



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



Desenvolvimento de manipuladores robóticos visando sua utilização no ensino médio.

Eric Fernando Miyamoto Yanagiya, FEIS-UNESP, curso de Engenharia Elétrica, e-mail: eric_miyamoto@hotmail.com – bolsa de extensão, Suely Cunha Amaro Mantovani, e-mail: suely@dee.feis.unesp.br, Nobuo Oki, FEIS-UNESP, DEE, e-mail: nobuo@dee.feis.unesp.br, Márcio Antônio Bazani, FEIS-UNESP, DEM, e-mail: bazani@dem.feis.unesp.br.

Eixo: Novas Tecnologias: Perspectivas e Desafios

Resumo

Neste trabalho apresenta-se o desenvolvimento do projeto multidisciplinar envolvendo um manipulador robótico com três graus de liberdade (GL) e uma garra terminal, e a sua análise por cinemática direta. Utilizam-se motores de passo nas juntas, engrenagens e sensores e o controle é realizado por placa *single board*, Raspberry Pi. A placa controladora é programada na linguagem Python, onde se tem como objetivo a realização de uma tela gráfica em um monitor ou computador de forma a tornar o controle do protótipo um sistema amigável e acessível ao aluno do ensino médio ou das séries finais do ensino fundamental, podendo auxiliar no estudo das disciplinas de matemática e física, principalmente.

Palavras Chave: manipulador robótico, microcontroladores, robótica educacional

Abstract

In this paper is presented the development of a multidisciplinary project involving a robotic manipulator with three degrees of freedom (DOF) and an end effector and its analysis by forward kinematics. Stepper motors are used in the joints, gears and sensors and control is performed by single board, Raspberry Pi. The controller board is programmed in Python, which has as its objective the realization of a graphical display on a monitor or computer in order to make the prototype control a friendly and accessible system to the high school student or the end of school grades fundamental, and may help in the study of math and physics, mostly.

Keywords: robotic arm, microcontrollers, educational robotic

Introdução

A robótica é o ramo da tecnologia que lida com o projeto, construção e operação de robôs. Utiliza conceitos das Engenharia Elétrica, Mecânica e da Ciência da Computação.

Desde a Antiguidade Clássica o conceito de máquinas que trabalhavam de maneira autônoma já estava presente, porém isso só se tornou possível a partir do século XX com as intensas pesquisas e trabalhos na área. Grandes cientistas como Leonardo Da Vinci e Nikola Tesla colaboraram para o avanço e crescimento da robótica (VENDRAME JR.,2013).

Atualmente, observam-se robôs em vários setores que vão desde a indústria até a medicina. Eles são utilizados para realizar trabalhos onde há insalubridade para os seres humanos, processos repetitivos, e para garantir uma maior precisão em processos Industriais, aumentando a produtividade e lucratividade de uma empresa.

Têm-se processos robotizados na área da medicina que contribui com equipamentos que auxiliam na gestão de hospitais e cirurgias, por exemplo. Sabe-se que uma das maiores causas de morte no país está ligada a erros médicos, seja em processos cirúrgicos ou até mesmo com erros de medicações. Um grande hospital necessita de muitos enfermeiros para separar os medicamentos e doses corretas para cada paciente e, por ser um processo monótono e cansativo, muitas vezes ocorrem erros de má dosagem e combinações de drogas, além disso, é necessário que um grande número destes profissionais sejam alocados para estas funções, enquanto poderiam estar realizando tarefas ligadas diretamente aos doentes. A empresa McKesson de São Francisco, por exemplo, possui um robô chamado "Rx" que auxilia no controle e gerenciamento destes medicamentos, separando corretamente as doses para cada paciente, em pacotes identificados por códigos de barras, evitando, assim, erros relacionados às trocas de medicamentos entre os usuários. Desta forma,



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROG. DE EXTENSÃO CURRICULAR

profissionais que trabalham em diferentes turnos têm um maior controle sobre cada doente dentro do hospital e o gerenciamento dos medicamentos.

Com o avanço da nanotecnologia, os robôs cirurgiões estão sendo cada vez mais empregados, permitindo que haja uma maior precisão e uma rápida recuperação dos pacientes, comparados ao método tradicional. Estes robôs, por seu tamanho reduzido (7mm de largura), possibilitam cirurgias com incisões muito pequenas nos pacientes, diminuindo o período de recuperação, permitem um maior controle e precisão sobre o processo cirúrgico, pois são dotados de filtros eliminando os tremores das mãos dos médicos.

A era robótica atinge também a área da educação que tem buscado inserir conceitos e material da robótica no aprendizado das crianças e adolescentes. A robótica pode ser uma ótima ferramenta de auxílio ao ensino e aprendizado, capaz de desenvolver nos alunos, o trabalho em equipe, a capacidade de solucionar problemas, o senso crítico, exposição de pensamentos, criatividade, autonomia e responsabilidade, postura empreendedora, estimulando os alunos a buscarem soluções que integram conceitos e aplicações de outras disciplinas, como matemática, física, mecânica, eletrônica, design, informática, etc. (COUTINHO *et al*, 2012), (ROBÓTICA EDUCACIONAL, 2014), (FRANCHIN, 1999).

Algumas escolas do ensino médio e fundamental têm introduzindo no currículo a disciplina robótica educacional visando preparar seus alunos para montar mecanismos robotizados simples, baseados na utilização de "kits de montagem", fornecendo noções de robótica, e o desenvolvimento de habilidades em montagem e programação. Com isso incentivam a criação e a sua preparação para a solução de problemas do "mundo real". Existem várias opções de kits educacionais no mercado eletrônico, para diversos interesses e preços, com funções e possibilidades restritas.

Os robôs são compostos por uma estrutura física (braços, corpo, engrenagens, atuadores, etc) e também por um módulo eletrônico, que geralmente é embarcado, e trata as informações recebidas dos sensores, possibilitando o seu controle. Este módulo eletrônico pode ser um microcontrolador ou mesmo placas *single board*, de pequena dimensão, com um processador e memórias, e grandes recursos.

Executam as suas tarefas através de atuadores, que podem ser do tipo elétrico e pneumático, principalmente. Em um braço robótico ou nos robôs móveis esses atuadores são responsáveis pelos seus movimentos. Os motores, atuadores do tipo elétrico, podem ser geralmente motores de passo, motores DC e servo- motores.

Os motores de passo são controlados através da energização de suas diferentes bobinas internas, que realizam o giro de seu rotor de acordo com a polarização gerada.

O motor DC tem como princípio a polarização de um ímã interno acoplado ao rotor, no qual é afetado por campos elétricos e magnéticos gerados por bobinas acopladas ao motor. Sempre que houver a polarização das bobinas, o ímã irá se alinhar de acordo com o seu norte e sul magnético, girando o rotor.

Os servo-motores utilizam motor DC e um mecanismo interno de controle, acionado por pulsos de sinais *Pulse Width Modulation* (PWM), ou seja, a quantidade de vezes que o motor girará será controlado por pulsos de sinais, onde cada largura de pulso gera um diferente resultado.

Neste trabalho dá-se ênfase aos robôs manipuladores ou braço robótico que envolve conceitos como, graus de liberdade, elos, articulação, volume de trabalho, etc.

Um braço robótico é constituído por vínculos (ou elos) e juntas (ou articulações). As juntas fazem a ligação entre dois vínculos, permitindo que haja movimentos relativos entre eles, podendo ser rotacional ou linear. Sua mobilidade depende do seu número de vínculos e juntas (CARRARA, 2009).

Objetivos

Desenvolver um manipulador robótico com 3 graus de liberdade (GL) de baixo custo, controlado por uma placa *single board Raspberry Pi* e um monitor, por meio de uma tela gráfica. Este protótipo visa proporcionar a interação do aluno da graduação e ao mesmo tempo oferecer principalmente aos alunos do ensino médio das escolas da região, a integração da robótica e o desenvolvimento tecnológico com o ensino das disciplinas de matemática, física e outras.

Materiais e Métodos

Um braço robótico é composto de elos e juntas, onde a junta conecta dois elos e com isso permite o movimento relativo entre eles, Figura 1. As juntas são eixos que permitem ao robô se mover para várias posições, de forma linear ou rotacional.

Sua mobilidade é resultado de uma série de movimentos elementares, independentes entre si, denominados graus de liberdade do robô.

Com a base mecânica do robô montada, a unidade de processamento tomará as decisões, por intermédio dos sensores e demais entradas e saídas do robô. Este circuito deve avaliar os sinais de entrada, e calcular por cinemática direta a



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROJETO DE EXTENSÃO CURRICULAR

resposta apropriada para cada combinação, enviando sinais aos atuadores de modo a causar uma ação ou reação.

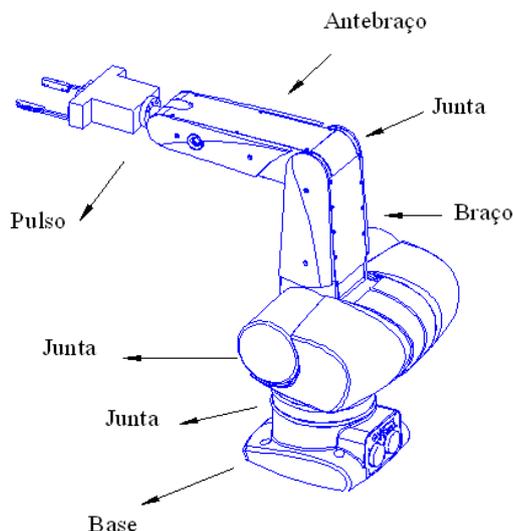


Figura 1. Componentes de um braço robótico (LAZZARIM, 2012).

A unidade de processamento utilizada é um *Single-board computer* (SBC), *RaspberryPi*, Figura 2 que refere-se a um computador completo montado em uma única placa de circuitos com microprocessador, memória, entrada/saída (I/O) e outros recursos padrões em um computador comum. O *RaspberryPi* foi criado como sistema de demonstração ou desenvolvimento para fins educacionais ou também como controladores computacionais embarcados. Atualmente, os SBC oferecem uma variedade de recursos os quais podem facilmente substituir os computadores pessoais (PC), com a vantagem de serem muito mais baratos e compactos. Além do *RaspberryPi*, o mercado atual oferece diversos modelos de diferentes fabricantes, entre eles estão o *Beaglebone Black* e o *Arduino*.



Figura 2. Placa *RaspBerryPi* (RAULINO, 2013)

Resultados e Discussão

O protótipo do manipulador robótico deste projeto de extensão segue o modelo da Figura 3, e tem como finalidade servir para o aprendizado dos alunos do ensino médio, visando mostrar conceitos de robótica, eletrônica e matemática. Utiliza motores de passo reciclados, uma placa de acionamento e alimentação, a placa de controle *RaspberryPi* e a linguagem Python para programação.

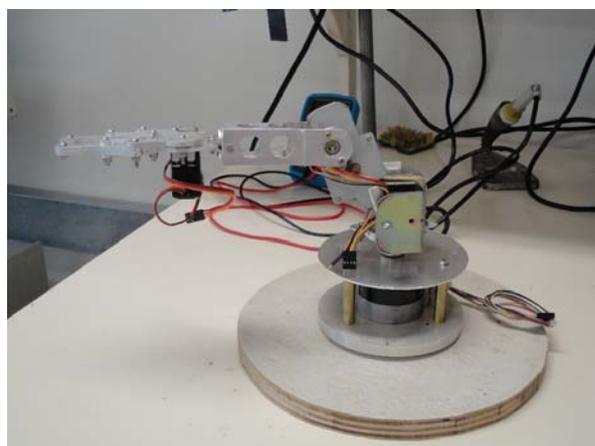


Figura 3. Modelo do Manipulador Robótico, (VENDRAME JR., 2013).

Através da cinemática direta e utilizando conceitos da trigonometria (lei dos senos e cossenos), calculam-se as posições desejadas do braço robótico.

Uma tela gráfica programada semelhante a da figura (Figura nº 4, no Anexo 1) permite ao usuário definir os ângulos desejados das juntas e a movimentação que irá realizar o braço, e ainda controlar a abertura e o fechamento da garra movida por um servo motor. Essa interação do protótipo com o usuário torna mais interessante o aprendizado do sistema robótico e de disciplinas relacionadas, servindo de incentivo para o estudo de novas tecnologias.

Conclusões

Para o projeto de um manipulador robótico com fins educacionais foram realizados estudos da placa de acionamento, placa de controle e software.

Computadores *single boards*, tais como, o *RaspberryPi*, necessitam de um estudo aprofundado para que se tenha o domínio de seus recursos, tais como, de I/O, bibliotecas, linguagem de programação e o ambiente de desenvolvimento de software.



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROJETO DE EXTENSÃO CURRICULAR

A linguagem, *Python* é uma linguagem completa, mas que implica em relativa complexidade em sua programação, exigindo estudos para o seu domínio. Para o domínio da linguagem, a movimentação do braço robótico e a observação de seu desempenho foram realizados os primeiros programas testes.

Agradecimentos

Ao PROEX pelo apoio financeiro ao projeto e pela bolsa de extensão.

CARRARA, Valdemir. **Apostila de Robótica**. 2009. Disponível em: <http://www2.dem.inpe.br/val/homepage/cursos/rb_apostila.pdf>.

Acesso em: 28 mar. 2015.

COUTINHO, R. T.; AZEVEDO, R. P. A., ARAÚJO, Í. B. Q.; SANTOS, E. P., COSTA Jr, A. G. O uso pedagógico de um manipulador robótico, utilizando o reconhecimento de cores para separação de elementos em uma esteira. Laboratório de Instrumentação, Sistemas de Controle e

Automação (LINSCA) – Instituto Federal da Paraíba (IFPB) João Pessoa – PB – Brasil, 2012.

FRANCHIN, M. N. O braço mecânico. 1999. Disponível em: <www.dee.feb.unesp.br/~marcelo/robotica/Robot3.htm>. Acesso em: 12 abr. 2015.

LAZZARIM, J. C. Construção de um manipulador robótico de baixo custo para ensino. 2012. 59 f. **Trabalho de Graduação** - Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Disponível em: <http://www.inf.unioeste.br/~tcc/2012/TCC_Julio.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2013.

PENTIADO, Thiago R. Abordagem Cinemática para o controle de um manipulador robótico de 3GL usando RaspberryPi. **Trabalho de Graduação**. DEE –FEIS-UNESP, 2015. 81p

RAULINO, M. F. RaspberryPi e RFID no monitoramento de atividades de natação. 2013. 43 f. **Monografia**- Curso de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, São José, 2013. Disponível em: <http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/2/23/TCC_MarioFelipe.pdf>. Acesso em: 25 set. 2013.

ROBÓTICA EDUCACIONAL. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Rob%C3%B3tica_educacional. Acesso em: 02 mai. 2015.

VENDRAME Jr, Airton. Construção e Controle de um manipulador robótico usando single-board RaspberryPi. **Trabalho de Graduação**. DEE –FEIS- UNESP, 2013. 102 p

Anexo 1

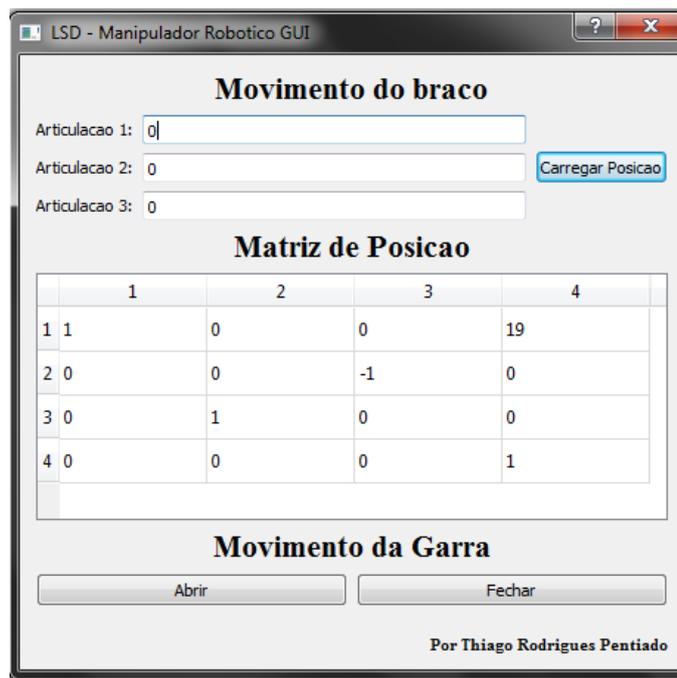


Figura 4 – Exemplo de uma tela gráfica gerada no *RaspberryPi* (PENTIADO ,2015)