



## RECONHECIMENTO DE VOZ EM SISTEMAS EMBARCADOS UTILIZANDO ARDUINO

**Resumo:** *Através de um módulo de reconhecimento de voz, é possível desenvolver um sistema embarcado de baixo custo, portátil, que execute multitarefas (controle de iluminação, aparelhos que envolvam cuidados com a saúde, controle de fechaduras, etc.). Este projeto visa a implementação de uma interface que utiliza comandos de voz para auxiliar o controle de um ambiente doméstico, de forma que ela possa ser utilizada por indivíduos que possuam algum tipo de limitação física, contribuindo na independência diária deste grupo de cidadãos. O estudo caracteriza-se pelo uso da plataforma Arduino para o reconhecimento da fala de locutores com o intuito de acionar dispositivos em uma residência. Por intermédio de uma placa de aquisição de dados (neste caso de reconhecimento de voz) juntamente com a plataforma Arduino, amostras da fala são detectadas e associadas aos comandos previamente gravados no idioma Português. Cada indivíduo pronunciará comandos que ativam dispositivos, dentre eles “ligar/desligar TV” e “ligar/apagar lâmpadas”. Neste estudo, será utilizado o Shield Voice Recognition V3 que em parceria com o Arduino auxiliará como tecnologia assistiva no controle de equipamentos em um ambiente doméstico, de maneira versátil, robusta e com um ótimo custo-benefício. Este Shield tem como principal função o reconhecimento de voz: após reconhecer o comando previamente gravado, ele envia uma informação à placa Arduino, para que esta última execute a função solicitada.*

**Palavras-chave:** *Comandos de voz, Controle, Multitarefas, Interface, Tecnologia assistiva.*

### 1. INTRODUÇÃO

De tempos em tempos, é crescente a busca por tecnologias que permitam a integração de *software* e *hardware* no controle de dispositivos mecânicos para as mais diversas finalidades, entre as quais maior conforto e praticidade em seu dia-a-dia. O interesse em tecnologia que permita melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência vem aumentando progressivamente, sendo denominada de Tecnologia Assistiva.

“Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social” (ATA VII – Comitê de Ajudas Técnicas – CAT).

A tecnologia assistiva pode atuar na automação do ambiente residencial, possibilitando o controle de acesso a ambientes, monitoramento e controlando equipamentos e dispositivos. De acordo com Barros (2011), a automação de ambiente

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





pode ser definida como uma tecnologia, ou uma junção de tecnologias recentes que permitem a gestão de todos os recursos de um ambiente. Denomina-se domótica ou automação doméstica, a automação em ambientes residenciais. A palavra domótica deriva das palavras *domus*, proveniente do latim (casa) e *robotica* (robótica) que vem do tcheco, isto é, um controle automatizado de algo.

A popularização dessa forma de interação com as máquinas envolve a disponibilização de recursos para o desenvolvimento de interfaces de voz acessíveis e portáteis, que possam ser facilmente adaptadas às mais diversas aplicações (BATISTA, 2013).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 23,9% da população brasileira possui algum tipo de deficiência seja ela visual, auditiva, motora e metal ou intelectual (VIEIRA, 2012). Diante desta realidade, medidas para a inclusão social destes cidadãos estão sendo realizadas no Brasil e no mundo, através do desenvolvimento da ciência e tecnologia para serviços na área da saúde e de segurança.

A motivação para o trabalho conjunto de *hardware* e *software* que automatizasse residências surgiu da necessidade de um ambiente que atendesse de forma eficiente as pessoas portadoras de necessidades especiais, principalmente tetraplégicas, de modo que estas possam controlar os equipamentos em suas residências através de comandos de voz. Além disso, o fato deste tipo de controle despender um custo elevado para seus usuários, também é um fator importante a ser considerado neste projeto.

Tarefas que muitas vezes são consideradas simples podem apresentar inconvenientes para muitas pessoas, como por exemplo, o caso de deficientes físicos ou visuais, que podem apresentar dificuldades no manuseio de um grande número de dispositivos.

Este tipo de controle proporciona maior segurança a seus usuários, assim como evita acidentes em tarefas que antes deveriam ser feitas manualmente (Ex: desligar irrigador de grama, garantir que janelas e portas estejam trancadas, etc). Outrossim, há um maior ganho de desempenho, visto que as tarefas são executadas automaticamente.

O objetivo deste trabalho foi implementar um sistema de automação residencial controlado por comandos de voz, a fim de auxiliar pessoas idosas e/ou deficientes e desenvolvendo-o de forma mais acessível economicamente. Desta forma, multitarefas que antes eram um grande desafio devido às limitações físicas deste grupo de pessoas se tornarão atividades corriqueiras, visto que estes indivíduos conseguirão interagir com diversos dispositivos em um determinado ambiente.

Segundo Bersch (2013), a Tecnologia Assistiva almeja proporcionar à pessoa com deficiência maior independência e inclusão social. A partir do momento que este indivíduo consegue realizar determinadas tarefas com segurança, obtendo o controle de seu ambiente doméstico ou ocupação profissional, é garantida uma melhor qualidade de vida.

## 2. CONCEITOS APLICADOS AO PROJETO DE RECONHECIMENTO DE VOZ

Poder controlar luzes, eletrodomésticos ou alarmes através da voz e ter o controle de tudo que se passa ao seu redor, cria uma nova expectativa de independência e também de segurança, principalmente quando tratamos de pessoas com limitações físicas.

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





Alguma plataforma com um microcontrolador dedicado pode estar conectada ao computador e ser operacionalizada por comandos de voz. Para tanto, são utilizados sistemas de reconhecimento de fala, que traduz a fala para comandos elétricos que podem acionar os mais diferentes dispositivos, desde um simples LED, equipamentos elétrico-eletrônicos, entre outros dispositivos (SILVA, 2009).

Sistemas de reconhecimento de voz têm sido empregados nas mais diversas aplicações. A exemplo disto, temos a utilização de tal método em um braço robótico controlado por um sistema de comandos de voz para fins cirúrgicos. O objetivo principal é o controle do movimento em cirurgias minimamente invasivas a longas distâncias: a utilização dos comandos de voz permite que o assistente responsável por manusear o endoscópio e câmera seja liberado, tornando o método mais eficiente por não requerer o uso de membros e por desenvolver um método de controle de voz com suporte de endoscópio do ponto de vista do cirurgião (ZICHENKO; WU; SONG, 2017).

Um controle através da voz também pôde ser aplicado no controle de cadeira de rodas através da plataforma *Arduino*. O sistema funciona com a captação dos sinais de controle emitidos pelo usuário e, em seguida, os dados são tratados pelo *Matlab*, o qual envia o sinal tratado para um circuito responsável pelo movimento da cadeira de rodas na direção que o usuário comandou inicialmente (GHULE; BHALERAO; CHILE, 2016).

O reconhecimento de voz também auxilia na chamada Terapia da fala, método utilizado para melhorar a qualidade da fala em pacientes que possuem algum distúrbio vocal. Utilizando um *software* aplicativo, o usuário pode pronunciar uma palavra e observar a imagem correspondente ao que foi dito no computador: quando a palavra foi pronunciada corretamente, serão exibidas mensagens de áudio e imagem, informando o paciente que a palavra foi corretamente pronunciada, além de observarem LEDs nas cores verde e vermelho (palavra correta e incorreta, respectivamente). Desta forma, o reconhecimento de voz aplicado à Terapia da fala permite que pacientes com problemas na fala e pronúncia superem suas próprias limitações e sejam beneficiados pela interatividade do sistema (VIJAYALAKSHMI; PRIYA, 2016).

Segundo Borges *et al.* (2015), o reconhecimento de voz é classificado como "dependente do usuário" quando necessita de uma grande verossimilhança entre o padrão emitido e o gravado de cada comando. Desta maneira, apenas deverão ser identificados os comandos do usuário que o treinou. Por outro lado, o termo "independente do usuário" analisa os padrões de cada comando e reconhece-o sem considerar quem os gravou, sendo por isso mais complexo. Neste trabalho, utilizou-se o sistema dependente do usuário.

Este projeto teve como base a utilização da plataforma *Arduino* que, trabalhando simultaneamente com um módulo de reconhecimento de voz, ativou dispositivos em um determinado ambiente através de comandos de voz.

## 2.1 Plataforma *Arduino*

*Arduino* é uma plataforma eletrônica de código aberto baseado em *hardware* e *software* de utilização simples. É destinado para qualquer indivíduo fazer projetos interativos. Em conjunto, foi utilizado um módulo reconhecedor de voz que aceita comandos definidos pelo usuário.

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





O *Arduino* dispõe de uma grande variedade de funções, sua placa possui:

- Tensão de operação de 5V;
- 16 pinos digitais de entrada ou saída, no qual seis podem fornecer saída PWM;
- 06 entradas analógicas;
- Corrente limite de 20mA para as portas I/O;
- Memória flash de 32kB;
- Clock de 16MHz.

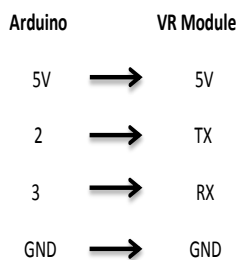
O *software* de programação do *Arduino* utiliza uma linguagem padrão, essencialmente C e C++ e possui um microcontrolador ATmega328 programado como um conversor USB para serial.

## 2.2 Módulo de reconhecimento de voz

O módulo para reconhecimento de voz *Voice Recognition V3* grava os dados do usuário e, através de sua conexão com o *Arduino*, envia-os para este fazer o controle dos acionamentos. Além de detectar com eficiência os comandos de voz do usuário, este módulo possui um ótimo custo-benefício.

A conexão com o *Arduino* segue as ligações descritas na Figura 1.

Figura 1 - Conexão do *Arduino* com o módulo de reconhecimento de voz.



Fonte: Autoria própria.

O *Voice Recognition V3* possui as seguintes características: Suporta 80 comandos de voz, cada um com 1500ms de voz (uma ou duas palavras falando); Possui 03 grupos de comandos, onde cada um possui 05 comandos que podem ser executados ao mesmo tempo; Máximo de 7 comandos de voz ao mesmo tempo; Controle fácil: UART / GPIO; Conector para entrada de microfone; Saída de áudio; Bibliotecas para o *Arduino*. A Figura 2 mostra o *Arduino* conectado ao módulo *Voice Recognition V3*.

Figura 2 - Módulo de voz conectado ao *Arduino*.

Organização

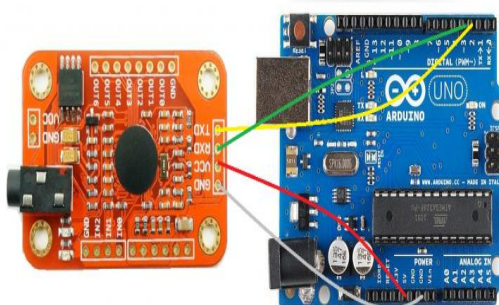


**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção



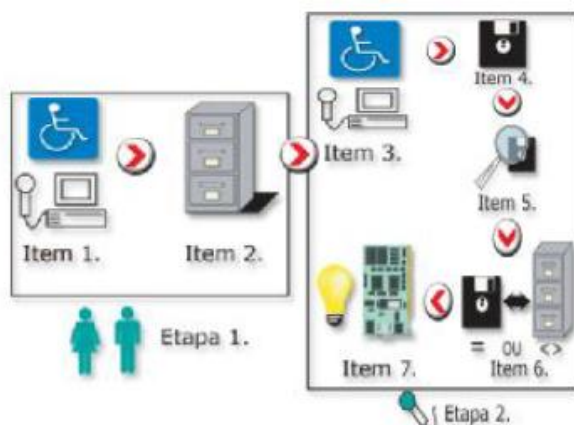


Fonte: <https://goo.gl/q1G572>

### 3. METODOLOGIA

Para a implantação desse projeto, foi utilizada a plataforma *Arduino Uno* juntamente com um módulo de reconhecimento de voz para o acionamento dos diversos dispositivos em um ambiente doméstico. Os dados obtidos pelo módulo foram decodificados pelo *software* de reconhecimento e transformados em texto escrito. Este texto foi exibido pelo *Serial Monitor* do *software* do *Arduino* e, em seguida, interpretado pelos dispositivos de saída (TV, LED e lâmpada), acionando-os. A Figura 3 esquematiza todo o processo de controle abordado nesta proposta.

Figura 3 - Representação esquemática do Sistema de Automação Residencial proposto.



Fonte: Amaral *et. al* (2009).

De acordo com Amaral *et. Al* (2009), a Etapa 1 demonstra a interface entre o usuário e a execução dos comandos. No Item 1, o usuário grava utilizando sua voz os comandos desejados, via *software*.

O Item 2 representa o banco de dados em que os comandos gravados com as características vocais do usuário ficarão armazenados. A Etapa 2 representa a fase de execução dos comandos. No Item 3, o usuário grava um comando, como por exemplo “liga lâmpada 1” e o Item 4 grava esse comando em um formato específico para tal manipulação.

O Item 5 obtém as características da voz (timbre, tonalidade, etc), o Item 6 compara este timbre com os que estão armazenados no banco de dados e, por fim, o Item 7 converte estas informações em níveis lógicos: caso a informação solicitada seja

Organização



Promoção

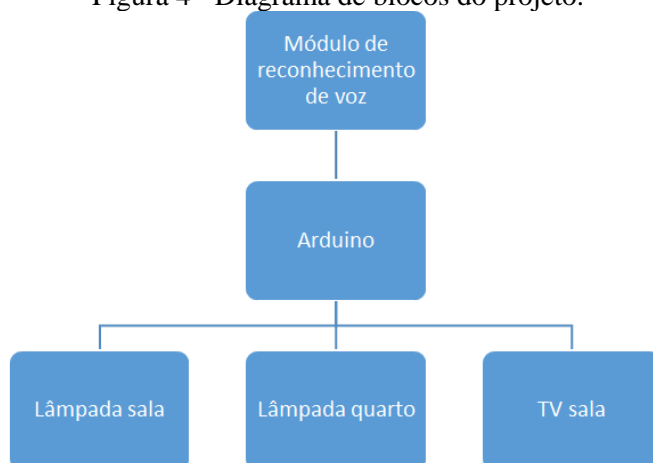




compatível com a anteriormente armazenada, o dispositivo é ativado. Caso contrário, nenhuma informação é retornada e espera-se o próximo comando.

Com o intuito de se planejar como seria o *hardware* do projeto, elaborou-se um diagrama de blocos que está representado na Figura 4. Neste diagrama, objetivou-se gravar os comandos no módulo de reconhecimento de voz, que por sua vez, os enviou para o *Arduino* executar. Tais comandos estão direcionados para o acionamento de lâmpadas localizadas na sala e quarto, assim como o acionamento de uma TV no cômodo da sala.

Figura 4 - Diagrama de blocos do projeto.



Fonte: Autoria própria.

Para a gravação dos comandos, foi importante observar que o chamado SYS\_LED (LED amarelo) indica que o locutor precisa se preparar para gravar. Ele pisca em torno de 3s. Já o STATUS\_LED (LED vermelho) indica que o locutor precisa dizer o comando imediatamente. Este último permanece aceso em torno de 4s. Quando os dois LED's piscam simultaneamente, significa que o comando foi gravado com sucesso.

A Figura 5 demonstra esse processo de gravação. Neste caso a função de gravação de comando "*sigtrain*" vai gravar o primeiro dos 5 comandos do primeiro grupo, neste caso adotou-se o nome do comando como "*on*". Na tela do *Serial Monitor* são exibidos os comandos de "fale agora", "fale novamente" feitos pelo próprio módulo, de modo que esta interação facilita no momento de detectar se o comando está sendo reconhecido pelo microfone. O comando deve ser repetido duas vezes de modo a validá-lo, caso seja gravado com sucesso, aparecerá a mensagem de "*trained*". Caso contrário, a mensagem "*can't matched*" será exibida e o processo deve ser reiniciado.

Figura 5 - Exemplo de gravação realizada com sucesso no módulo de voz.

Organização



Promoção





```
Baud rate: 9600
Output IO Mode: Pulse
Pulse Width: 10ms
Auto Load: disable
Group control by external IO: disabled
-----
sigtrain 0 On
-----
Record: 0    Speak now
Record: 0    Speak again
Record: 0    Cann't matched
Record: 0    Speak now
Record: 0    Speak again
Record: 0    Success
Success: 1 ←
Record 0    Trained ←
SIG: On ←
```

Fonte: Shen (2014)

### 3.1. Controle utilizando luz infravermelha

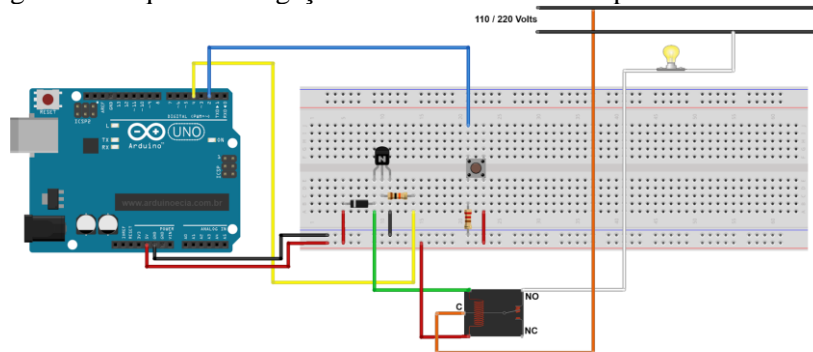
Para a Etapa 2 foi necessário a utilização de um receptor e um LED emissor infravermelho para o acionamento de alguns comandos da televisão LED da fabricante Philco.

Inicialmente, os códigos hexadecimais transmitidos pelo controle remoto da televisão foram capturados pelo receptor infravermelho. Estes códigos eram referentes aos botões liga/desliga e o "canal 7" da fabricante Philco. Cada vez que se pressionasse o botão desejado, o código hexadecimal referente aquele botão era exibido no *Serial Monitor* do programa do *Arduino*. Posteriormente, cada código hexadecimal em conjunto com as bibliotecas necessárias na IDE do *Arduino* foram utilizados para gerar um código que permitisse que a televisão fosse acionada pelo LED infravermelho.

### 3.2. Controle de LED e lâmpada incandescente

Nesta etapa também foram acionadas duas lâmpadas, onde uma era representada por um LED e a outra por uma lâmpada incandescente de 220V, onde o LED representa uma lâmpada no cômodo da sala e a lâmpada incandescente representa uma lâmpada no quarto. Para o acionamento da lâmpada se utilizou um relé de 5V/240V, um transistor BC548, um diodo 1N4735 e um resistor de 2,2kΩ. O circuito equivalente para o acionamento da lâmpada pelo *Arduino* está esquematizado na Figura 6.

Figura 6 - Esquema de ligação do *Arduino* com a lâmpada incandescente.



Fonte: <https://goo.gl/X7nYYt>

Organização



Promoção





#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Desta forma, para cumprir as atividades relativas à Etapa 2, foram gravados sete comandos que foram implementados no projeto. Com o intuito de validar a taxa de acerto do módulo, realizou-se um total de 10 testes para cada comando, por um único locutor. A Tabela 1 lista tais dados.

Tabela 1 – Comandos utilizados no *Shield*, os dispositivos ativados e a taxa de acerto de cada comando.

Comando	Dispositivos	Acertos	Falhas	Taxa de acerto
Acionar	Lâmpada e LED	9	1	90%
Desligar	Lâmpada, LED e Televisão	10	0	100%
Assistir	Televisão	9	1	90%
Globo	Televisão	6	4	60%
Sala	LED	10	0	100%
Quarto	Lâmpada	3	7	30%
Lâmpada	Lâmpada	9	1	90%

Fonte: Autoria própria.

Através da programação no *Arduino*, responsável pela comunicação com a placa de aquisição de voz, gravou-se o comando "sala" que aciona uma lâmpada representada por um LED, e outro comando "quarto" que aciona a lâmpada incandescente. Nos comandos "acionar" e "desligar", ambos o LED e a lâmpada são ligados e desligados simultaneamente. Com o comando "lâmpada", apenas a lâmpada incandescente é acionada.

Como se pode confirmar pela Tabela 1, alguns comandos são de difícil detecção pelo módulo devido à sensibilidade do microfone, como o exemplo do comando "quarto".

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora possamos observar diversos avanços tecnológicos atualmente, ainda assim há necessidade de sistemas de apoio aos portadores de deficiência física.

Através de um módulo de reconhecimento de voz, é possível desenvolver um sistema embarcado de baixo custo, portátil e que execute multitarefas como o controle de iluminação e de diversos tipos de televisores. Implementações utilizando os comandos de voz em dispositivos reais foram feitas e se obteve êxito nos resultados.

Com os resultados satisfatórios deste projeto, pode-se dizer que é uma interface que poderá contribuir cada vez mais na independência diária por indivíduos que possuam algum tipo de limitação física, aumentando desta maneira a autoestima deste grupo de cidadãos, pois os possibilitarão de realizar as mais diversas tarefas dentro de um ambiente domiciliar.

Organização



Promoção







Como trabalhos futuros, pretende-se aumentar o tamanho do vocabulário, testar a aplicação com outros locutores, para aumentar a confiabilidade do sistema e construir um módulo embarcado para testes, tendo como usuários pessoas com pessoas com deficiência motora, para habilitar dispositivos com a voz.

### *Agradecimentos*

Os autores agradecem ao IFPB pelo apoio na elaboração do projeto e no envio do artigo ao Cobenge 2017.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AMARAL, M. A.; BARRIVIERA, R.; TEIXEIRA, E. C. **Reconhecimento de Voz para Automação Residencial baseado em Agentes Inteligentes**. Londrina, PR, 2009.

ARDUINO E CIA. **Ligando uma lâmpada com relé e push button**. Disponível em: <<http://www.arduinoecia.com.br/2013/08/ligando-uma-lampada-com-rele-e-push.html>> Acesso em: 28 de outubro de 2017.

ASSISTIVA. **Assistiva – Tecnologia e Educação**. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/>> Acesso em: 28 de fevereiro de 2016.

BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre, RS. 2013. 20 p.

BORGES, F. M. A.; STANKEVICIUS, F.; SOUZA F. A.; ALVES D. S. **Automação Residencial usando Microcontrolador e Módulo de Reconhecimento de voz**. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. São Caetano do Sul - SP, 2015. 31 p.

GHULE, P.B.; BHALERAO, M. G.; CHILE, R. H. **Wheelchair Control Using Speech Recognition**. 2016 Ninth International Conference on Contemporary Computing (IC3). Noida, India. DOI: 10.1109/IC3.2016.7880214

PROMETEC. **Reconocimiento de voz**. Disponível em: <<http://www.prometec.net/reconocimiento-voz/>> Acesso em: 04 de janeiro de 2017.

SHEN, W. **Voice Recognition Module V3 - Speak to Control (Arduino Compatible)**. Maio de 2014. 38 p.

SILVA, A. G. **Reconhecimento de Voz para Palavras Isoladas**. Trabalho De Graduação. Universidade Federal de Pernambuco, 2009, 60p.

VIEIRA, I. **IBGE: 24% da população têm algum tipo de deficiência**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/brasil/ibge-24-da-populacao-tem-algum-tipo-de-deficiencia/>> Acesso em: 08 de junho de 2017.

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





VIJAYALAKSHMI, R.; PRIYA, S. **An Interactive Speech Therapy Session using Linear Predictive Coding in Matlab and Arduino.** 2016 Internacional Conference on Advanced Communication Control and Computing Technologies.  
**DOI:** 10.1109/ICACCCT.2016.7831633

ZINCHENKO, Kateryna; WU, Chien-Yu; SONG, Kai-Tai. **A Study on Speech Recognition Control for a Surgical Robot.** IEEE Transactions on Industrial Informatics, Vol. 13, No. 2, April 2017.  
**DOI:** 10.1109/TII.2016.2625818

## VOICE RECOGNITION IN EMBEDDED SYSTEMS USING ARDUINO

**Abstract:** *Through a voice recognition module, it is possible to develop both a low-cost and a portable embedded system that can perform multitasking (lighting control, health care devices, locks' control, etc.). This project aims to implement an interface that uses voice commands to help control a home environment, so that it can be used by individuals who have some kind of physical disability, contributing to a daily independence of this group of citizens. The study is characterized by the use of Arduino's platform for the recognition of the speakers' voice in order to activate devices in a residence. Through a data acquisition board (in this case, voice recognition) along with the Arduino platform, speech's samples are detected and associated with the commands previously recorded in Portuguese. Each individual utter commands that enable devices, including "open / close doors" and "turn on/turn off TV ". In this research, it will be used the Voice Recognition Shield V3, that in partnership with the Arduino helps as assistive technology in the equipment's' control on a domestic environment, in a versatile way, robust and with great price-performance. The main task of this Shield is the voice recognition: after recognizing the previously recorded command, it sends information to the Arduino's board, so that the latter performs the requested function.*

**Key-words:** *Voice commands, Control, Multitasking, Interface, Assistive technology.*

Organização



Promoção

