

SENSOR DE ORIENTAÇÃO E POSIÇÃO UTILIZADOS PARA NAVEGAÇÃO DE ROBÔS MÓVEIS

Rejane CAVALCANTE SÁ(1); Antonio THEMOTEO VARELA (2); Daniel Henrique da
SILVA(3)

(1) CEFET - CE, Avenida 13 de maio, 2081 – BENFICA – FORTALEZA/CE, (85) 3307 - 3710, (85) 3307 - 3708,
rejane_sa@yahoo.com.br

(2) CEFET- CE, themoteo@cefetce.br

(3) CEFET- CE, dh151005@hotmail.com

RESUMO

Um robô móvel autônomo deve ser capaz de se mover e tomar decisões sem a interferência humana, onde uma das características principais é a percepção realizada por meio de sensores. Um tipo de sensor usado em robótica para orientação é a bússola eletrônica 1490, que possui um erro de 22,5°, apresentando, assim, desempenho não satisfatório. Outro sensor usado é o *encoder* óptico que mede o número de rotações das rodas, e permite que se obtenha informações de odometria. Este trabalho tem como objetivo a integração de dois sensores de baixa precisão, onde um melhora a precisão do outro, sendo possível garantir ao sistema um maior nível de autonomia e robustez, tendo como vantagem o baixo custo dos materiais utilizados. O algoritmo feito baseia-se em manter uma unidade robótica móvel na orientação correta a partir dos dados fornecidos por estes sensores.

Palavras-chave: Robótica, sensores, navegação.

1. INTRODUÇÃO

A robótica é uma área do conhecimento que tem evoluído de forma muito rápida nos últimos anos, entretanto, o estudo, o projeto e a implementação de robôs vêm sendo desenvolvidos há vários séculos. Os primeiros robôs eram autômatos complexos, que executavam tarefas de modo repetitivo. Hoje uma unidade robótica móvel autônoma deve ser capaz de se mover sem a interferência humana e ser capaz de se adaptar às possíveis mudanças em percursos e trajetórias que deva seguir.

Os robôs móveis e fixos têm sido incorporados às diversas etapas da produção em massa. Com elevada flexibilidade de variação do produto na produção e com padrões de qualidade normalizados têm justificado a automação intensiva dos processos produtivos. Podem-se definir os robôs industriais como ferramentas móveis motorizadas, com diversos graus de liberdade incorporando variados recursos da informática, uso de sensores, de dispositivos e de tecnologias de execução da produção.

A robótica móvel constitui uma sub-área da robótica, de operação automática ou semi-automática, que envolve principalmente reconhecimento do ambiente de navegação, realização de movimentos sem colisões, a localização e o alcance de alvos, transporte de peças, a auto-suficiência do robô em termos de suprimento de energia.

Robôs móveis automáticos como um sistema, podem ser subdivididos em três subsistemas básicos:

- a) subsistema de sensores ou transdutores para monitoramento do ambiente,
- b) subsistema de simples detecção de obstáculo,
- c) subsistema de planejamento de tarefas e integração no ambiente

O presente trabalho situa-se no campo do subsistema de sensores ou transdutores, no estudo e na construção de um algoritmo capaz de controlar e ajustar a trajetória de um robô através de sensores. Sendo que um sensor irá suprir a deficiência do outro.

2. ROBÔS MÓVEIS

Os robôs móveis autônomos têm uma arquitetura composta basicamente de sensores, controle e atuadores como mostra a figura 1.

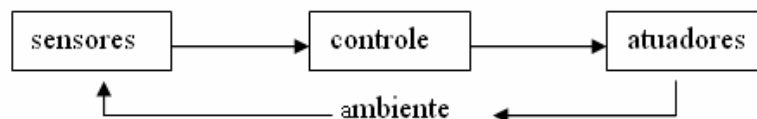


Figura 1. Arquitetura do robô.

2.1. Sensores

Uma das características principais dos robôs móveis é a percepção realizada por meio de sensores que podem garantir ao sistema um maior nível de autonomia e robustez. Os sensores empregados junto à robótica móvel são de diferentes tipos, como por exemplo os *encoders*, que servem para fornecer uma realimentação do resultado de uma ação.

O adequado uso dos sensores, bem como a correta interpretação dos dados fornecidos por estes, é que permitirá a correta implementação, ou simulação, de sistemas para robôs móveis autônomos mais robustos. Um outro tema de grande relevância na robótica é a integração de sensores (fusão sensorial), de modo a integrar e explorar a complementaridade entre os diferentes sensores, que possuem diferentes escalas de sensibilidade e confiabilidade.

Tabela 1. Tipos de sensores usados em robôs móveis autônomos.

| Sensor | Função |
|---------------------------|---|
| Encoder(de rodas) | Mede o número de rotações das rodas, e permite que se obtenha informações de odometria |
| Sensor de infravermelho | Mede a distância entre o sensor e um obstáculo posicionado em frente a ele, através da estimativa da distância calculada em função do retorno da reflexão da luz na superfície (medida de distância). |
| Sonar (ultra-som) | Estima a distância entre o sensor e os obstáculos ao seu redor, através da reflexão sonora. É um sensor mais sensível a perturbações, obtendo medidas aproximadas (medida de distância). |
| Sensores de Contato | Identifica quando ocorre uma colisão entre o sensor e um ponto de contato (medida de contato/pressão). |
| Bússola eletrônica | Identifica a orientação do sensor em relação ao campo magnético da terra(medida de orientação-posição relativa). |
| GPS | Identifica a posição absoluta do sensor no globo terrestre, baseando-se na rede satélites GPS – Global Positioning System (medida de posicionamento absoluto). |
| Sensor Laser | Mede a distância entre o sensor e um obstáculo posicionado em frente-sensor direcional de alta precisão (medida de distância) |
| Imagens: Visão Artificial | O uso de imagens permite que sejam adquiridas a partir de uma ou mais câmeras (visão monocular, estéreo ou omnidirecional) descrições do ambiente (imagem monocromática ou colorida). As imagens permitem que se implemente técnicas de determinação de posicionamento relativo, posicionamento absoluto, detecção e estimativa de deslocamento, assim como detecção de obstáculos. |
| Outros sensores | Acelerômetros, Giroscópios, Sensores de Inclinação, Radar,... |

2.2. Atuadores

Os atuadores são elementos ativos dentro de um sistema de automação, cuja função é transformar sinais de controles em energia mecânica, a fim de que se realize algum trabalho. Na escolha de um atuador, são fatores relevantes o seu peso e tamanho, a sua velocidade, o seu torque e o seu consumo. Tipicamente, robôs móveis precisam de alto torque e relativa baixa velocidade (Ribeiro, 2003). Os motores são os atuadores mais comuns na robótica, em particular os motores elétricos.

2.3. Circuito de controle

O circuito digital de controle é responsável por processar os sinais digitais e definir as ações a serem adotadas pelo robô. Para este circuito é normalmente utilizado um microcontrolador. Um microcontrolador é um componente de hardware que integra em uma só pastilha um microprocessador, memória, conversores analógico-digital e digital-analógico (Gimenez, 2002). Dentre as vantagens da utilização de um microcontrolador, pode-se destacar o seu baixo custo e a sua facilidade de uso, que neste trabalho foram ferramentas determinantes para a escolha dos componentes.

3. PROPOSTA

A proposta de estudo inicial foi usar uma bússola eletrônica para indicar uma orientação ao robô e fazê-lo não fugir de uma rota pré-definida por erro dos motores. Como os dados fornecidos pela bússola digital 1490 não são satisfatórios, pois existe a possibilidade de erros de trajetória em ângulos de até 22,5°. Para amenizar este problema foi usado *encoders* nos eixos dos motores, visando suprir os erros causados pela deficiência desta bússola.

4. HARDWARE E SOFTWARE

O sensor utilizado para orientação foi a bússola digital 1490, que indica os pontos cardeais e colaterais por meio de quatro saídas, onde é indicado um ponto cardinal quando uma saída indica nível lógico zero e um colateral é indicado quando duas saídas indicam nível lógico zero. Como essa bússola não mostra os pontos sub-colaterais é observado a imprecisão de 22,5° citada anteriormente na seção 3 deste trabalho, levando a um resultado indesejado.

Tabela 2. Pontos cardeais.

| | | |
|----------|-------|------|
| N | Norte | 0° |
| L | Leste | 90° |
| S | Sul | 180° |
| O | Oeste | 270° |

Tabela 3. Pontos colaterais.

| | | |
|-----------|----------|------|
| NE | Nordeste | 45° |
| SE | Sueste | 135° |
| SO | Sudoeste | 225° |
| NO | Noroeste | 315° |

Tabela 4. Pontos sub-colaterais.

| | | |
|------------|--------------|--------|
| NNE | Nor-Nordeste | 22,5° |
| ENE | Lés-Nordeste | 67,5° |
| ESE | Lés-Sueste | 112,5° |
| SSE | Su-Sueste | 157,5° |
| SSO | Su-Sudoeste | 202,5° |
| OSO | Oés-Sudoeste | 247,5° |
| ONO | Oés-Noroeste | 292,5° |
| NNO | Nor-Noroeste | 337,5° |

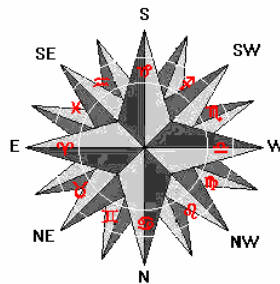


Figura 2. Rosa dos Ventos.

O *encoder* é um dispositivo eletrônico capaz de medir deslocamentos angulares ou lineares. Na verdade, ele não é apenas eletrônico, pois possui partes móveis mecânicas.

O *encoder* utilizado neste trabalho é do tipo óptico retirado de um mouse de computador. O funcionamento deste é realizado por meio de uma fonte de luz tratada por lentes que atravessa um disco perfurado. A cada janela do disco, a luz consegue atingir os foto elementos do outro lado. Como a geometria do disco é circular, a exposição dos foto elementos à luz é gradativa, isto é, a luz começa incidindo com pouca intensidade até chegar ao máximo. Neste ponto, começa a diminuir na mesma proporção. Em vista disso, as formas de onda geradas por um *encoder*, logo após os foto elementos, são senoidais. Para transformar a onda senoidal em uma onda quadrado foi usado o amplificador operacional 741 na forma de comparador.

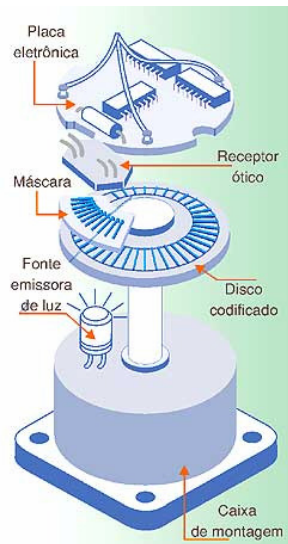


Figura 3. Visualização de um encoder.

O circuito que compõe o controle é baseado em microcontroladores PIC18F452 de fabricação da Microchip. Este tipo de dispositivo tem varias vantagens sobre a arquitetura convencional: versatilidade, baixo consumo de potência, tamanho, etc. É importante notar que os microcontroladores e os microprocessadores introduzem uma ferramenta significativa à solução do problema de controle dos robôs: o software. O comportamento do robô baseado em software, poderá ser modificado simplesmente com a implementação de um novo programa sem necessidade de alterações físicas. Todas estas vantagens foram alcançadas com a utilização do microcontrolador PIC 18F452, no presente trabalho.

É importante ter em mente que o “hardware” determina o potencial final de um robô, mas o que permite realizar este potencial é o trabalho do “software” (Jones, 1993).

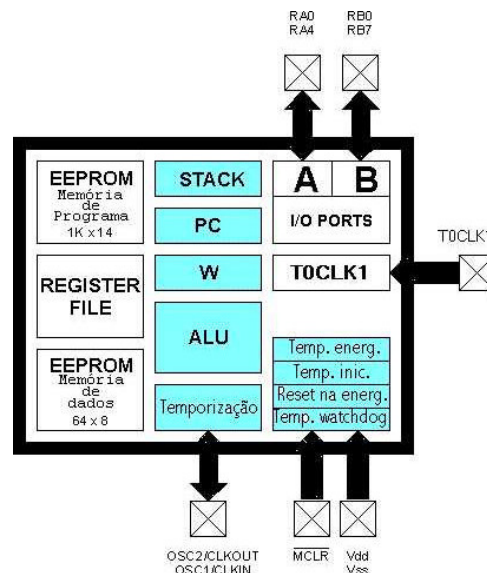


Figura 4. Diagrama de blocos do PIC.

A lógica implementada no microcontrolador foi toda desenvolvida utilizando a linguagem de programação C, através do compilador CCS.

O algoritmo baseia-se principalmente em verificar a mudança de direção indicada pela bússola e assim que este é feita o *encoder* é acionado e começa a enviar os pulsos de cada motor. O tempo gasto pela bússola para indicar a mudança de direção é usado pelo *encoder* que ira no fim desse período fornecer a rotação de cada motor. Com os valores recebidos pela bússola e pelo *encoder* é feito uma comparação. Se os dados

mostrados pela bússola corresponder aos dados mostrados pelos *encoders* o robô não saiu da rota desejada. Se isso não acontecer, o robô irá parar e tentará encontrar pela bússola sua rota. Para isto o robô irá girar até que a bússola alcance um ponto, colateral ou cardinal, diferente daquele previsto pelo microcontrolador. Este ponto estará a um ângulo de $22,5^\circ$ do previsto, já que a bússola indica um novo ponto assim que entra na área deste, podendo saber a orientação exata a partir do erro. Essa informação é utilizada pelo microcontrolador para levar os *encoders* a correção da rota, fazendo com que o robô gire o numero de graus necessários para a volta a orientação certa.

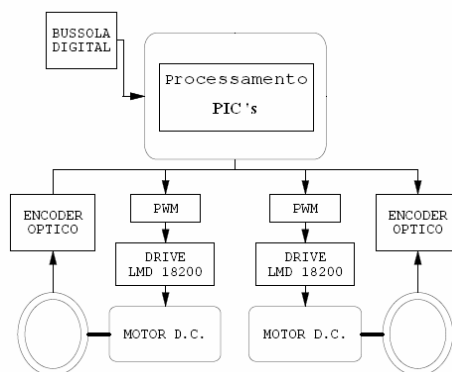


Figura 5. Diagrama de blocos do robô móvel.

3. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentada uma fusão de sensores voltada para orientação, que permitiu a um robô móvel tomar decisões no re-planejamento e correção de sua trajetória. Para tanto, foram utilizadas informações de orientação e odometria vindo dos sensores.

Nos experimentos realizados foram determinados todas as deficiências apresentadas pelos sensores e implementadas no algoritmo, que integrou os sensores de modo a manter sempre na mesma orientação o robô móvel. Não foram consideradas situações imprevistas, como por exemplo, obstáculos na pista. Todavia o controle de colisão de obstáculos pode ser realizado através de sensores de toque, ultra-som ou infravermelho.

Com a fusão dos sensores foi possível manter a orientação definida constante, assim como a trajetória reta, suprimindo as deficiências de cada sensor.

REFERÊNCIAS

- BATES, MARTIN. **Interfacing PIC Microcontrollers**, Embedded Design by Interactive Simulation. Newnes, 2006.
- BATISTA, I. J. L., **Modelo de Navegação para Robôs Móveis Baseado em Redes de Petri Coloridas**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil, 2007.
- BORENSTEIN, H. R., et al. **Navigation Mobile Robots: Systems and Techniques**, AK Peters, 1996.
- COSTE-MANIÉRE, E. E SIMMONS, R. **Architecture, the backbone of robotic systems**. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2000.
- DIAS, S. M., MEDEIROS, F. P. A., ALSINA, P. J. E ADELARDO A. D. M. **Arquitetura Distribuída de Software e Hardware Aplicada a uma Plataforma Robótica Autônoma**, 2005.
- MUTAMBARA, A. G. O. **Decentralized Estimation and Control for Mult-sensor systems**. EUA: CRC Press, 1998.
- PEREIRA, FÁBIO. **Microcontroladores PIC: Programação em C**. São Paulo, Editora Érica, 2003.