



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



Rafael Fazzolino P. Barbosa

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

Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia de Software) da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia de Software).

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Dra. Milene Serrano e Dr. Maurício Serrano

Coorientador: Dra. Milene Serrano e Dr. Maurício Serrano

Brasília, DF

2016

1 Referencial Teórico

Durante esta seção, questões referentes a todo o contexto abordado neste trabalho serão apresentadas e descritas de forma prática para facilitar o total entendimento do tema trabalhado.

1.1 A Robótica e a Auto-Localização

Grande parte da capacidade do ser humano de se adaptar ao meio ambiente, sobrevivendo e evoluindo constantemente se dá à utilização, desde os primórdios da humanidade, de ferramentas de auxílio em atividades importantes para o desenvolvimento de uma civilização, ou até mesmo em questões relacionadas à sobrevivência básica, como busca por alimentação e moradia. Devido ao fato do ser humano sempre buscar evolução, as ferramentas utilizadas por nós também possuem uma tendência a serem evoluídas com o tempo.

Um exemplo simples que retrata a busca por melhoria nos instrumentos de trabalho pode ser observado em trechos descritos por Aristóteles, em meados do século IV a.c., onde o mesmo discute a possibilidade dos instrumentos realizarem suas próprias tarefas, obedecendo ou, até mesmo, antecipando o desejo das pessoas. Aristóteles ainda não sabia, mas já estava descrevendo o futuro de nossas ferramentas, o nascimento da Robótica.

Durante os séculos seguintes a humanidade questionou o uso da ciência dentro da Indústria, para que a produção de alimentos e utensílios que possam minimizar as dificuldades encontradas durante a evolução da Humanidade possa ser evoluída e melhorada constantemente. Ao final do século XVI, Francis Bacon já discutia a ideia de que a sabedoria devesse ser aplicada na prática, ou seja, a ciência deveria ser utilizada dentro das Indústrias. Bacon afirmava, ainda, que o Homem possui o dever de se organizar com o objetivo de melhorar e transformar as condições de vida.

Esta aplicação da ciência na indústria, descrita por Francis Bacon, passou a ser visível dois séculos depois. Quando James Watt desenvolveu, em 1769, a primeira Máquina a Vapor. A partir daí, as ferramentas humanas não necessitavam mais da força do homem para funcionarem, tornando-as muito mais autônomas, se comparado com as ferramentas existentes anteriormente. Esta fantástica evolução apresentou a toda a humanidade a enorme capacidade de evolução social e econômica, quando se tem a aplicação da Ciência nos meios Industriais.

A partir daí, a humanidade se dedicou a utilizar a ciência para a evolução constante de suas ferramentas, alcançando em 1921, o termo "*Robô*". Este termo foi apresentado

durante uma peça teatral chamada de *Os Robôs Universais de Russum (R.U.R)*, a qual apresentava os robôs como sendo seres autômatos que acabam se rebelando contra os humanos. A palavra robô é derivada da palavra *robota*, de origem eslava, que significa *trabalho forçado*. (ROMANO, 2002).

Na década de 40, o escritor Isaac Asimov popularizou o conceito de robô como sendo uma máquina de aparência humana, porém sem sentimentos. Segundo ele, os comportamentos presentes no robô seriam definidos a partir de programação realizada por seres humanos. Asimov criou o termo *Robótica*, definindo-o como o estudo dos robôs, especificando, ainda, as três leis fundamentais da robótica:

1. Um robô não pode fazer mal a um ser humano e nem consentir, permanecendo inoperante, que um ser humano se exponha a situação de perigo;
2. Um robô deve obedecer sempre às ordens de seres humanos, exceto em circunstâncias em que estas ordens entrem em conflito com a 1ª lei;
3. Um robô deve proteger a sua própria existência, exceto em circunstâncias que entrem em conflito com a 1ª e 2ª leis.

As três leis fundamentais da robótica levam em consideração um robô totalmente autônomo, que seria capaz de realizar qualquer atividade sem o apoio de um humano. Uma das questões mais importantes quando se trata da autonomia dos robôs é referente a mobilidade dos mesmos. 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 com 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 observar e 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:** Está 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.

Levando em consideração a primeira técnica apresentada, a utilização de mapas, (OLIVEIRA, 2008) mostra a possibilidade do próprio robô construir o mapa do ambiente e utilizá-lo para navegação, simultaneamente. Este problema é conhecido como problema SLAM (da sigla em inglês), que consiste em um robô autônomo iniciar a navegação em uma localização desconhecida e ambiente desconhecido, construindo um mapa deste ambiente de forma incremental e utilizando-o para calcular sua localização atual.

A utilização do SLAM é bastante útil quando não existe o conhecimento prévio do ambiente onde se deseja navegar. A resolução do problema SLAM pode ocorrer utilizando diferentes técnicas, porém, segundo (OLIVEIRA, 2008), todas estas técnicas utilizam um dos três principais métodos, que serão apresentados a seguir.

- **Teoria da Estimação Utilizando Filtro de Kalman:**

Fornece uma solução recursiva para a navegação do robô e utiliza técnicas estatísticas para definição da localização do mesmo, levando em consideração a observação relativa dos marcos presentes no ambiente. É bastante utilizado no contexto da indústria aeroespacial e marinha.

- **Abordagem Qualitativa:**

Não utiliza técnicas de estimação da incerteza da posição do robô. Além disso, utiliza o conhecimento qualitativo da localização relativa dos marcos do ambiente e do robô para gerar o mapa global do ambiente. Possui grandes vantagens em relação ao método anterior, visto que a Abordagem Qualitativa não necessita de modelos precisos de estimação, ou seja, minimiza a necessidade dos requisitos computacionais, presente na técnica de estimação.

- **Abordagem Numérica/Computacional:**

Inclui o uso de correspondência com marcos artificiais do ambiente. (Ler mais sobre este método, ler os trabalhos de Zang (1994), Cozman e Krotkov (1997) e Hanebeck e Schmidt (1996))

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 4.

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 2 vezes nas páginas 4 e 5.

ROMANO, V. F. *Introdução à Robótica Industrial*. [S.l.]: Edgard Blücher Ltda, 2002. ISBN 8521203152. Citado na página 4.

SANTOS, F. M.; SILVA, V. F.; ALMEIDA, L. Auto-localização em pequenos robôs móveis e autônomos: O caso do robô bulldozer iv. 2002. Citado na página 4.