

# Desenvolvimento de um braço manipulador robótico didático de baixo custo controlado por computador

Gutemberg S. Santiago<sup>1</sup>  
UFRN – CT – DEE – LECA  
59072-970 Natal RN  
berg@leca.ufrn.br

Adelardo A. D. Medeiros  
UFRN – CT – DEE – LECA  
59072-970 Natal RN  
adelardo@leca.ufrn.br

## 1. Introdução

A robótica é uma área de ensino e pesquisa promissora, que tem despertado interesse nas instituições de ensino e pesquisa. O processo de automação industrial pelo qual o país está passando requer profissionais com formação e experiência no uso de robôs, o que vem sendo buscado pelas universidades e instituições de ensino técnico.

Um dos grandes problemas na área é o acesso a equipamentos didáticos. Os robôs manipuladores, mesmo didáticos, são equipamentos caros e de difícil aquisição, o que impede a sua vulgarização como ferramenta de ensino e pesquisa.

Outro problema é que tais robôs não exploram toda a capacidade didática que possuem. O hardware utilizado para o controle do robô é proprietário, ou seja, o fabricante não disponibiliza documentação do circuito de controle. O código fonte do software de controle não é completamente aberto. A principal parte do código está em bibliotecas pré-compiladas.

Procurou-se então desenvolver uma solução de baixo custo e documentada que permita difundir o ensino e pesquisa em robótica. O protótipo apresentado neste artigo, denominado *Volker*, parece-nos uma boa solução para oferecer um primeiro contato com o uso de robôs manipuladores.

## 2. Metodologia

Os princípios que nortearam o projeto e construção deste braço são os seguintes:

- Robô manipulador com cinco graus de liberdade e garra, com acionamento independente das juntas e controlado por computador.
- Baixo custo.
- Facilidade de reprodução e mesmo de produção em série.
- Programa de controle similar às interfaces de operação dos robôs industriais.
- Disponibilidade de ampla documentação e material didático de apoio.
- *Software* de controle disponível para diversos sistemas operacionais.

Decidiu-se iniciar a construção do protótipo a partir de um kit para construção de pequenos manipuladores robóticos, comercializado pela Lynxmotion [1]. Este kit foi escolhido por já conter os componentes necessários à construção de um braço semelhante ao que desejávamos: material plástico, servomotores, componentes eletrônicos para o controle dos motores e interfaceamento com computador, etc.

O projeto original do robô foi modificado para se adequar às metas definidas. A principal modificação foi a adição de um quinto grau de liberdade, com o conseqüente acréscimo de mais um motor. Esta carga extra exigiu um reestudo do projeto mecânico, para adequação das dimensões do robô à potência dos motores.

Um *software* de controle do robô foi desenvolvido com a finalidade de produzir um ambiente onde um usuário final possa interagir com o braço manipulador de forma a permitir a movimentação das juntas do

---

<sup>1</sup> Participação no projeto financiada pelo programa PIBIC/CNPq.

robô e sua programação. Esta tem o objetivo de fazer o robô executar uma tarefa automatizada.

### 3. Características técnicas

#### 3.1. O projeto mecânico

O protótipo, construído em PVC, possui as características e dimensões indicadas na figura 1.

#### 3.2. O acionamento

O robô é acionado por 7 (sete) servomotores, do tipo utilizado em aeromodolismo. Os servomotores são dispositivos que integram um motor CC, um conjunto de engrenagens para redução, um potenciômetro para medida de posição angular e um circuito integrado dedicado para fazer o controle de posição. O sinal de referência para o servomotor é fornecida como um sinal modulado em largura de pulso (PWM), onde a largura do pulso indica a posição angular desejada para o eixo do servomotor.

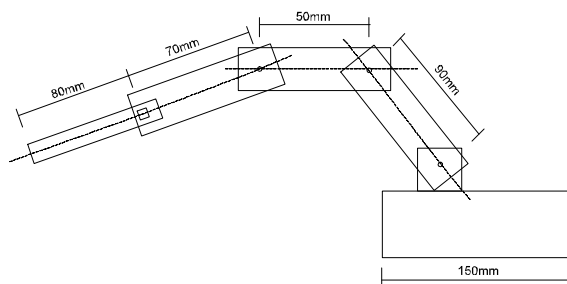


Fig. 1 – Diagrama esquemático do robô

#### 3.3. A comunicação com o computador

Um computador do padrão IBM-PC controla o braço manipulador através da porta serial de comunicação. Um circuito de interfaceamento, baseado no microcontrolador PIC16C61 da Microchip [2], decodifica as mensagens recebidas através da porta serial e gera os sinais PWM apropriados para o todos os servomotores.

#### 3.4. O software de controle

A versão atual do software de controle permite ao usuário atuar sobre cada uma das juntas do robô e a garra. Uma vez posicionado corretamente o robô, a posição pode ser memorizada e efetuar-se novo posicionamento. Após a memorização de todos os pontos desejados, o manipulador pode passar a operar de forma automática, movendo-se de cada ponto memorizado ao ponto seguinte de forma contínua.

O programa foi desenvolvido em C++ e possui versões que se executam nos sistemas operacionais Unix e Windows.

### 4. Resultados

Na figura 2 vê-se o robô *Volker*. Ele tem sido utilizado com êxito como material de apoio em palestras e cursos sobre robótica, revelando-se ser uma ferramenta bastante útil no ensino e pesquisa em robótica.

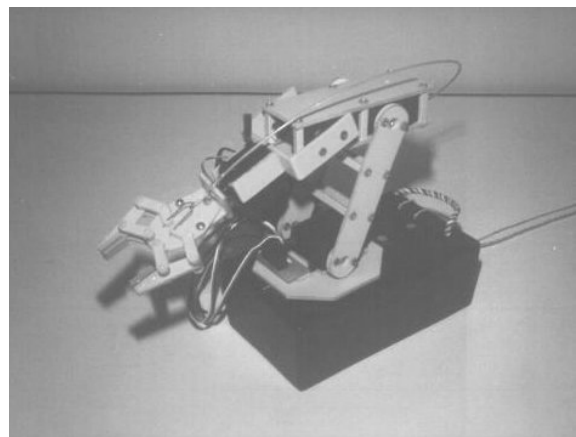


Fig. 2 – O robô *Volker*

### 5. Conclusões

O braço manipulador robótico desenvolvido satisfaz aos objetivos iniciais do projeto: possui movimento rápido e preciso, que permite demonstrar o funcionamento de um robô manipulador industrial; é de fácil construção, possibilitando a sua reprodução em série; tem arquitetura aberta: hardware e software documentados para serem usados na pesquisa em braços manipuladores; tem

*software* disponível para várias plataformas, que permite sua manipulação de diferentes plataformas de computação; é de baixo custo (inferior a 300 dólares), que permite a alunos e pesquisadores terem contato com um braço manipulador controlado por computador.

Uma das melhores possibilidades abertas por este equipamento é a construção de uma bancada de experimentação para a simulação de linhas de produção industrial automatizadas, com grande número de robôs. Tal bancada se construída com robôs disponíveis comercialmente (mesmo didáticos), estaria fora do alcance financeiro de muitas instituições de ensino.

## 6. Perspectivas

Algumas perspectivas para a continuação do trabalho em um futuro próximo são as seguintes:

- Implementação do modo de controle por coordenadas xyz.
- Desenvolvimento de uma linguagem de programação e de uma caixa de treinamento (*teach pendant*) para o manipulador, similares às disponíveis em robôs industriais.
- Geração de experiências e material didático de apoio para ensino de robótica.
- Construção de outros manipuladores, permitindo a realização de experiências envolvendo cooperação entre robôs.

## 6. Bibliografia

- [1]([www.lynxmotion.com](http://www lynxmotion.com))
- [2]([www.microchip.com](http://www.microchip.com))
- [3]Mccomb G., **The Robot Builder's Bonanza: 99 Inexpensive Robotics Projects**, TAB Books - division of McGraw-Hill, 1987
- [4]Jones J. L., Flynn A. M., **Mobile Robots: Inspiration to Implementation**, AK Peters, 1993
- [5]Sciavicco L., Siciliano B., **Modeling and Control of**

**Robot Manipulators**, McGraw-Hill, 1996

- [6]Volkerding P., Foster-Johnson E., Reichard K., **Linux Programing**, MIS: press, 1997
- [7]Baumann P. H., **The Linux Serial Programming HOWTO**, The Linux Documentation Project (<http://sunsite.unc.edu/mdw/linux.html>) 1998
- [8]Burkett B. S., Goldt S., Harper J. D., Meer S., Welsh M., **The Linux Programmer's Guide**, The Linux Documentation Project (<http://sunsite.unc.edu/mdw/linux.html>) 1996