

# Um Sistema de Automação Residencial para Auxiliar Portadores de Necessidades Especiais

Luiz Eduardo Ruisch Horta de Lima<sup>1</sup>, César Alberto da Silva<sup>1</sup>, Andrea Padovan Jubileu<sup>1</sup>, and Linnyer Beatrys Ruiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Presidente Epitácio, São Paulo, Brasil

`eduruisch@gmail.com`; `{cesar, andreapj}@ifsp.edu.br`

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Ciência da Computação  
Maringá, Paraná, Brasil  
`linnyer@gmail.com`

**Abstract.** This paper presents a solution that improves the lives of people with special needs in relation to the control of devices in a residence, in order to increase the autonomy of people with visual and hearing impairments or limited mobility. An application for Android devices that allows the user to control the devices in the house by voice command was developed. Practical experiments were conducted to validate the feasibility and practicality of the developed solution.

**Keywords:** Voice Recognition, Home Automation, Microcontroller, Mobile Devices.

## 1 Introdução

A computação ubíqua, termo definido por [7] como a existência de sistemas computacionais onde os usuários não percebem sua presença, tornou-se comum nos dias atuais. Tal fato é comprovado pelo surgimento de inúmeros sistemas computacionais que atribuem benefícios em algum setor essencial ao ser humano, concretizando cada vez mais a permanência da computação ubíqua na vida moderna. A Domótica é uma das tecnologias que se vincula à computação ubíqua, e que agrega comodidade, conforto e segurança ao usuário em seu habitat.

Domótica é o termo que engloba a gestão de todos os recursos habitacionais. Esse termo resulta da junção das palavras *Domus* (casa) e Robótica (ciência que estuda a criação de robôs os quais realizam ações de forma automática). O modo automático de controlar e gerenciar processos industriais ou residenciais só foi possível graças ao avanço da microeletrônica e nanoeletrônica que possibilitaram a miniaturização dos componentes eletrônicos, tornando mais viável a implantação, principalmente em ambientes residenciais.

Neste trabalho foi utilizado o microcontrolador Arduino que é uma plataforma eletrônica *open-source*, baseada em hardware e software flexível e de baixa complexidade. Sua interface é capaz de interpretar as ocorrências existentes no ambiente de implantação, recebendo sinais digitais ou analógicos oriundos de uma

gama de sensores existentes no mercado. Com o Arduino é possível modificar o estado de um determinado ambiente, seja no que se refere à luminosidade ou até mesmo para o acionamento de motores responsáveis pela abertura de portões ou portas.

O objetivo deste trabalho é melhorar a qualidade de vida e a segurança das pessoas. Permitir o controle das funcionalidades da residência pelo comando de voz é extremamente importante para a autonomia dos portadores de necessidades especiais, em especial os portadores de deficiências visuais e auditivas ou com dificuldades de locomoção. O sistema pode ser instalado em qualquer dispositivo móvel com o sistema operacional Android 4.3 ou superior e permite que uma pessoa ligue ou desligue um dispositivo da residência por comando de voz.

Este artigo está organizado em seções. Na seção 2 são apresentados os trabalhos relacionados ao projeto de pesquisa em questão, seja referente a arquiteturas ou à utilização de hardwares livres tal como o Arduino para a automação residencial. A seção 3 explana sobre o desenvolvimento do sistema Hometec. Na seção 4 são descritos os resultados obtidos do projeto e, finalmente, na seção 5 é apresentada a conclusão.

## 2 Trabalhos Relacionados

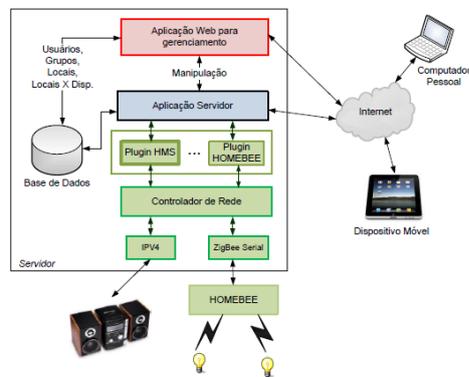
No trabalho apresentado por [4] foi desenvolvido um sistema com a finalidade de automatizar o acionamento de equipamentos elétricos. O gerenciamento desta automatização foi realizado através de um website hospedado em um servidor local e uma placa controladora. Nesse sistema foi implementada uma interface gráfica em HTML, para oferecer ao usuário uma interatividade com seu domicílio por meio de um computador e uma plataforma Arduino. Para ter acesso ao sistema, o usuário deve efetuar o login em uma página desenvolvida em linguagem PHP. A comunicação entre os dispositivos (Computador, Arduino) é realizada através de *sockets* TCP/IP, o Arduino interpreta as requisições e realiza ações no ambiente residencial, como por exemplo, o acionamento de uma lâmpada.

[5] apresenta em seu trabalho um sistema que possibilita ao usuário controlar dos dispositivos instalados em sua casa utilizando um dispositivo móvel. O funcionamento deste sistema é baseado na comunicação por *sockets* TCP/IP entre os dispositivos (Dispositivo móvel, Roteador *Wireless* e Arduino). Esta comunicação ocorre por meio de uma tecnologia de rede sem fio instalada em um ponto estratégico do domicílio, sendo que a plataforma Arduino se conecta via *Ethernet* com o ponto de roteamento *Wireless*. Na Fig. 1 é possível visualizar a arquitetura empregada no trabalho, tendo seu gerenciamento de controle dos dispositivos elétricos da residência efetuado através de um dispositivo móvel. Tal dispositivo se conecta ao Arduino através da rede Wi-Fi e envia via *Socket* TCP/IP, comandos de atuação. Esses comandos são interpretados pelo Arduino e um sinal digital ou analógico é emitido para acionar um circuito eletrônico específico que é responsável por um determinado dispositivo como, por exemplo: uma televisão ou até mesmo a luminosidade de uma lâmpada.



**Fig. 1.** Processo de Comunicação.

O trabalho apresentado por [3] propõe uma arquitetura de rede denominada *House Management System - HMS* para automação residencial. Tal arquitetura visa à interoperabilidade entre os dispositivos de controle e atuação, de diversas marcas disponíveis no mercado. A vantagem da arquitetura é baseada na disponibilidade de plugins em um servidor local que são responsáveis por determinar qual será o dispositivo eletrônico correspondente ao comando solicitado e qual será a tecnologia de rede utilizada para enviar os comandos ao dispositivo de controle.



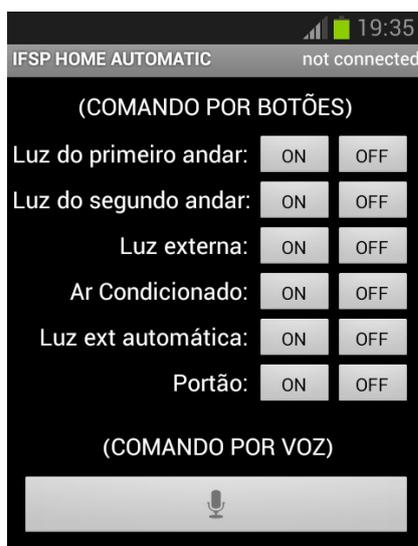
**Fig. 2.** Arquitetura HMS - *House Management System*.

Na Fig. 2 é demonstrada a arquitetura HMS, sendo que no servidor local é disposto um banco de dados contendo os dados sobre os dispositivos, seus controladores e tecnologia de rede utilizada. Além de efetuar o acesso aos dados, o servidor local efetua a comunicação com os plugins instalados devidamente em

um diretório específico dentro do servidor. Esses plugins, por sua vez, são responsáveis por comunicar com as tecnologias de rede de seus respectivos dispositivos. O acesso a este servidor local pode ser efetuado por qualquer dispositivo que possua acesso à internet e o mínimo necessário para efetuar a execução de um navegador.

### 3 HomeTec

HomeTec é um sistema de automação residencial para auxiliar portadores de necessidades especiais no controle de dispositivos eletrônicos em uma residência. O sistema foi desenvolvido para ser utilizado em dispositivos móveis que utilizam o sistema operacional Android 4.3 ou superior. A validação da sistema foi realizada em uma maquete que possui os principais recursos de uma residência: lâmpadas, ventiladores e portão eletrônico. A utilização do sistema não se limita apenas à maquete, também pode ser implantado em um ambiente real com condições adversas.



**Fig. 3.** HomeTec - Janela de controle.

Os dispositivos da residência são acionados por uma aplicação Android que é instalada no dispositivo móvel. Essa aplicação possui um layout simplificado contendo os botões correlacionados aos atuadores - cada atuador possui um botão *ON/OFF* para demonstrar e executar a sua atual situação (Fig. 3). No layout também é possível visualizar um botão o qual quando utilizado, ativa a captura do som ambiente. Assim, é possível acionar os dispositivos da residência por

comandos de voz. Nessa primeira versão da aplicação Android o usuário deve acionar um botão para a capturar o comando por voz devido essa funcionalidade consumir muita energia da bateria, porém já se estuda uma nova versão aonde a aplicação irá capturar o sinal de áudio sem a necessidade de acionar qualquer botão, proporcionando maior flexibilidade aos portadores de necessidades especiais.

Android é uma plataforma de código aberto, baseado no sistema operacional Linux. Foi desenvolvida especialmente para dispositivos móveis e se tornou popular graças à facilidade de desenvolvimento de aplicações e a utilização de aplicações já existentes. Por se tratar de uma plataforma de código aberto, inúmeros códigos-fontes e tutoriais são disponibilizados na internet, possibilitando que qualquer indivíduo com conhecimento básico de programação, possa desenvolver novas aplicações, enriquecendo desta forma o mercado e o setor de pesquisa.

O microcontrolador Arduino foi utilizado para controlar o acionamento dos dispositivos da residência. O Arduino recebe os comandos da aplicação Android e ativa ou desativa um determinado dispositivo. A comunicação entre o Arduino e a aplicação Android é realizada pela tecnologia de rede sem fios Bluetooth.

O Bluetooth foi à tecnologia de rede sem fios escolhida para este trabalho devido ao seu baixo custo e baixo consumo de energia [1]. A limitação de distância (*Range*) possui divergências, sendo assim ao mesmo tempo em que influencia na segurança por não permitir uma conexão tão eficiente aos indivíduos externos ao ambiente, limita a atuação do controlador ao raio de transmissão desta tecnologia.

A arquitetura do Bluetooth é baseada em sua unidade básica piconet (rede Bluetooth formada por até 8 dispositivos), tal rede consiste em um nó mestre e até sete nós escravos ativos [6]. Esses nós estão situados dentro de uma distância de 10 metros. É possível encontrar diversas piconet em um mesmo ambiente, sendo que elas podem ser conectadas por um nó de ponte. Uma coleção interconectada de piconet é denominada scatternet (Fig. 4).

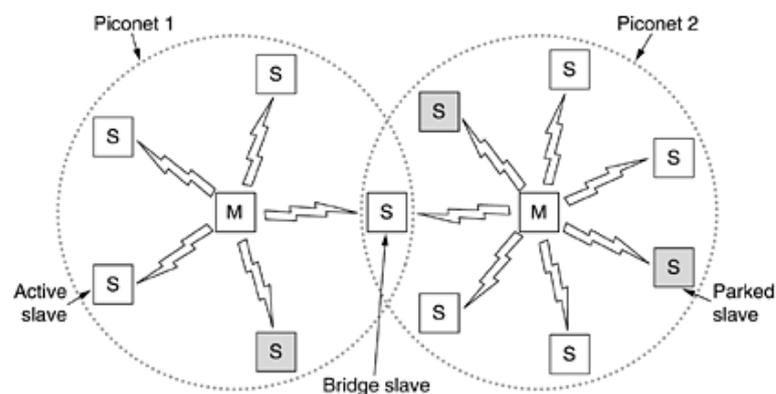


Fig. 4. Scatternet.

A razão por utilizar a estrutura mestre/escravo é a facilidade da implementação dos chips Bluetooth, tornando a tecnologia acessível. Em consequência desta decisão, os escravos não possuem autonomia, efetuando somente o que o mestre determina [6]. Toda comunicação é realizada entre o mestre e seus escravos, não existindo a comunicação entre escravos.

O reconhecimento de voz é uma tecnologia que permite que os computadores equipados com microfones interpretem a fala humana. Esta tecnologia vem se desenvolvendo ao longo dos últimos anos com o intuito de tornar acessível e cômodo, o ato de transmitir informações.

Os primeiros sistemas de reconhecimento de voz tentavam por meio de um conjunto de regras, determinar quais palavras foram utilizadas. Sendo assim, as variações culturais como: sotaques, dialetos e regionalismos alteravam os resultados finais do programa. Devido a esses problemas, os sistemas de reconhecimento de voz por meio de regras não tiveram muito sucesso.

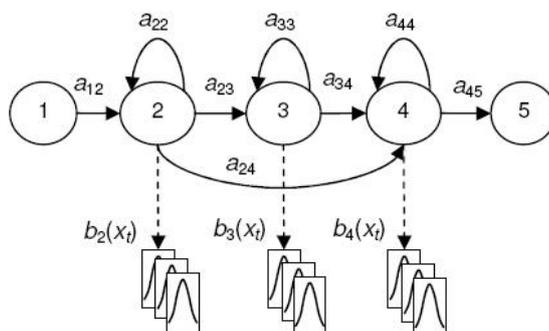


Fig. 5. Modelo Oculto de Markov com três estados emissores.

Nos dias atuais os softwares de reconhecimento de voz usam sistemas de modelo estatísticos complexos, usando funções de probabilidade para determinar o resultado mais plausível. Os principais métodos utilizados para o reconhecimento de voz são: o modelo oculto de Markov (Fig. 5) e as redes neurais. Ambos os métodos trabalham com funções complexas, porém usam das informações pré-estabelecidas do sistema para descobrir as informações escondidas. O trabalho apresentado por [2] demonstra um estudo sobre os modelos ocultos de Markov, o que proporciona um melhor entendimento sobre o tema.

O reconhecimento de voz tem seu início na transcrição das ondas analógicas da voz para sinais digitais. Através de amostragem, um conversor analógico-digital traduz as ondas analógicas em sinais digitais, sendo que quanto maior o número de amostras melhor a qualidade do sinal digital (Fig. 6).

Após a conversão, o sinal digital é dividido em segmentos menores, variando o tamanho em centésimos ou até mesmo milésimos de segundo. Esses segmen-

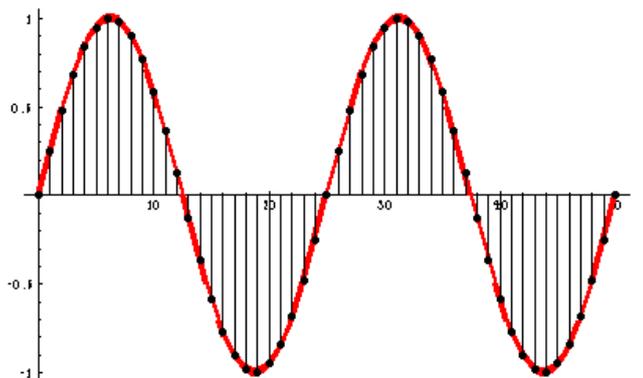


Fig. 6. Amostragem.

tos são contrapostos em um programa aos fonemas conhecidos do idioma desejado. Somente através desta comparação e de um modelo estatístico complexo o programa é capaz de determinar o que provavelmente foi dito pelo usuário. Deve-se ressaltar alguns problemas pertinentes ao reconhecimento de voz, tais como: ruído, sobreposição de falas e homônimos – problemas esses que motivam a pesquisa a buscar melhorias nesta tecnologia.

Não é um objetivo primário deste projeto a interoperabilidade dos dispositivos eletrônicos como apresentado no tópico 2, pelo trabalho realizado por [3]. Este projeto visa à utilização de comandos por voz para o controle de equipamentos elétricos, através de dispositivos móveis, favorecendo desta forma a acessibilidade e comodidade, e possibilitando futuros trabalhos científicos envolvendo os tópicos abordados neste trabalho.

## 4 Resultados

O projeto alcançou resultados significativos, sendo possível a automação de uma maquete com os principais componentes de uma casa como: iluminação, portão, e ventilação. Foi possível, também, implantar esse controle em um pequeno quarto contendo os seguintes dispositivos: televisão, ar condicionado e iluminação. Todos os comandos puderam ser efetuados por voz ou por botões através da aplicação Android. O acionamento dos dispositivos por comando de voz proporciona aos portadores de necessidades especiais mais agilidade e praticidade para controlar os dispositivos existentes na residência.

O custo operacional para a automação de quarto contendo três elementos - televisão, ar condicionado e iluminação - não ultrapassou a faixa de duzentos reais em moeda nacional. Este custo acessível permite que novos usuários dotados de um conhecimento prévio, possam atuar na área de pesquisa destes dispositivos e na automação residencial propriamente dita.

## 5 Conclusão

A automação está cada vez mais presente na sociedade, seja em ambiente industrial ou residencial. Sendo assim, cada vez mais surgem novos adeptos em busca do conhecimento e desenvolvimento neste setor.

A tecnologia utilizada ao longo do projeto permite que novos indivíduos possam desenvolver conhecimentos científicos na área de automação residencial. Por se tratar de dispositivos e tecnologias livres, a oportunidade de aprendizagem é inerente e o desenvolvimento e criatividade limitam-se somente ao indivíduo.

As tecnologias existentes no mercado privatizam o conhecimento referente à área. Desta forma, inúmeros trabalhos como este, tentam através de tecnologias alternativas e de cunho liberal, possibilitar o desenvolvimento científico e tecnológico do setor, além de estimular a participação de profissionais de outras áreas de conhecimento.

Este projeto propicia trabalhos futuros que incluam melhorias, tanto no segmento de reconhecimento de voz, como também na tecnologia de transmissão. No segmento de reconhecimento de voz, existe a possibilidade de tornar ininterrupto o sistema de captura de voz, o que agregaria ainda mais a acessibilidade, por não necessitar de um botão de ativação, porém deve-se se atentar ao consumo de energia de tal modalidade. No que se diz respeito à tecnologia de transmissões, novos padrões como ZigBee se tornam atraem para a criação de uma rede de baixo custo com uma robustez e confiabilidade alta. Outra melhoria que não se enquadra nos segmentos apresentados, seria a interoperabilidade dos dispositivos, permitindo desta forma que inúmeras tecnologias possam ser absorvidas e utilizadas dentro do mesmo sistema.

**Agradecimento** Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia e ao INCT Namitec pelo apoio no desenvolvimento do projeto.

## References

1. Bluetooth Technical Information, <http://bluetooth.com/Pages/Tech-Info.aspx>
2. Espindola, L. S.: Um Estudo sobre Modelos Ocultos de Markov HMM - Hidden Markov Model, [http://www.inf.pucrs.br/peg/pub/tr/TI1\\_Luciana.pdf](http://www.inf.pucrs.br/peg/pub/tr/TI1_Luciana.pdf)
3. Francisco, L., Trevisani, K. M.: HMS: Uma Arquitetura para automação residencial aberta independente de tecnologia de rede. In: Colloquium Exactarum, Vol. 5, No 1, p. 43-56, Presidente Prudente, SP, Brasil (2013)
4. Rosa, F. D. S, Mesquita, M. J. C, Almeida, W. R. M, Araújo Filho, P. M.: Controle e supervisão residencial utilizando a plataforma Arduino. In: Acta Brazilian Science, vol.01, 1º trimestre, p. 68-76, São Luís, MA, Brasil (2013)
5. Leitte, J. P, Silva, L. O., Moreira, M. M, Silva, R. R.: Automadroid - Automação residencial com dispositivos móveis, [http://www3.iesampa.edu.br/ojs/index.php/control\\_auto/article/viewFile/1007/69](http://www3.iesampa.edu.br/ojs/index.php/control_auto/article/viewFile/1007/69)
6. Tanenbaum, A. S, Wetherall, D. J.: Redes de computadores. 5ª. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, (2011)
7. Weiser, M. D.: The Computer for the 21st Century. SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev. 3, 3, p. 3-11, New York, NY, USA, July (1999)