características de diferentes técnicas, desde que agregue valor a solução desenvolvida.

1.2 Problema de Pesquisa

Sabe-se que todas as técnicas apresentadas acima possuem margens de erros, as quais podem trazer muitos problemas, dependendo do contexto de navegação trabalhado. A partir deste problema, o presente trabalho busca unir características importantes de algumas dessas técnicas para desenvolver um método eficiente de auto-localização em ambientes fechados, utilizando, como base, a técnica de mapeamento do ambiente e auto-localização simultâneos (conhecida como problema de SLAM).

A questão de pesquisa que será discutida durante este trabalho é *"Quais técnicas de auto-localização podem se complementar para apoiar a resolução do problema de SLAM, minimizando as margens de erro durante a navegação, e como deve ser feita a integração dessas técnicas utilizando o Kit de Robótica Educacional da LEGO?"*.

1.3 Justificativa

A utilização da Robótica como uma forma de ensinar programação em escolas e faculdades, a chamada Robótica Educacional, traz inúmeros benefícios para o aluno, desde maior interesse pelos conteúdos estudados em aula até a capacidade de trabalhar em grupo. A Universidade de Brasília utiliza esta ferramenta durante a disciplina de Introdução a Robótica Educacional, ministrada pelo professor Dr. Maurício Serrano. Na disciplina, são utilizados Kits de robótica da LEGO para desenvolvimento de soluções dos problemas presentes em um tapete de missões. A organização da disciplina se inspira bastante nos campeonatos de robótica, como (LAU et al., 2002) ou (SANTOS; SILVA; ALMEIDA, 2002), por exemplo. Neste tipo de campeonato, a navegação é o quesito mais importante, a qual deve possuir a menor margem de erro possível para solucionar as missões. Desse modo, vê-se necessária a seleção e integração de algumas técnicas de auto-localização para maximizar a precisão desta navegação.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos Gerais

Desenvolver um algoritmo para resolução do problema SLAM utilizando o Kit de Robótica Educacional da LEGO.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Resolução do problema de SLAM;
- Integração de diferentes técnicas de auto-localização;

- Garantia da qualidade da solução (Visão da Engenharia de Software).

Referências

COSTA, A. H. R.; Okamoto Jr., J. *Robótica Industrial - Interação de Robô no Ambiente*. [S.l.]: Edgard Blücher Ltda, 2002. ISBN 8521203152. Citado na página [1](#).

LAU, N. et al. Ciber-rato: Uma competição robótica num ambiente virtual. 2002. Citado na página [3](#).

OLIVEIRA, P. R. G. D. Auto-localização e construção de mapas de ambiente para robôs móveis baseados em visão omnidirecional estéreo. São Paulo, Brasil, 2008. Citado na página [1](#).

SANTOS, F. M.; SILVA, V. F.; ALMEIDA, L. Auto-localização em pequenos robôs móveis e autônomos: O caso do robô bulldozer iv. 2002. Citado 2 vezes nas páginas [1](#) e [3](#).