

DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ BÍPEDE CONTROLADO PELA PORTA USB

Rennie S. Machado¹, Sérgio V. Santos², Luis Filipe Wiltgen Barbosa³

^{1,2,3} LRA/FEAU/UNIVAP - São José dos Campos – SP

³wiltgen@univap.br

Resumo- Este artigo descreve a construção de um robô bípede, com uma estrutura mecânica articulada do tipo híbrida, formada pela união de perfis "U" através de juntas rotativas nas quais foram fixados seis servomotores. Esses servomotores são responsáveis por criar um torque que produzirá uma rotação horária ou anti-horária, fazendo, assim, com que o conjunto de perfis se movimente. A seqüência de controle é realizada por meio de uma interface de controle USB, dotada de um microcontrolador previamente programado para enviar e receber dados a um programa desenvolvido em Visual Basic hospedado num PC. O robô tem o objetivo de deslocar-se em linha reta; uma vez que é microcontrolado, ele pode ser facilmente adaptado para funcionar de modo autônomo.

Palavras-Chave: Robótica, bípede, microcontrolador, servomotores, USB.

Área do Conhecimento: III – Engenharias

Introdução

Um robô é um dispositivo, ou grupo de dispositivos eletromecânicos ou biomecânicos, capaz de realizar trabalhos de maneira autônoma, pré-programada ou através do controle humano. Os robôs são comumente utilizados na realização de tarefas em locais insalubres ou de condições adversas para os seres humanos. Outras aplicações incluem o tratamento de lixo tóxico; exploração subaquática e espacial; cirurgias; mineração; busca e resgate e localização de minas terrestres. Os robôs também aparecem nas áreas do entretenimento e tarefas caseiras.

O termo robô tem origem na palavra Tcheca *robota*, significando "trabalho forçado". O robô presente no imaginário mundial teve origem numa peça do dramaturgo *Karel Čapek*, na qual existia um autômato escravo com forma humana e capaz de fazer tudo em lugar do homem.

A área robótica requer conhecimentos em eletrônica, mecânica e programação. Dependendo da complexidade do projeto, serão necessários ainda conhecimentos mais profundos em física, biologia e outras áreas do conhecimento. Por isso mesmo a robótica é conhecida como uma área multidisciplinar.

Os robôs podem ser divididos em classes, segundo o seu tipo e aplicação. O robô desta pesquisa é um bípede e recebeu o nome de RB-01.

O RB-01 foi desenvolvido e construído com material de baixo custo e de simples aquisição, como chapas de alumínio e servomotores. O desenvolvimento e a execução desta máquina é acessível à maioria dos estudantes e *hobistas*.

O microcontrolador utilizado no sistema de controle da máquina foi o *PIC 18F2550* da

Microchip[®], que já possui comunicação direta com porta USB (MARTÍNEZ, 2005).

As principais características deste robô são a movimentação em linha reta com boa estabilidade e o controle por intermédio de um programa hospedado em um computador padrão IBM-PC que enviará os dados para o PIC através da porta USB para a execução dos movimentos.

Dentre suas características, o RB-01 traz embutido o caráter tecnológico que agrega conceitos de dinâmica, eletrônica e computação. Isso possibilita o envolvimento em diferentes áreas de conhecimento e competências, que é o objetivo do projeto.

A maior parte dos robôs bípedes atuais tem propósitos científico/acadêmico voltados para a pesquisa e a aplicação de novas teorias de controle, o que é o nosso caso. Este robô testa novos desafios da pesquisa em bípedes que vem sendo realizada há três anos no *Laboratório de Robótica e Automação (LRA/FEAU)*. Sendo este o quinto robô bípede projetado e construído no LRA.

RB-01 pode ser adaptado para uso prático, embora não seja este o objetivo do projeto. No mundo já são construídos e vendidos robôs para atuar na indústria, no auxílio a deficientes e no entretenimento, como é o caso do *Asimo* da Honda[®] e do *SDR-4* da Sony[®].

Cientificamente, o RB-01 é definido como uma estrutura mecânica articulada do tipo híbrida, ou seja, formada pela união de segmentos através de juntas rotativas, originando uma cadeia cinemática, ora aberta (com um pé no solo) ora fechada (com ambos os pés no solo). Por isso é híbrida (SANDLER, 1999).

O desafio na construção deste projeto foi o desenvolvimento da estrutura metálica, bem como a elaboração de algoritmos capazes de controlar o robô para ele se locomover.

Desenvolvimento do Robô

O robô RB-01 foi concebido pensando em uma estrutura mecânica simples e de baixo custo, com resistência e leveza adequadas, sendo basicamente composta por perfis de alumínio no formato U fixados por meio de porcas e parafusos a uma base de acrílico que dá sustentação ao conjunto de perfis que compõe cada uma das pernas fixadas ao pé, feito também em acrílico. O conjunto de perfis em U pode ser visto na Figura 1.

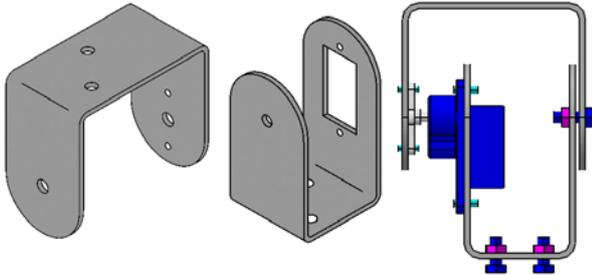


Figura 1- Perfil U que compõem as articulações das pernas do robô.

A principal característica referente ao funcionamento do RB-01 é sua perna projetada para que fique em forma de V (com o joelho invertido em relação ao joelho humano), e seu pé com dois prolongamentos que se estendem até um pouco depois do centro de massa do robô, com o intuito de garantir o equilíbrio e a estabilidade da estrutura quando se locomova. Nas Figuras 2 e 3, podem ser vistas, respectivamente, uma fotografia do robô finalizado e uma imagem em 3D utilizada para testar a estrutura antes de ser construída.



Figura 2- Fotografia do Robô RB-01.

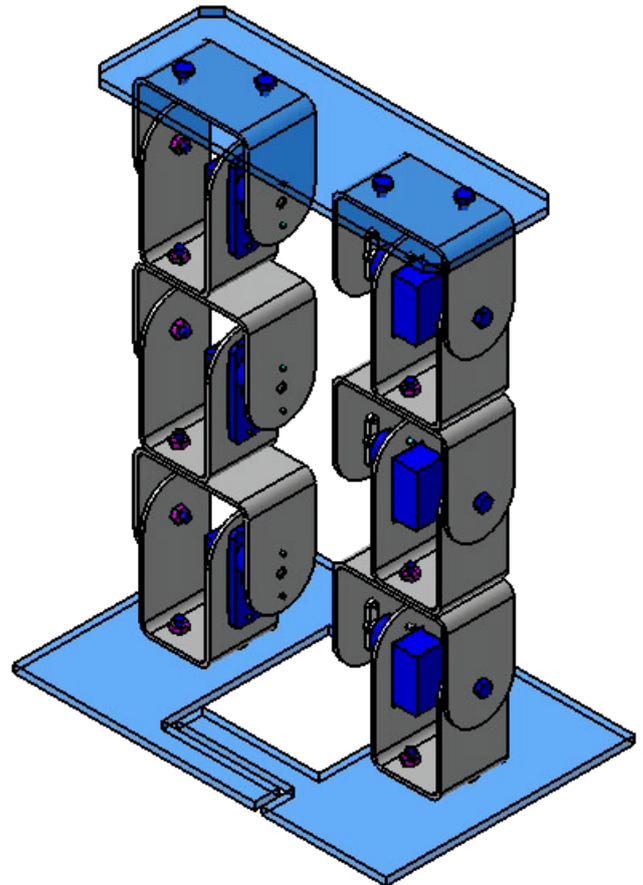


Figura 3- Imagem em 3D do Robô RB-01.

Funcionamento do Robô

O acionamento dos servomotores dá-se através da placa controladora que é conectada diretamente à porta USB de um computador PC. Toda a documentação da porta USB foi obtida da própria Intel e é necessária para o programa tanto do PC como da própria controladora de servos USB.

O circuito da placa controladora é composto basicamente de um microcontrolador *PIC18F2550* que se encarrega de fazer praticamente tudo, já que possui uma porta USB nativa, utilizando um relógio (*clock*) de 8Mhz suficiente para manter os ciclos de *PWM* (*modulação por largura de pulso*) necessários para os servos (LOVINE, 2004), o circuito conta com um *relé* de 5V, cuja função é cortar a alimentação positiva dos servos enquanto se detecta a controladora pela USB, evitando assim ruídos e interferências que podem levar o microcontrolador a se comportar de maneira inesperada.

O circuito também possui dois *leds* indicadores, com isso, uma vez que a controladora é detectada pelo PC, acenderá o *led* vermelho e depois se ativará o *relé*, ativando os servos (assim, evitamos qualquer problema nos servos); o *led* verde indica dados recebidos na porta USB (atividade). A fotografia da placa de controle, construída

especialmente para este projeto, pode ser vista na Figura 4.



Figura 4- Placa de controle de servomotores (08 – unidades) via USB.

Características da placa controladora:

- *Auto Ajustável (Plug´n Play);*
- *Sistema completo de comunicação USB, de forma que se possa atuar sobre cada servo individualmente ou sobre todos através de comandos USB;*
- *A controladora é capaz de armazenar uma posição de início para os servos, de forma que quando sejam alimentados inicialmente, eles irão para esta posição, que também pode ser modificada através de um comando de programa;*
- *Pode-se ler a posição de cada servo independentemente;*
- *Pode-se variar a posição dos servos um a um ou de todos eles através de um comando;*
- *Alimentação de 5V da placa controladora é proveniente da própria porta USB do PC;*
- *Alimentação de 6V para os servos é proveniente de uma fonte externa, o que garante um isolamento galvânico do circuito microprocessado evitando interferências geradas pelos servomotores.*

A movimentação do robô é possível graças aos seis servomotores posicionados no interior de cada conjunto composto por 2 perfis U. Quando acionados, os servomotores irão criar um torque que produzirá uma rotação horária ou anti-horária, fazendo, assim, com que o conjunto de perfis se movimentem conforme a seqüência estabelecida por meio do programa de controle do robô RB-01.

Optou-se por utilizar seis servomotores da marca *Tower Pro modelo SG-90*, cujo diferencial

consiste em seu baixo custo, torque de 1kg/cm e peso de apenas 9g cada.

A seqüência de movimentos pode ser observada na Figura 5.



Figura 5- Fotografias da seqüência de movimentação do robô.

O programa de controle do robô bípede RB-01 pode ser visto na Figura 6.

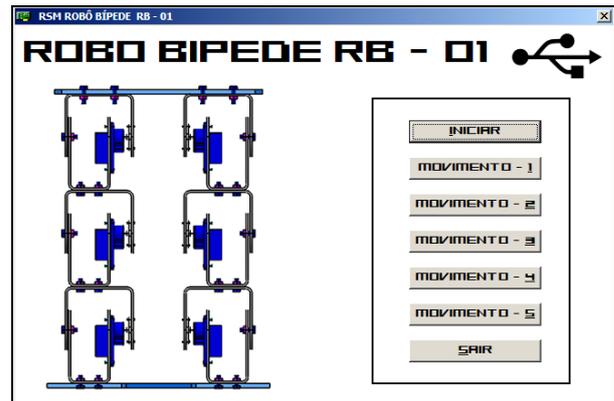


Figura 6- Programa com a interface de controle do robô.

Resultados

O desafio para este novo robô bípede foi à possibilidade de realizar o controle via uma porta USB de um computador PC. Desta forma, foi possível fazer o robô receber os dados de comando com o auxílio de um programa hospedado no PC.

O robô executa uma seqüência pré-determinada de pulsos de *PWM* que são depois convertidos em movimentos discretos nos servomotores para realizar cada movimento da articulação das pernas a fim de executar cada passo. Com isso, ele realiza, de forma autônoma, uma seqüência de movimentos representando passos de deslocamento para frente.

Desenvolveu-se neste projeto uma placa controladora de servomotores dedicada, no qual foi colocado um microcontrolador da família PIC18. A principal característica dessa família PIC é possuir uma porta de comunicação USB nativa, o que ajudou o projeto.

Quando a placa controladora é conectada ao PC, ele próprio se encarrega de reconhecer o dispositivo.

O programa de controle embarcado na placa controladora de servomotores foi desenvolvido na linguagem de programação VB (*Visual Basic*), com a utilização de uma biblioteca do tipo API, que permite enviar e receber dados a partir da porta USB (SILER, 1999).

Esta mesma placa controladora pode ser utilizada para qualquer outra aplicação que envolva servomotores, permitindo que outros dois servomotores possam ser adicionados ao projeto original, totalizando o controle de até 08 (oito) servomotores por placa.

A máquina depois de construída ficou com uma área útil de 155 cm². Os parâmetros e as características construtivas do robô podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1- Características do robô

Parâmetros do Robô RB-01	
Peso	0,26 kg
Comprimento	155 mm
Largura	100 mm
Altura	200 mm
Número de motores	06

O robô foi testado utilizando uma porta USB 2.0 na qual foram verificados problemas com os servomotores utilizados, eles não eram muito robustos. Os mesmos apresentaram baixa resistência física a movimentos rápidos, e quando forçados pelo peso do conjunto inteiro (estrutura metálica e motores que compõe o robô), falharam.

Os servomotores tendem e compensar o peso da estrutura para se manterem na posição definida pelo controle, mas ao fazê-lo eles vibram, causando vibração em todo o robô. Este efeito também pode quebrar as engrenagens da caixa de redução interna do servomotor, o que ocorreu em dois servomotores neste projeto.

Estes problemas podem ser solucionados quando é aumentado o torque do motor, ou seja, substituindo-o por servomotores mais robustos e de custo maior.

O robô mostrou-se capaz de desenvolver uma trajetória retilínea com grande estabilidade em sua cadeia cinemática, ou seja, o robô se mantém em pé quando o outro pé se encontra fora do chão, fator que possibilita otimizar a velocidade e a largura dos passos.

Conclusão

A robótica é uma área multidisciplinar altamente ativa que busca o desenvolvimento e a integração de técnicas e algoritmos para a criação de robôs.

O desenvolvimento deste trabalho de pesquisa proporcionou aos envolvidos entrar em contato com a informática, mecânica e eletrônica, bem como com a integração de todas estas partes, no qual o produto final é um dispositivo capaz de realizar tarefas de forma autônoma, ou controlada por outros dispositivos.

O próximo passo da pesquisa neste robô será o planejamento de trajetórias não retilíneas e de movimentos diferenciados para cada perna permitindo a execução de movimentos sem deslocamento da estrutura.

O robô passou por uma série de testes cujas mudanças e adaptações fizeram-se necessárias visando maior equilíbrio dinâmico e estático, chegando-se a um modelo funcional. Com este modelo é possível partir para estudos mais avançados, além de proporcionar o ensino na área de robótica.

Referências

- ENGELBERGER, J. F. **Robotics in Practice**, Kogan Page, London, 1980.
- HELLEBUYCK, C. **Programming PIC Microcontrollers with PICBASIC**, Newnes, 2003.
- LOVINE, J. **PIC Robotics**, McGraw-Hill, 2004.
- LOVINE, J. **Robots Androids and Animatrons**, McGraw-Hill, 1999.
- MARTÍNEZ, I. **Microcontroladores PIC**, McGraw-Hill, 3ª edição, 2005.
- MATIC, N. **Basic for Microcontrollers**, mikroElektronika, 1994.
- McCOMB, G. **Robot Builder's Sourcebook**, Tab Electronics, 2001.
- McCOMB, G. **Robot Builder's Bonanza**, Tab Electronics, 2004.
- SANDLER, B. **Robotics - Designing the Mechanisms for Automated Machinery**, Academic Press, 1999.
- SILER, B. **Usando Visual Basic 6**, Campus, 1999.