

## DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL VIA INTERFACE NATURAL DO USUÁRIO

*Primeiro Autor – e-mail\**

*Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento\**

*Endereço \**

*CEP – Cidade – Estado\**

*Segundo Autor – e-mail\**

*Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento\**

*Endereço\**

*CEP – Cidade – Estado\**

*Terceiro Autor – e-mail\**

*Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento\**

*Endereço\**

*CEP – Cidade – Estado\**

*\* Como as avaliações serão às cegas, os nomes/dados dos autores não deverão constar na versão para a submissão. Caso não seja atendida essa determinação o artigo será desclassificado. Aqueles artigos que obtiverem aprovação deverão ser reenviados com tais informações.*

**Resumo:** Neste trabalho foi desenvolvido um sistema de automação para controlar a iluminação e acionar equipamentos elétricos utilizando o dispositivo Kinect para Windows. Deste modo, o sistema é controlado via NUI (Natural User Interface - Interface Natural do Usuário), que pode ser definida como uma interface de usuário projetada para utilizar comportamentos humanos naturais para interagir com o conteúdo digital, como por exemplo: gestos, movimentos e comandos de voz, que são captados pelo Kinect. Para atingir os objetivos deste trabalho, foram desenvolvidos: (i) um dispositivo de acionamento microcontrolado capaz de controlar lâmpadas e/ou dispositivos elétricos conectados a ele; (ii) um programa computacional capaz de interpretar as informações fornecidas pelo Kinect via USB e capaz de se comunicar por meio de outra porta USB com o dispositivo de acionamento e controlá-lo; (iii) um aplicativo para smartphone capaz de se comunicar via Bluetooth com o dispositivo de acionamento e controlá-lo. Com base nos testes preliminares, o protótipo atendeu aos requisitos do sistema e funcionou de modo satisfatório.

**Palavras-chave:** Kinect, Microcontrolador, Visual Studio, Automação Residencial, Domótica.

## 1 INTRODUÇÃO

A automação de casas e prédios, conhecida como domótica, é uma área que vem crescendo cada vez mais. Diretamente ligada ao controle e automação de residências, seus objetivos fundamentais são de oferecer conforto, facilidade de acesso, controle e segurança. Esse conceito geralmente é estabelecido aplicando-se mecanismos automáticos e, em alguns casos, utilizando-se da Inteligência Artificial (IA) (Al-Ali & Al-Rousan, 2004; Nunes, 2004; Alkar & Buhur, 2005; Gomez & Paradells, 2010; Gill et al., 2009; Khedekar et al., 2017).

Domótica geralmente concentra-se no conceito de "casa inteligente", sem considerar explicitamente os benefícios que a acessibilidade dos serviços pode proporcionar para as pessoas com necessidades especiais. A acessibilidade para a interação pode ser definida como o ponto forte para os utilizadores, independentemente de sua técnica cognitiva ou habilidades físicas (Ahmed et al., 2016; Dalsaniya & Gawali, 2016; Wahab, 2016).

A empresa Microsoft, em parceria com a empresa israelita PrimeSense, desenvolveu um dispositivo de interpretação de voz e movimento chamado Kinect. A Microsoft disponibiliza uma SDK (Software Development Kit – Pacote de Desenvolvimento de Programas) de forma gratuita. Com esse kit de desenvolvimento a empresa permite que desenvolvedores possam criar aplicações para computadores nas linguagens C++, C# e Visual Basic.

O Kinect possui um hardware que oferece diversos recursos, tais como: emissor de luz infravermelho, sensor RGB, sensor infravermelho, eixo motorizado e um conjunto de microfones dispostos ao longo do sensor (Han et al., 2013).

Por ser um dispositivo diferenciado que interpreta NUI (Natural User Interface - Interface Natural do Usuário) para a interação homem/máquina, o Kinect possibilita várias aplicações (muitas ainda não exploradas) e deve ser incorporado aos computadores no futuro.

No projeto proposto, foi desenvolvido um protótipo para automação residencial com controle por voz, gestos e movimentos, via programa computacional (utilizando o Kinect), via aplicativo para smartphone ou diretamente por apertos de botões do protótipo. Para isso, desenvolveu-se um software com reconhecimento de voz e movimentos, captados pelo Kinect, capaz de associá-los com determinadas ações, como por exemplo: ligar ou desligar uma lâmpada e/ou um aparelho eletrônico e regular a intensidade luminosa de uma lâmpada.

Para fazer a conexão entre o programa computacional e o dispositivo foi utilizada a comunicação USB. Este equipamento foi projetado e desenvolvido por meio de um microcontrolador, dois relés para acionamento ON/OFF de dispositivos eletroeletrônicos, um dimmer para controle de intensidade de lâmpadas, uma interface para adaptador Bluetooth e uma conexão para controlador de motor de passo - este último sendo proposto para facilitar projetos futuros. Além disso, foi desenvolvido um aplicativo para smartphone com sistema operacional Android, para fazer os mesmos controles, o que proporciona maior flexibilidade ao sistema.

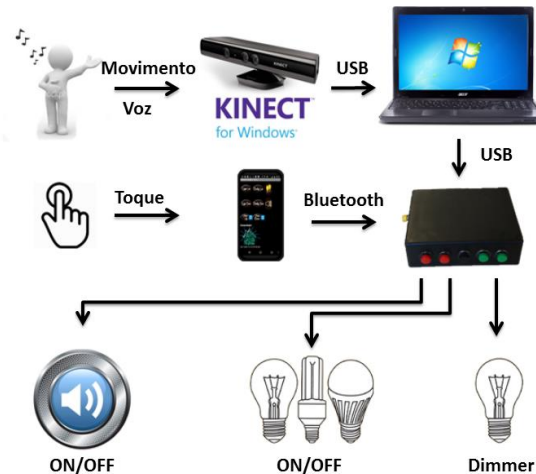
Outro ponto relevante deste projeto seria utilizá-lo para facilitar e simplificar a execução de tarefas cotidianas realizadas por deficientes físicos, idosos e pessoas com problemas de locomoção.

## 2 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Máquinas Elétricas do Departamento de Controle e Automação e de Técnicas Fundamentais da Escola de Minas/UFOP. O protótipo foi desenvolvido em três etapas: (i) desenvolvimento de um programa computacional capaz de interpretar as informações fornecidas pelo Kinect via USB e capaz de se comunicar também via USB com o dispositivo de acionamento; (ii) projeto e desenvolvimento de um

dispositivo de acionamento microcontrolado capaz de se comunicar via USB com o programa computacional e via Bluetooth com o smartphone, que realiza o controle de lâmpadas e/ou dispositivos eletroeletrônicos conectados a ele. Na Figura 1 é apresentada, de forma esquemática, a arquitetura do projeto.

Figura 1 – Arquitetura do projeto.

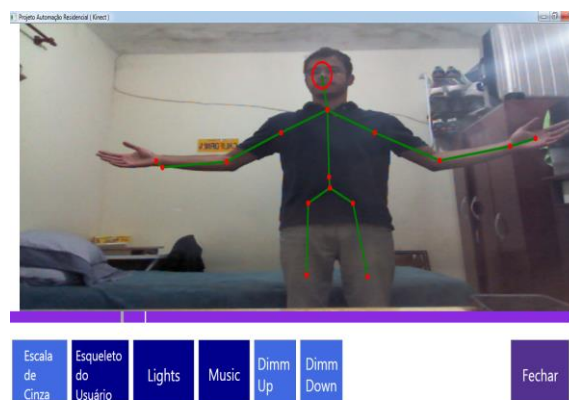


## 2.1 Programa computacional (Software)

O desenvolvimento do programa computacional que realiza a comunicação entre o Kinect, o computador e os dispositivos de acionamento foi feito em linguagem de programação C Sharp (C#) no ambiente de desenvolvimento Visual Studio 2012. Esse programa faz a leitura e a interpretação das informações que o Kinect captura, como por exemplo: gestos, poses e comandos de voz. De acordo com a interpretação, o programa envia dados para o dispositivo de acionamento, que associa as informações recebidas a uma determinada ação.

O programa foi desenvolvido utilizando duas tecnologias: Windows Presentation Foundation (WPF) e Windows Forms (WinForms). A primeira tecnologia possui interface baseada em uma linguagem de programação XAML, e foi utilizada tanto para receber e interpretar os dados do Kinect quanto para desenvolver a parte gráfica do programa. A segunda tecnologia foi utilizada para estabelecer a comunicação USB entre o computador e o dispositivo de acionamento. A tela principal do programa é demonstrado na Figura 2, sendo possível a visualização do esqueleto do usuário que o programa leva em consideração realizar os comandos.

Figura 2 – Layout do programa computacional.





## 2.2 Aplicativo móvel para Smartphones

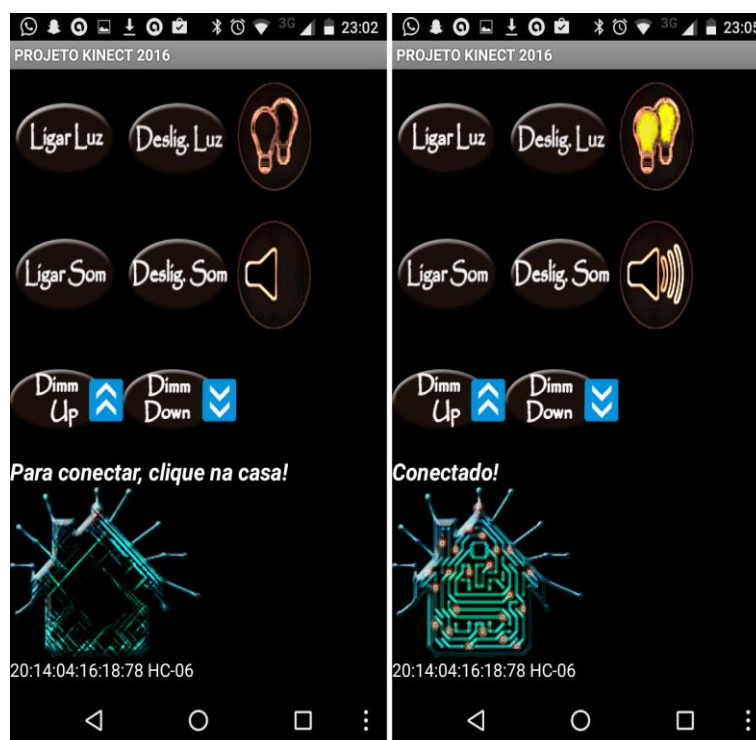
Para desenvolver o aplicativo móvel para smartphones, foi utilizado o programa MIT App Inventor - software de criação de aplicativos para o sistema operacional Android. Essa ferramenta possui tecnologias de programação por blocos e *drag-and-drop*, o que facilita o trabalho do programador.

No aplicativo existem botões (*Lights* e *Music*) para controlar dois relés. Ao primeiro foi conectada uma lâmpada e ao segundo um aparelho de som, sendo possível, em caso de acionamento pelo aplicativo, saber se a lâmpada e o som estão ligados ou desligados, devido à mudança da imagem de fundo dos botões.

Por meio dos botões *Dimm Up* e *Dimm Down*, é possível fazer a dimerização de uma lâmpada para controlar a intensidade luminosa. Para fazer a conexão com o dispositivo de acionamento, o smartphone deve estar com o módulo Bluetooth ligado e previamente pareado. Assim, clicando no botão que se assemelha a uma casa, é estabelecida a conexão Bluetooth e a imagem muda para uma casa com vários "fios", para representar a conectividade e possibilitar os comandos. Vale ressaltar que o alcance do dispositivo Bluetooth não é tão grande, chegando a mais ou menos 10 metros.

Na Figura 3 é possível visualizar o aplicativo em dois momentos: na imagem da esquerda, o aplicativo está totalmente desligado, tanto a conexão quanto a lâmpada e o som. Já na imagem da direita, a conexão já foi estabelecida, e está com a lâmpada e o som ligados.

Figura 3 – Layout do aplicativo móvel.



## 2.3 Dispositivo de acionamento (*hardware*)

O dispositivo de acionamento foi desenvolvido utilizando o microcontrolador PIC18F4550, dois relés para acionamento ON/OFF, TRIAC, conector USB, optoacoplador MOC3011 (para isolar eletricamente os circuitos do microcontrolador e do TRIAC), optoacoplador 4N35 (para realizar a detecção de passagem por zero) e elementos básicos de

eletrônica, como resistores, capacitores, diodos e transistores. A programação do microcontrolador foi desenvolvida em linguagem C, de modo que uma ação de acionamento é tomada de acordo com um comando recebido via USB.

A placa de circuito impresso (PCI) foi projetada no software Proteus e desenvolvida no Laboratório de Máquinas Elétricas do Departamento de Controle e Automação da Escola de Minas/UFOP, utilizando o método de transferência térmica e corrosão com perclorato de ferro. Ela tem como função: Ligar e desligar lâmpadas; ligar e desligar dispositivos elétricos; e controlar intensidade luminosa de uma lâmpada.

Na Figura 4 é apresentado o projeto do circuito dos relés, em que RL1 e RL2 são ligados a portas de saída do microcontrolador. Já na Figura 5 é apresentado o projeto do circuito eletrônico do *dimmer*, em que ZERO e DIM são ligados ao microcontrolador.

Figura 4 – Projeto do circuito eletrônico dos relés.

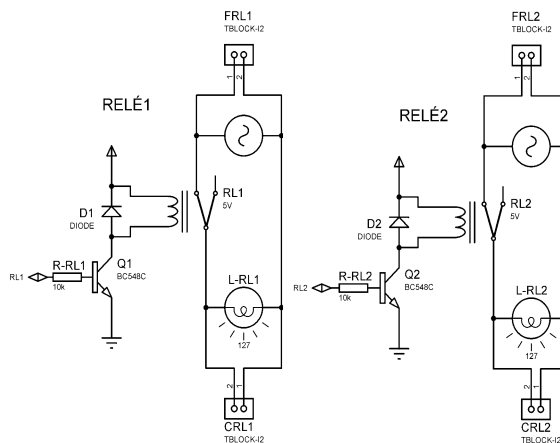
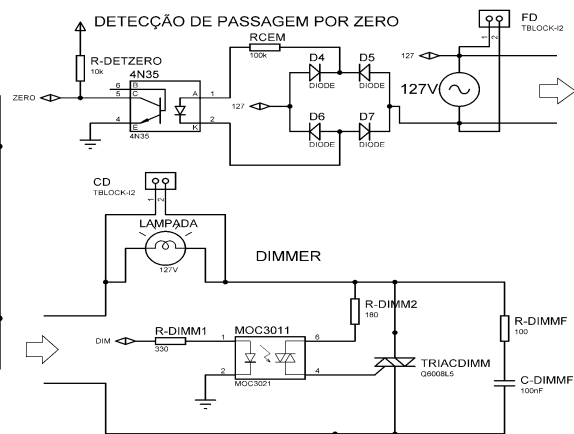


Figura 5 – Estrutura do dimmer.



## 2.4 Fabricação do protótipo

Foi utilizada uma caixa plástica de 16x11cm para o desenvolvimento do protótipo. A PCI ficou alojada dentro da caixa, e cinco botões foram instalados na parte lateral da caixa. Eles são usados para acionamento dos relés ON/OFF, para controlar o *dimmer* e para controle de um motor de passo (que será implementado em projetos futuros).

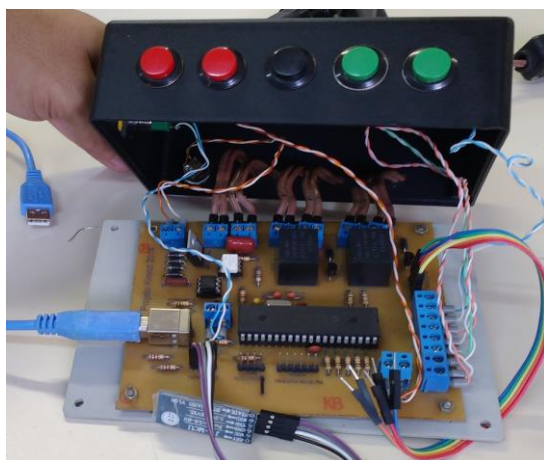
O protótipo também possui na lateral um botão na cor amarela, para o *Reset* do programa do microcontrolador. Na parte lateral da caixa, foi feita uma abertura para a passagem do cabo USB de conexão e alimentação, bem como do conector utilizados para programação ICSP do microcontrolador, sendo possível reprogramá-lo sem precisar abrir a caixa.

O protótipo possui uma entrada para uma fonte 5V para alimentação, sendo possível acionar os dispositivos apenas pelo protótipo, sem a utilização do cabo USB, do Kinect ou do programa computacional. Nessa configuração, o controle via aplicativo móvel continua funcionando.

Na Figura 6 é mostrada a caixa aberta, com destaque para as conexões realizadas e na Figura 7 é possível observar o protótipo pronto.

Figura 6 – Detalhe das ligações internas do protótipo.

Figura 7 – Protótipo pronto.



## 2.5 Funcionamento do sistema

Os comandos de voz para controlar o sistema estão listados na Figura 8. Já a Figura 9 mostra os gestos e posições que são usados para controlar o sistema.

Figura 8 – Comandos de voz para controle do sistema de automação residencial.

Dimmer up	Aumenta o Dimmer
Dimmer down	Diminui o Dimmer
Lights on / Lights off	Liga / Desliga a luz
Music on / Music off	Liga / Desliga o som

Figura 1 – Gestos e posições que são utilizadas para controlar o sistema.

	Aumenta o Dimmer
	Diminui o Dimmer
 "Tchau" com a mão direita	Liga / Desliga a luz
 "Tchau" com a mão esquerda	Liga / Desliga o som

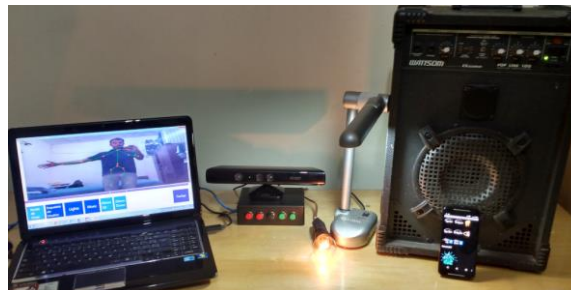
## 3 Resultados e Discussão

Na Figura 10 é apresentado o protótipo em funcionamento, com o controle ON/OFF de uma luminária, uma caixa de som e a dimerização de uma lâmpada. Foram realizados testes



para verificar a eficiência do sistema ao ser controlado pelo programa computacional, por movimentos, comandos de voz, acionamento por botões ou pelo aplicativo móvel.

Figura 2 – Protótipo em funcionamento



Foi utilizado *delay* de 2 segundos entre os acionamentos e em um ambiente sem muitos ruídos. Foram utilizadas 20 repetições para cada comando do sistema. Os resultados dos testes realizados para o sistema controlado por comandos de voz estão apresentados na Tabela 1.

Na Tabela 2 são apresentados os gestos e posições que são usados para controlar o sistema, bem como o resultado dos testes realizados. Já a Tabela 3 mostra os resultados dos testes para acionamentos manuais, via botões, aplicativo de celular e programa computacional.

Tabela 1 – Comandos de voz utilizados para os testes e para controle do sistema de automação residencial.

Comando de voz	Função	Número de tentativas	Número de acertos
<i>Red</i>	Aumenta o Dimmer	20	14
<i>White</i>	Diminui o Dimmer	20	12
<i>Lights</i>	Liga/Desliga o relé 1	20	14
<i>Music</i>	Liga/Desliga o relé 2	20	16

Tabela 2 – Gestos e posições que são utilizadas para controlar o sistema e para os testes.

Gesto	Função	Número de tentativas	Número de acertos
	Aumenta o Dimmer	20	17
	Diminui o Dimmer	20	15
	Liga/Desliga o relé 1	20	11

Tabela 3 – Tabela de testes para controle manual via botões, aplicativo de celular e programa computacional.

Tipo de interface	Função	Número de tentativas	Número de acertos
Botões	Todas as opções manuais	20	17
Aplicativo Celular	Todas as opções manuais	20	20
Programa PC	Todas as opções manuais	20	20

No artigo de automação residencial com Microsoft Kinect e reconhecimento de voz feito por Thyer (2015), a abordagem na forma de controle de luzes e equipamentos é um pouco diferente, fazendo a leitura dos dispositivos a serem controlados de acordo com a angulação e direção do braço do operador. Neste caso, o operador aponta para o local previamente programado de um dispositivo para ser acionado. Caso o dispositivo não esteja no local apontado, ele continua a ser acionado. Já neste projeto, a leitura do dispositivo a ser controlado também é feita pela angulação e direção do braço, mas não faz conexão a nenhum espaço físico, e sim a determinada posição ou conjunto de posições do braço do operador.

Vale destacar também que Thyer (2015) utilizou o dispositivo Netduino para acionamento dos equipamentos. Já o circuito de acionamento apresentado neste trabalho foi desenvolvido de modo customizado para atender aos requisitos do sistema proposto, e ele pode ser adaptado a outras situações com muita flexibilidade.

#### 4 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi desenvolvido um sistema de automação residencial utilizando diferentes interfaces: gestos, comando de voz, comando local, programa de computador e smartphone.

Com base nos resultados dos testes realizados, o protótipo atendeu aos requisitos do sistema e apresentou o seguinte desempenho médio: 70% de acertos para comando de voz; 72% de acertos para comando via gestos; e 95% de acertos para comandos manuais via módulo de controle, aplicativo de celular ou programa computacional.

Como sugestão para trabalhos futuros, pretende-se: (i) mudar a comunicação do software com a PCI, que é feita no projeto via USB, para Rádio Frequência (RF); (ii) adicionar motor de passo ao sistema para, por exemplo, controlar a abertura de cortinas; e (iii) controlar, via software, fitas e lâmpadas de LED.

#### REFERÊNCIAS

- Ahmed, E., Islam, A., Sarker, F., Huda, M. N., & Abdullah-Al-Mamun, K. (2016). A road to independent living with smart homes for people with disabilities. In *Informatics, Electronics and Vision (ICIEV), 2016 5th International Conference on* (pp. 472-477). IEEE.
- Al-Ali, A. R., & Al-Rousan, M. (2004). Java-based home automation system. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 50(2), 498-504.
- Alkar, A. Z., & Buhur, U. (2005). An Internet based wireless home automation system for multifunctional devices. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 51(4), 1169-1174.
- Dalsaniya, A. K., & Gawali, D. H. (2016). Smart phone based wheelchair navigation and home automation for disabled. In *Intelligent Systems and Control (ISCO), 2016 10th International Conference on* (pp. 1-5). IEEE.
- Gill, K., Yang, S. H., Yao, F., & Lu, X. (2009). A zigbee-based home automation system. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 55(2).
- Gomez, C., & Paradells, J. (2010). Wireless home automation networks: A survey of architectures and technologies. *IEEE Communications Magazine*, 48(6).
- Han, J., Shao, L., Xu, D., & Shotton, J. (2013). Enhanced computer vision with microsoft kinect sensor: A review. *IEEE transactions on cybernetics*, 43(5), 1318-1334.
- Khedekar, D. C., Truco, A. C., Oteyza, D. A., & Huertas, G. F. (2017). Home Automation—A Fast-Expanding Market. *Thunderbird International Business Review*, 59(1), 79-91.



- Nunes, R. J. C. (2004). A Web-based approach to the specification and programming of home automation systems. In *Electrotechnical Conference, 2004. MELECON 2004. Proceedings of the 12th IEEE Mediterranean* (Vol. 2, pp. 693-696). IEEE.
- Thyer, D. (2015). *Home Automation with Microsoft Kinect Point Cloud and Speech Recognition*. [online] Codeproject.com. Available at: <http://www.codeproject.com/Articles/715858/Home-Automation-with-Microsoft-Kinect-Point-Clou> [Accessed 10 Apr. 2016].
- Wahab, M. H. A. (2016). IoT-based home automation system for people with disabilities. In *Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions)(ICRITO), 2016 5th International Conference on* (pp. 51-51). IEEE.

## DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL VIA INTERFACE NATURAL DO USUÁRIO

**Abstract:** *This paper addresses the design of an automation system to control lighting and trigger electrical equipment by using the Kinect device for Windows. Thus, the system is controlled by using NUI (Natural User Interface), which is designed to use natural human behaviors to interact with digital content, such as: gestures, motions and voice commands, which are captured by Kinect. This paper presents the development of: (i) a microcontrolled trigger device to control lamps and/or electrical devices connected to it; (ii) a software to interpret the information provided by Kinect via USB and communicate via another USB port with the trigger device; (iii) an app for smartphone to communicate via Bluetooth with the trigger device. Based on the preliminary tests, the prototype achieved the system requirements and worked satisfactorily.*

**Key-words:** *Kinect, Microcontroller, Visual Studio, Home Automation, Domotics.*