



## **INCENTIVO AO DESENVOLVIMENTO E PESQUISA EM ROBÓTICA EDUCACIONAL UTILIZANDO O KINECT SENSOR**

**José Diniz Neto** – josediniznetoe@gmail.com

**Felipe Porge Xavier** – felipefpx@gmail.com

**Cláudio Galeno de Oliveira Queiroga de Lima** – claudiogaleno1@gmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

Bacharelado do Curso de Engenharia Elétrica

**Ademar Gonçalves da Costa Junior** – ademarcosta@ifpb.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

Laboratório de Instrumentação, Sistemas de Controle e Automação (LINSCA)

Av. Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe

58.015-430 – João Pessoa – Paraíba

**Resumo:** *Este artigo apresenta o processo de construção de um sistema de controle para movimentar um braço robótico, a partir de gestos utilizando o Microsoft Kinect Sensor, sensor que permite a implementação de uma grande variedade de aplicações com os mais diversos equipamentos. A proposta é descrever este sistema de controle como um método de ensino de robótica para controle de robôs a partir de captações de imagens, com uma plataforma de código aberto, o Arduino. Foram utilizados algoritmos para que através dos gestos do usuário fosse possível controlar servomotores, alterando o ângulo e posição do braço robótico. São apresentados os resultados preliminares do uso do Kinect Sensor e sua possibilidade de uso em diversas atividades, entre elas, a robótica educacional.*

**Palavras-chave:** *Kinect sensor, Braço robótico, Arduino, Robótica educacional, IHM.*

### **1. INTRODUÇÃO**

A procura constante por novos recursos metodológicos vem sendo um fator importante a ser compreendido pelos educadores nesse novo contexto de sociedade. Presenciamos mudanças vertiginosas no âmbito social, que segundo Castells (1999), “vivenciamos um intervalo histórico, cuja característica principal é a modificação de uma cultura material para um novo paradigma tecnológico organizado em torno de tecnologias da informação”. Nesse sentido, torna-se necessário que os autores e instituições que respaldam o processo educativo entrem em consonância com as transformações impostas pelo crescimento quantitativo e qualitativo do setor social (SILVA *et al*, 2009).

Uma forma de aumentar o interesse dos alunos dos cursos da área de Tecnologia é a união entre a teoria de uma disciplina e um problema prático, no qual podem utilizar os conhecimentos adquiridos na disciplina cursada, e sua integração multidisciplinar. Segundo Gomes e Silveira (2007), a educação em Engenharia de Controle e Automação enfrenta desafios na relação ensino-aprendizagem, em demandas sociais, na eliminação de postos de



trabalho, no risco tecnológico e ainda os reflexos dos problemas do ensino médio e fundamental.

Desta forma, a utilização de protótipos em forma de planta piloto ou de sistemas automatizados e/ou robóticos, em proporções reduzidas, é muito útil nos cursos de graduação em Engenharia. Além disso, no ambiente de Automação e Controle, a implantação de algoritmos de sistemas de controle e a realização de testes comparativos entre os diferentes tipos de sensores e atuadores, motivam alunos e professores no ensino e na pesquisa. No ambiente acadêmico, a construção de protótipos educacionais em disciplinas ou em trabalhos de iniciação científica ganha cada vez mais espaço, devido ao custo de aquisição dos protótipos das empresas que os comercializam, além da dependência tecnológica ao ser realizada esta aquisição, não se permitindo muitas vezes, a incorporação de novas tecnologias ou uso de novos algoritmos computacionais para testes comparativos (GOMES & SILVEIRA, 2007; GOMES *et al.*, 2011; MAXIMO *et al.*, 2011).

A robótica educacional tem instigado um crescente interesse nos últimos anos, por ser uma forma atraente e lúdica de se trabalhar os conceitos vistos em sala de aula, motivando os alunos a refletirem sobre estes conceitos e a resolverem os problemas apresentados. Na robótica educacional é possível estimular a solução de problemas com conceitos multidisciplinares, como física, matemática, geografia, entre outros (SANTOS *et al.*, 2013).

Tendo isso em vista, incentivar o estudo da robótica no ensino médio e superior, além de fornecer uma maior afinidade aos alunos com a área desde cedo, é uma forma de diminuir a evasão escolar, que é um dos problemas encontrados nas universidades brasileiras, principalmente nos cursos ligados à área de tecnologia.

O objetivo deste trabalho é propor o desenvolvimento dos métodos de ensino de robótica, buscando atrair alunos do ensino médio para o curso de Engenharia Elétrica do IFPB e incentivando os atuais alunos a começarem a pesquisar na área de robótica. Um exemplo bem claro é expresso neste trabalho, onde será possível, futuramente, desenvolver pesquisas para controle de robôs a partir de captações de gestos humanos. Utilizando um computador e plataforma microcontrolada Arduino como sistema de interface.

Este artigo está dividido deste modo. Na Seção 2 é apresentada a ABP e sua aplicabilidade na disciplina de Instrumentação Eletrônica do curso de Engenharia Elétrica do IFPB. Nas Seções 3 e 4 são apresentados o sistema térmico baseado em célula Peltier e o protótipo elaborado, respectivamente, e na Seção 5, as considerações finais deste trabalho.

## **2. ARQUITETURA DO SISTEMA DE TELEOPERAÇÃO**

Diversos trabalhos têm sido apresentados nos últimos anos com o uso do Kinect Sensor, realizando atividades de teleoperação de robôs (SONG *et al.*, 2012; WANG *et al.*, 2012; HAN *et al.*, 2013).

O sistema de teleoperação proposto é composto por um computador, um sensor Kinect Sensor, uma placa de Arduino Uno e um braço robótico. Este sistema utiliza a câmera RGB e o sensor de profundidade do Kinect Sensor para detectar e rastrear movimentos humanos, no qual o sinal de dados do vídeo pelo Kinect Sensor é captado na resolução de 640x480 pixels na frequência de 30 Hz, em streaming, para a conexão do computador usando a conexão USB 2.0. Os dados são analisados e então convertidos em comandos de controle para as junções do

robô, no qual o comando é realizado através do Arduino Uno. A Figura 1 ilustra um diagrama de blocos básico para descrever a teleoperação do braço robótico baseado no Kinect Sensor.

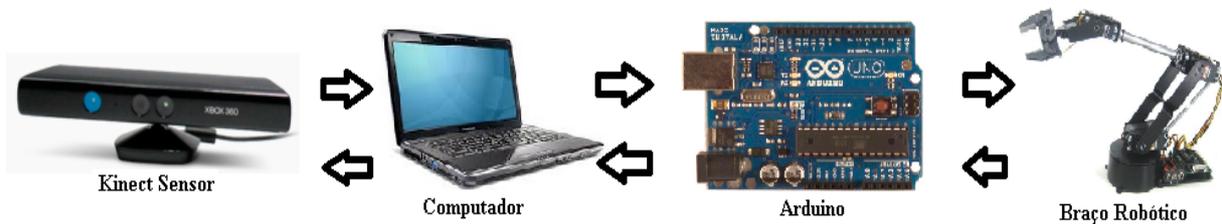


Figura 1 – Diagrama de blocos da arquitetura do sistema de teleoperação.

### 3. DESCRIÇÃO BÁSICA DOS PRINCIPAIS DISPOSITIVOS

Nesta seção serão descritos os principais dispositivos utilizados na arquitetura do sistema de teleoperação utilizando o Kinect Sensor para controle de um braço robótico.

#### 3.1. Kinect Sensor

O Kinect Sensor é um dispositivo sensor de movimento desenvolvido pela Microsoft para o console Xbox 360 e computadores com Windows. Ele permite ao usuário interagir com a máquina de jogos Xbox, sem utilizar o tradicional controle de jogos. O conceito de Kinect é a base de sistemas que usam *Natural User Interface* (NUI), no qual é possível controlar dispositivos através de gestos corporais e comandos de voz (ISLAM *et al*, 2013).

Originalmente com o codinome Projeto Natal, o Kinect foi anunciado pela Microsoft em junho de 2009, alterando seu nome um ano depois. O Kinect possui uma câmera RGB, um sensor de profundidade, e um conjunto de quatro microfones, permitindo a localização da fonte do som. Além disso, um servo motor para controle da inclinação e um acelerômetro de três eixos, conforme ilustrado na Figura 2 (HAN *et al*, 2013).



Figura 2 – Hardware do Kinect Sensor e duas imagens capturadas pela câmera RGB (imagem da esquerda) e pela câmera de profundidade (imagem da direita). Fonte: Adaptado de Han (2013).

A câmera RGB (*Red-Green-Blue*) é uma câmera de 8-bits com resolução VGA de 640x480 pixels, no qual opera em 30 Hz, com 8 bits por canal. O Kinect Sensor também

possui a opção de produzir imagens em alta resolução, rodando em 10 quadros/s na resolução de 1280x1024 pixels (MELGAR *et al*, 2012; HAN *et al*, 2013).

O sensor de profundidade em 3D consiste em um projetor laser de infravermelho e uma câmera infravermelha. Juntos, o projetor e a câmera cria um mapa de profundidade, no qual provê a informação de distância entre um objeto e a câmera. O sensor tem uma faixa de distância entre 0,8 e 3,5 metros e as saídas de vídeo operam com uma taxa de 30 quadros/s com resolução de 640x480 pixels. A região angular de operação é de 57° horizontalmente e de 43° verticalmente (HAN *et al*, 2013).

Os dois elementos do sensor de profundidade, o projetor infravermelho e a câmera infravermelho, trabalham juntas com um chip interno da *PrimeSense* para reconstituir a captura de movimentos 3D da cena em frente ao Kinect (MELGAR *et al*, 2012).

A câmera infravermelha utiliza também uma resolução VGA, com 11 bits de profundidade, gerando deste modo, 2048 níveis de sensibilidade. Para a reconstrução da imagem 3D, o Kinect utiliza uma técnica conhecida como escaneamento com luz estruturada em 3D (HAN *et al*, 2013).

Uma das formas de programar com o Kinect Sensor, é a utilização do Processing 2.1.1, em conjunto com as bibliotecas SimpleOpenNI e KinectOrbit, disponibilizadas livre gratuitamente na internet.

### 3.2. Braço Robótico

O braço robótico utilizado é da Lynxmotion, modelo ALD5, no qual é composto por 05 servomotores. Cada servomotor possui 03 entradas, no qual duas são para alimentação (+5V e GND) e a terceira, utilizada para o ajuste da posição angular, com valores de ângulos limitados entre 0° e 180°, para cada motor do braço.

O controle da posição angular em cada elo é baseado na modulação por largura de pulso (*Pulse Width Modulation - PWM*). Este tipo de modulação pode ser implementado a partir do uso de uma fonte de tensão constante e de uma chave (Figura 3a), sendo necessário, apenas, controlar o período de chaveamento na saída, que pode estar em nível alto ou baixo. Segundo Rashid (2013), o termo ciclo de trabalho (*D*), ou razão cíclica (*duty cycle*) é definido como o tempo em que a saída está em nível alto (Figura 3b). Com isso, pode-se trabalhar com uma tensão média na carga, a partir da razão cíclica aplicada no circuito.

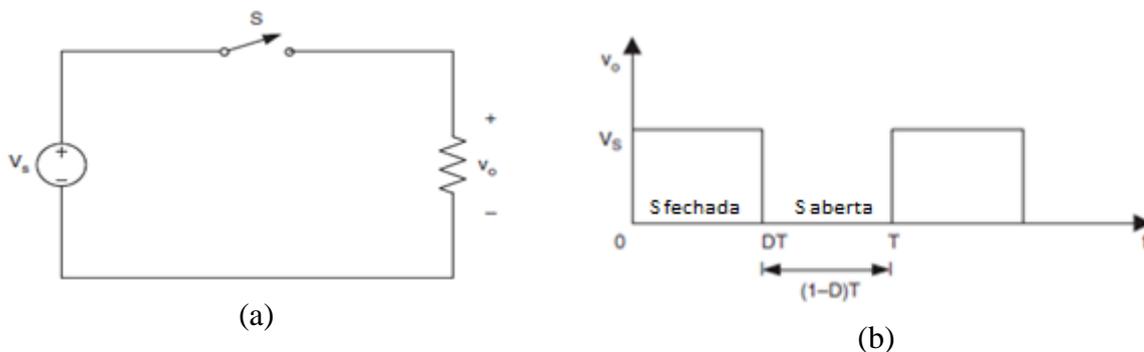


Figura 3 – Modulação PWM. (a) Diagrama do circuito; (b) Gráfico da tensão de saída em função do ciclo de trabalho. Fonte: Rashid (2013).

### 3.3. Plataforma microcontrolada Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica “*open source*” composto por um microcontrolador, uma linguagem própria de programação, e um ambiente para desenvolvimento de *software*. O Arduino é uma ferramenta para fazer aplicações interativas, projetadas para simplificar tarefas para iniciantes, mas ainda flexível o suficiente para os especialistas para desenvolver projetos complexos.

Desde a sua criação em 2005, mais de 200.000 placas Arduino foram vendidas, e há um número crescente de projetos usando Arduino como seu núcleo de computação. A comunidade Arduino é muito grande, e assim possuem um vasto número de tutoriais, livros de referência e bibliotecas disponíveis livremente (MELGAR *et al*, 2012).

A simplicidade intencional de abordagem para a plataforma Arduino tem permitido um acesso para pessoas que nunca teriam pensado em usar ou programar um microcontrolador antes do Arduino. O Arduino Uno, que é um dos diversos tipos de placas da família Arduino, é ilustrada na Figura 4 (ARDUINO, 2014).



Figura 4 – Arduino Uno. Adaptado de MELGAR (2012).

## 4. RESULTADOS EXPERIMENTAIS PRELIMINARES

Como experimento inicial, utilizaram-se três potenciômetros como divisor de tensão, e a tensão variável de 0 a +5 V no A/D do Arduino, o mesmo definia o ângulo de saída de acordo com a tensão de entrada do A/D. Efetuou-se também um experimento para análise do valor do Duty Cycle a cada 10° conforme ilustrado nas Figuras 6 e 7.

Para a comunicação USB entre o Kinect e o computador, foi necessário utilizar um adaptador de 12V, visto na Figura 7 que transforma o conector proprietário do Kinect para USB do computador.

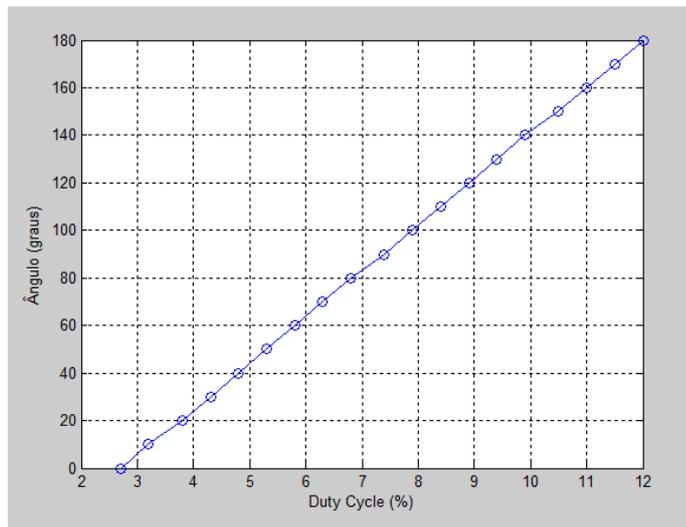


Figura 5 – Gráfico do Ângulo (graus) por Duty Cycle (%).

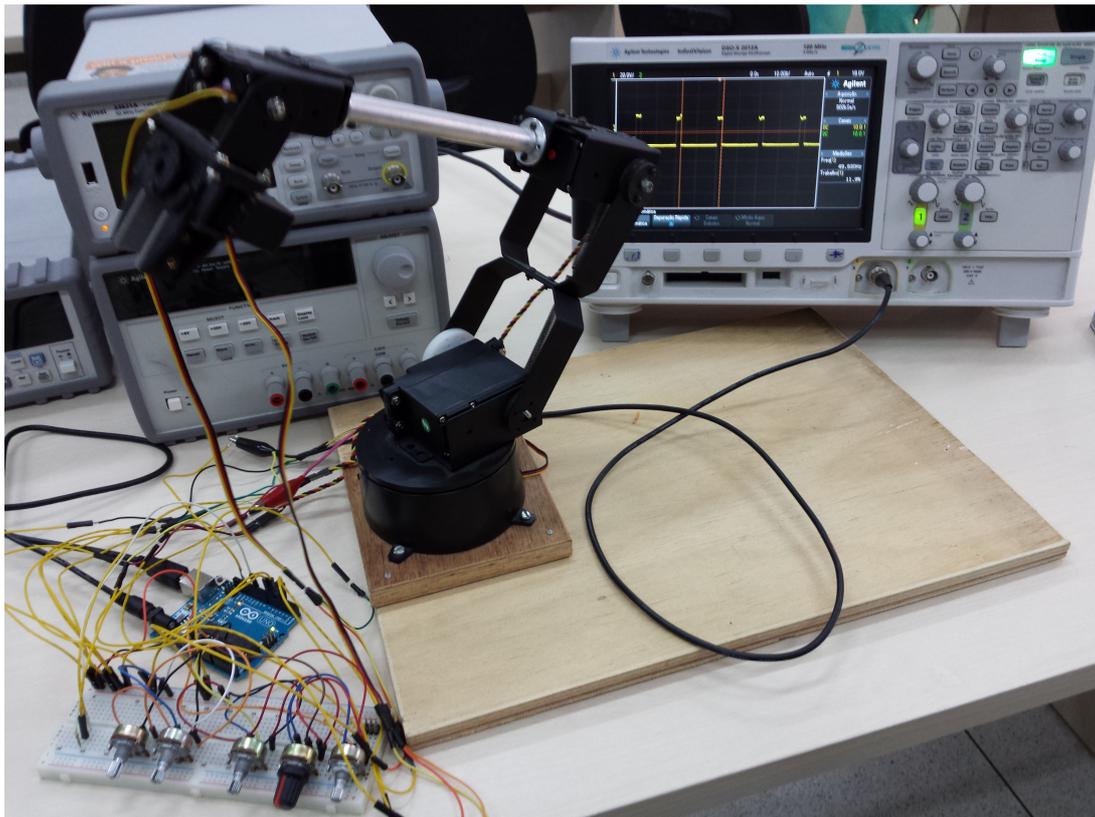


Figura 6 – Controle de braço robótico a partir da entrada do A/D do Arduino, com análise de Duty Cycle no osciloscópio.



Figura 7 – Adaptador USB para o conector proprietário do Kinect (MELGAR, 2012).

Através da instalação de bibliotecas e com a utilização do Processing, foi possível adquirir imagens a partir do Kinect, como ilustrado na Figura 8, que exibe o que foi captado pelas câmeras de profundidade e RGB.

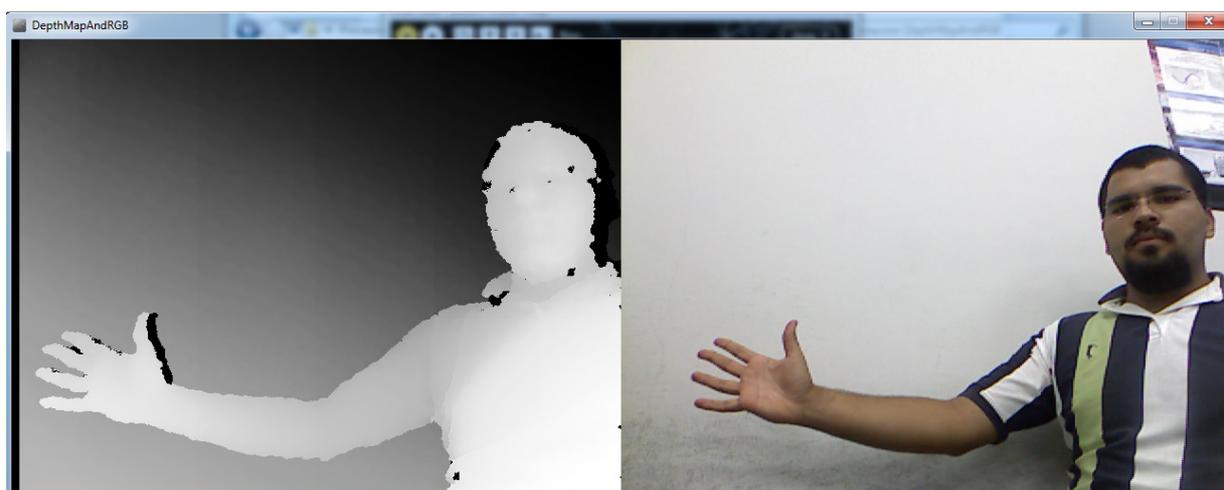


Figura 8 – Imagens da câmeras de Profundidade e RGB.

Ainda foi possível efetuar uma análise 3D colorida do reconhecimento do Kinect, visto na Figura 9.

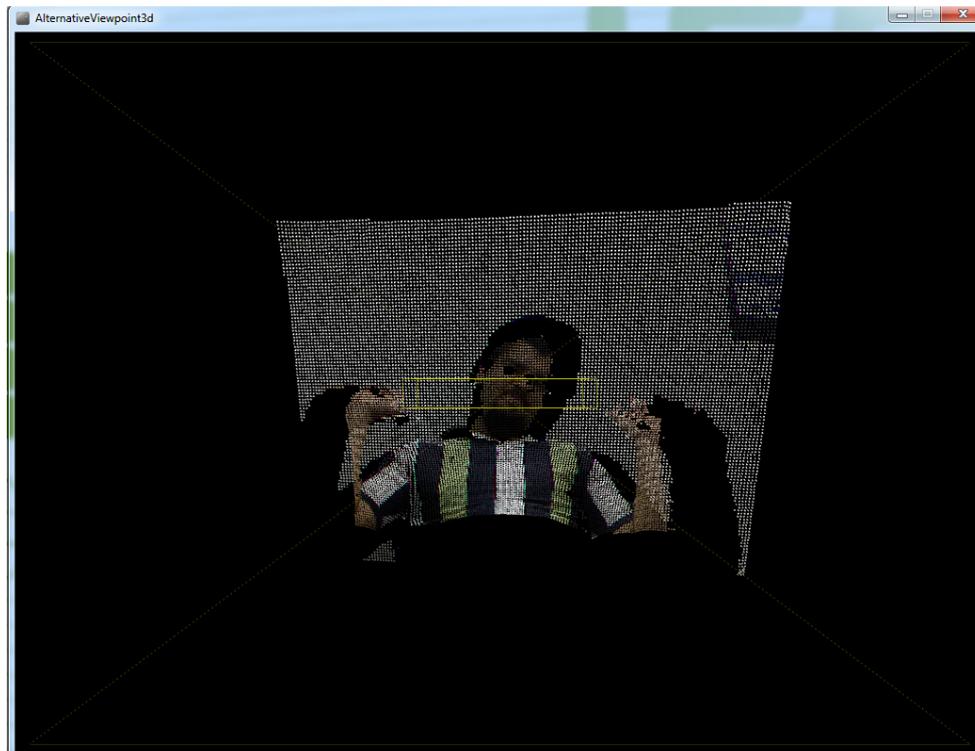


Figura 9 – Análise de Imagem 3D Colorida do Kinect.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ensino-aprendizagem de robótica orientado a projetos torna as atividades de sala de aula muito mais produtivas, apresentando uma perspectiva prática e que pode vir a ser eficaz até mesmo para impulsionar o trabalho em equipe.

O desenvolvimento de projetos, como o apresentado neste artigo, é uma ferramenta bastante eficaz para combater a evasão discente de cursos ligados à área de robótica, impulsionando, assim, a evolução tecnológica do país.

Existem diversas outras ideias que podem vir a ser implementadas na forma de atividades acadêmicas, expandindo a gama de conhecimentos dos estudantes, facilitando a iniciação científica e tecnológica nas universidades desde os princípios da formação acadêmica.

### *Agradecimentos*

Agradecemos ao Grupo de Robótica Educacional Livre (GREL) do IFPB e ao CNPq pelo auxílio e bolsas de pesquisa no ensino médio e superior dessa instituição.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO. Disponível em: <<http://arduino.cc/>>. Acesso em maio de 2014.

CASTELLS, M. A sociedade em rede. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

ISLAM, M. R. *et al.* Novel approach for constructing emulator for Microsoft Kinect XBOX 360 sensor in the .NET platform. Proceedings of the IEEE 4th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation, 2013.

GOMES, F. J. *et al.* Módulo laboratorial de baixo custo, baseado em FOSS, para educação em engenharia de controle de processos Industriais. Anais: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Cobenge. Blumenau, FURB, 2011.

GOMES, F. J.; SILVEIRA, M. A. Experiências Pedagógicas. In: Enciclopédia de Automática: Controle & Automação – Vol. 1. São Paulo: Blucher, 2007.

HAN, J. *et al.* Enhanced computer vision with Microsoft Kinect sensor: A review. IEEE Transactions on Cybernetics. Vol. 43, n. 5, 2013.

MÁXIMO, P. H. M. *et al.* Desenvolvimento de um kit didático para utilização em aulas de laboratório de controle e automação. Anais: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Cobenge. Blumenau, FURB, 2011.

MELGAR, E. R. *et al.* Arduino and Kinect projects - Design, build, blow their minds. Technology in Action, 2012.

RASHID, M. H. Power electronics handbook, 3rd Edition. Elsevier, 2013.

SANTOS, T. N. *et al.* Robótica aplicada à educação especial. ICBL 2013 – International Conference on Interactive Computer Aided Blended Learning. Florianópolis: IFSC, pp. 108-112, 2013.

SILVA, A. A. R. S. *et al.* A robótica no contexto pedagógico infantil: auxiliando o alfabetismo. Revista Tecnologias na Educação, vol. 1, 2009.

SONG, W. *et al.* Teleoperation humanoid robot control system based on Kinect sensor. 2012 4<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, 2012.

WANG *et al.* Human-machine interfaces based on EMG and Kinect applied to teleoperation of a mobile humanoid robot. Proceedings of the 10<sup>th</sup> World Congress on Intelligent Control and Automation, Beijing, China, 2012.

## ENCOURAGEMENT TO THE RESEARCH AND DEVELOPMENT IN EDUCATIONAL ROBOTIC USING THE KINECT SENSOR



**Abstract:** *This paper shows the build process of a control system to move a robotic arm using gestures captured by a Microsoft Kinect Sensor, sensor that allows implementing various applications with many equipment. The proposal is to describe this control system as a method of teaching robotics for robot control using captured images with the open platform Arduino. The algorithms used to capture the user gestures, allow controlling servomotors, changing the angle and position of the robotic arm. There are the preliminary results by the use of Kinect Sensor and its possibility of use in several activities, including the educational robotic.*

**Key-words:** *Kinect sensor, Robotic arm, Arduino, Educational Robotic, HMI.*