

Protótipo de um sistema de comando por voz baseado em Arduino

Glauber R. Lemos, Tercio A. S. Filho

¹Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de Goiás (UFG)
Caixa Postal 75704-020 – Catalão – Goiás – Brasil

{glauber.ratti.1,tercioas}@gmail.com

Abstract. *This paper presents the development of a prototype of a voice recognition system capable of perform features of a home automation system. The concern in this study was an implementation of low cost prototype. For such, an application for mobile devices was created focused on the Android platform (Client), which through Wi-Fi communicates with the Arduino (Server) to control electronics in a residence.*

Resumo. *Este artigo foi desenvolvido com o objetivo de apresentar um protótipo de um sistema de reconhecimento de voz capaz de realizar características de um sistema de automação residencial. A preocupação neste trabalho foi o desenvolvimento de um protótipo simples e de baixo custo. Para tal, foi criado um aplicativo para dispositivos móveis focado na plataforma Android (Cliente), que por meio de Wi-Fi se comunica com o Arduino (Servidor) para controlar eletroeletrônico em uma residência.*

1. Introdução

Com o rápido crescimento da tecnologia há sempre o interesse ou necessidade de torná-la presente em aspectos de nossas vidas, como uso pessoal, educacional e comercial. Automação Residencial, ou Domótica utiliza a tecnologia para possibilitar o monitoramento, controle e interação com dispositivos remotamente, sendo aplicada em casas, indústrias, escritórios e outros locais que se beneficiariam com vantagens desta tecnologia, que seriam uso eficiente de energia, conforto, segurança, praticidade, entre outros fatores.

A palavra Domótica é a junção da palavra latina *Domus* (casa) e do termo Robótica e o significado está relacionado à instalação de tecnologia em residências, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida, aumentar a segurança e viabilizar o uso racional dos recursos para seus habitantes [Angel 1993]. Existem outras denominações para a Domótica, entre elas estão “Edifício Inteligente”, “Casa Inteligente”, “Ambiente Inteligente”, “Automação Residencial”, entre outros.

Domótica tem despertado atenção em famílias que querem adquirir os benefícios desta tecnologia. Não só pela comodidade, mas também para aspectos de acessibilidade [Bolzani 2004], permitindo que as tarefas domésticas sejam executadas de forma simples e acessível a pessoas idosas, pessoas com problemas de mobilidade ou deficiência física, oferecendo maior conforto e melhorando o seu nível de vida. Entretanto, a automação residencial ainda não recebeu uma ampla aceitação e atenção. Isso devido principalmente ao elevado custo de implementação e a complexidade. A Domótica seria mais acessível

se não houvesse a necessidade de utilizar tecnologias avançadas e complexas, e sim a utilização de dispositivos mais simples e de baixo custo.

No contexto de Domótica vários trabalhos vêm sendo realizados, como por exemplo: Al-Ali e Al-Rousan [Al-Ali & AL-Rousan 2004] apresentam o projeto e o desenvolvimento de um sistema de automação baseado em Java que pode monitorar e controlar eletrodomésticos através da *World Wide Web*; em Piyare e Tazil [Piyare & Tazil 2011] é apresentado um sistema Domótico de baixo custo, flexível e seguro de telefone celular baseado em comunicação *Bluetooth*; ElShafee e Hamed [ElShafee & Hamed 2012] apresentam um protótipo de um sistema de automação residencial utilizando a tecnologia *Wi-Fi*;

Baseado nas características de Domótica, este artigo apresenta-se um protótipo de um sistema que controla remotamente dispositivos elétricos de uma casa por comando de voz, com o intuito de realizar comandos similares aos sistemas mais sofisticados, com dispositivos de baixo custo e de um modo interativo. Com o protótipo é possível ligar e desligar lâmpadas, televisão, ventilador, e qualquer outro dispositivo eletroeletrônico da residência através de comando de voz. Os comando são feitos através de um dispositivo Android (Cliente) que se encontra conectado, via *Wi-Fi*, ao Arduino (Servidor) que liga e desliga tais dispositivos eletroeletrônicos.

A organização deste trabalho está dividido da seguinte forma: Na Sessão 2 apresenta-se conceitos para melhor entendimento do protótipo em geral; Na Sessão 3 trata-se do desenvolvimento do protótipo, de como o protótipo foi criado, já que foram esclarecidos alguns conceitos na Sessão 2; Posteriormente, na Sessão 4, serão apresentadas análises de testes realizados; E na Sessão 5 apresenta-se a conclusão e possíveis trabalhos futuros.

2. Conceitos

Para o melhor entendimento do protótipo proposto e deste trabalho em geral, nesta Sessão serão apresentados alguns conceitos relacionados aos dispositivos utilizados.

2.1. Arduino, Shield Ethernet

Arduino é uma plataforma baseada em hardwares e softwares livres, desenvolvida para desenvolver sistemas de forma simples, os quais interagem com o ambiente, utilizando entradas a partir de uma variedade de sensores (sensores de temperatura, luz, som e etc.) ou interruptores. Alguns exemplos de saídas desses sistemas são o controle de LEDs, motores, displays, auto falantes e outros periféricos [Arduino d].

O Arduino é composto por duas partes: o hardware, um conjunto de componentes eletrônicos montados numa placa de circuito impresso. E o software, o programa que será desenvolvido pelo programador e armazenado na memória *Flash*. Existe também a interface gráfica ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE - *Integrated Development Environment*) que é aonde o programador vai criar seus programas e depois carregar para o hardware do Arduino. São os programas que gerenciam o hardware no que será realizado. [Silveira 2011].

O ambiente Arduino foi projetado para ser fácil de manipular, para iniciantes que não possui experiência em software ou eletrônica [Margolis 2011].

Além disso, o Arduino é uma plataforma relativamente barata e bastante flexível [Neto, Júnior, Neiva and Farinhaki 2010].

Existem diversos modelos de Arduino, cada um apropriado as necessidades do programador. Para o desenvolvimento do protótipo foi utilizado o Arduino Mega 2560 (Figura 1), devido a elevada quantidade de entradas e saídas em relação aos outros modelos, por apresentar uma memória *Flash* de 256 KB e com uma incrível potência de processamento [Arduino b].

O Arduino também permite encaixar em suas portas outras placas chamadas *shields*, com a finalidade de ampliar suas funcionalidades [Arduino a]. Existem vários tipos de *shields*, como por exemplo: para manipulação de motores, conexão por *bluetooth*, sistemas de rede sem fio, entre outras. Para este protótipo foi utilizado a *Shield Ethernet* (Figura 1), no qual permite que o Arduino se conecte à internet ou uma rede Ethernet, possibilitando assim que o Arduino receba sinais de qualquer dispositivo Android [Arduino c].



Figure 1. Dispositivos utilizados no protótipo. (a) Arduino Mega 2560; (b) Shield Ethernet

De forma sucinta, o Arduino é o elemento do protótipo capaz de receber dados da rede Ethernet e processá-los, e controlar ou monitorar transdutores conectados ao módulo Arduino. Os eletroeletrônicos são ligados ou desligados através do módulo relé, quando recebe algum sinal do Arduino.

2.2. Android e Android SDK

Android é um sistema operacional de código aberto baseado em Linux para dispositivos móveis desenvolvido pela Google e outras empresas, que juntas formam a *Open Handset Alliance* [Open Handset Alliance]. O Sistema operacional Android alcançou no terceiro trimestre de 2013 81,3% do mercado global de sistemas operacionais para smartphones. O segundo colocado apresenta uma porcentagem de 13,4%, tornando visível a popularidade da plataforma Android [Bicheno 2013]. Este fator de popularidade se deve ao fato de qualquer fabricante de hardware pode usar Android gratuitamente, desde que o Android apresente os serviços do Google como Gmail, Google Now, e Google Maps [Kovach 2013].

As aplicações para Android são criadas em uma linguagem de programação baseada no Java. Para auxiliar a criação de aplicações destinadas à Android, a Google disponibilizou a SDK (SDK - *Software Development Kit*) que possui um conjunto de ferramentas, tais como: uma API, um emulador de *smartphone* Android para realizar testes

das aplicações, códigos com exemplos, entre outras funcionalidades. A Google também disponibilizou um *plugin* para o IDE Eclipse, permitindo a integração entre este e o SDK, possibilitando que programadores crie aplicações do Android através do Eclipse.

A escolha de criar uma aplicação para Android no desenvolvimento deste protótipo, foi determinada pelo fato da plataforma Android ser utilizada na maior parte dos *smartphones* e pela facilidade de se programar em Java, já que esta é bem difundida. O IDE Eclipse foi utilizado para criar a aplicação por ser um IDE gratuito, pela possibilidade de programar aplicações para Android e por ser uma ferramenta já familiarizada pelos desenvolvedores do protótipo. Esta aplicação atuará como cliente, no qual receberá os comandos de voz do usuário os enviará ao servidor, isto é, o Arduino.

2.3. TCP e UDP

Segundo Tanenbaum [Tanenbaum 2003] a Internet tem dois protocolos principais na camada de transporte, um protocolo sem orientação a conexões e outro orientado a conexões. O protocolo sem conexões é o UDP (*User Datagram Protocol*) e o protocolo orientado a conexões é o TCP (*Transmission Control Protocol*).

O protocolo UDP, não realiza controle de fluxo, controle de erros ou retransmissão após a recepção de um segmento incorreto. O UDP é um protocolo simples e tem alguns usos específicos, como interações cliente/servidor e multimídia [Tanenbaum 2003]. Transmissões de áudio e vídeo são exemplos de aplicações UDP. Neste tipo de transmissão, a perda de uma pequena quantidade de dados não traz consequências graves ao processo. Porém, para a maioria das aplicações da Internet, é necessária uma entrega confiável e em sequência. O UDP não pode proporcionar isso, e assim foi preciso criar outro protocolo, o TCP.

O TCP foi projetado especificamente para oferecer um fluxo de bytes fim a fim de forma confiável [Tanenbaum 2003]. Este protocolo é responsável por enviar os dados da mesma forma que foram transmitidos e sem erros. Pelo fato de ser confiável, o protocolo TCP é usado em aplicações de rede (e-mail, telnet, ftp, etc), compartilhamento de arquivos, entre outros.

O protocolo utilizado neste protótipo foi o TCP, devido a confiança de que as mensagens enviadas do dispositivo Android chegará ao servidor, assim se houver algum erro com a mensagem enviada, esta será reenviada.

3. Desenvolvimento do Sistema

Como já citado, o propósito deste trabalho é apresentar um protótipo de um sistema com características da Domótica, que foi desenvolvido de forma simples e com dispositivos de baixo custo. Para facilitar o entendimento, a Figura 2 ilustra a estrutura do protótipo, no qual, ao enviar um comando de voz utilizando um dispositivo com a plataforma Android (cliente) e com a aplicação presente. O comando será enviado ao servidor (Arduino com *Shield Ethernet*) através da *Wi-Fi* pelo protocolo TCP. Ao receber o comando, o Arduino verifica o comando, que por sua vez realiza o controle ou monitoramento dos transdutores conectados ao Arduino.

No protótipo houve o desenvolvimento de dois *softwares*, um para criar o aplicativo para plataforma Android, que atuará como cliente, e outro para o Arduino que será

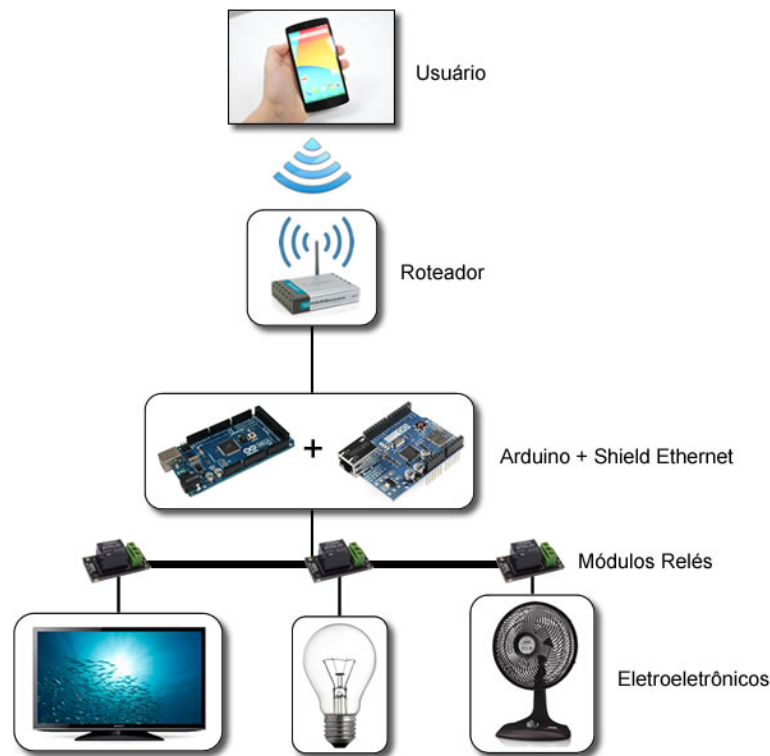


Figure 2. Esquema do protótipo desenvolvido

o servidor. Houve também o desenvolvimento relacionado ao *hardware* do Arduino e seus dispositivos complementares. Para um maior esclarecimento, a Sessão 3 foi dividida da seguinte forma: Desenvolvimento relacionado ao Android, no qual apresenta como o aplicativo foi criado, e Desenvolvimento relacionada ao Arduino, que se trata tanto do desenvolvimento do *software* como a do *hardware* do Arduino e seus dispositivos complementares.

3.1. Desenvolvimento relacionada ao Android

No aplicativo para Android, foi desenvolvido um campo de inserção, onde o usuário deve digitar o número IP do servidor, e um botão que quando acionado, a aplicação estará pronta para receber o comando de voz do usuário, como apresentado na Figura 3. O sistema de reconhecimento de comando de voz é uma interface do Google, essa mesma interface pode ser encontrada em seu site de busca [Google].

3.2. Desenvolvimento relacionada ao Arduino

No desenvolvimento do *software* para o Arduino foi configurado o número IP do servidor, a máscara de rede e o *Gateway*. Ao receber uma mensagem do cliente, o *software* faz uma análise para verificar se essa mensagem está configurada para realizar algum comando. Caso a mensagem recebida não estiver configurada, o Arduino não fará nenhuma ação.

No desenvolvimento relacionada ao *hardware*, no Arduino foi acoplado a *Shield Ethernet* e conectado através de um cabo de rede com o roteador em uma das portas LAN (LAN - *Local Area Network*). No intuito de fornecer energia ao dispositivo e também para possibilitar que a programação desenvolvida seja transferida para o Arduino, este é ligado ao computador através de um cabo USB (USB - *Universal Serial Bus*).

Para realização dos testes foi utilizado um módulo relé, conectado entre uma das saídas do Arduino e no circuito elétrico da casa. Assim, quando o Arduino receber o comando, ele mandará o sinal correspondente para a determinada saída, controlando o módulo relé.

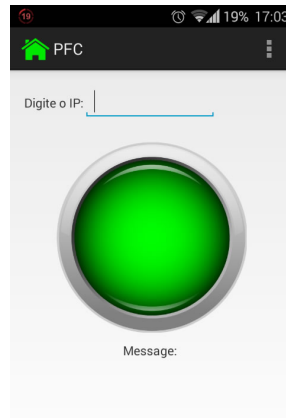


Figure 3. Aplicativo criado para plataforma Android

4. Análise e Testes

Neste protótipo foi utilizado um módulo relé, e este foi conectado a um ventilador. Outros dispositivos eletroeletrônico foram representados por LEDs de diferentes cores. A televisão foi representada por um LED de cor azul e a lâmpada por um LED de cor branca. Logo, o Arduino foi configurado para reconhecer 6 comando, que são: “ligar lâmpada”, “desligar lâmpada”, “ligar ventilador”, “desligar ventilador”, “ligar tv” e “desligar tv”.

Na Figura 4, estão presentes os resultados de um dos testes realizados, em que os comandos “ligar ventilador” e “desligar ventilador” foram reconhecidos pelo aplicativo quando o usuário emitiu o comando de voz e foram enviados ao Arduino. Os dados recebidos pelo Arduino podem ser visualizados com o auxílio da ferramenta *Serial Monitor* disponível no IDE do Arduino. E finalmente o ventilador é ligado e posteriormente desligado como consequência dos comandos emitidos.

Foram realizados 34 testes por 6 pessoas diferentes com conhecimento de como proceder com o aplicativo e com a instrução. Cada usuário foi instruído a emitir os 6 comandos existentes. Todos os testes foram satisfatórios, visto que todos os comando emitidos pelos usuário obtiveram as ações correspondentes. O aplicativo apresentou dificuldade em carregar a interface de reconhecimento de voz da Google nos dois primeiro teste. Tal problema é consequência do desempenho inferior do *smartphone* utilizado.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Neste trabalho foi apresentado um protótipo de um sistema de reconhecimento de comando de voz, capaz de controlar eletroeletrônico de uma residência visando algumas características de um sistema Domótico.

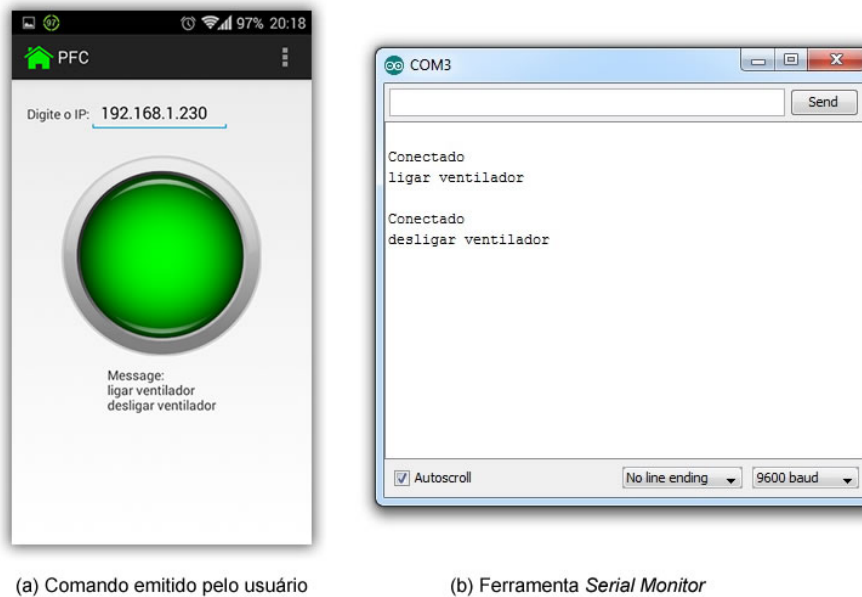


Figure 4. Resultados de um dos testes realizados. (a) Reconhecimento dos comandos de voz emitidos pelo usuário; (b) Resultados do Arduino visualizados pela ferramenta *Serial Monitor*.

No protótipo foi utilizado um Arduino e outros dispositivos complementares (*Shield Ethernet* e módulo relé) que são tecnologias de baixo custo. Foi utilizado também o IDE Eclipse para programar, já que este é gratuito e possibilita a programação para a plataforma Android, que é o sistema operacional mais utilizado. Por esses motivos, foi possível criar o protótipo de forma simples e de baixo custo.

Os testes realizados tiveram resultados satisfatórios, visto que os comando emitidos pelos usuário obtiveram as ações correspondentes.

Para trabalhos futuros esse protótipo será otimizado, adicionando algumas funcionalidades a ele, como por exemplo o envio de mensagens do Arduino para o Android para confirmar as ações realizadas, e em caso de a mensagem recebida do Android não for reconhecida, informar que esta não existe. Outro exemplo seria a construção de um aplicativo para o *smartphone* iPhone.

References

- Al-Ali, A. R. & AL-Rousan, M. (2004). Java-based home automation system. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 50(2).
- Open Handset Alliance. Overview. Disponível em: <http://www.openhandsetalliance.com/android_overview>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2014.
- Angel, P. M. (1993). *Introducción a la domótica*, volume 1. Escuela Basileño-Argentina de Informatica, EBAI.
- Arduino. Arduino ethernet shield. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2014.

- Arduino. Arduino mega 2560. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2014.
- Arduino. Arduino shield. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoShields>>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2014.
- Arduino. What is arduino. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2014.
- Bicheno, S. (2013). Android captures record 81 percent share of global smartphone shipments in q3 2013. Disponível em: <<http://blogs.strategyanalytics.com/WSS/post/2013/10/31/Android-Captures-Record-81-Percent-Share-of-Global-Smartphone-Shipments-in-Q3-2013.aspx>>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2014.
- Bolzani, C. A. M. (2004). *Residências Inteligentes*. Livraria da Física.
- ElShafee, A. & Hamed, K. A. (2012). Design and implementation of a wifi based home automation system. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 6(8).
- Neto, A. L. R., Júnior, A. M., Neiva, E. C. R. & Farinhaki, R. (2010). *Sistema de Medição de Campo Magnético Baseado no Efeito Hall e Arduino*. Monografia. Dep. Acadêmico de Eletrônica., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- Google. <<http://www.google.com>>.
- Kovach, S. (2013). How android grew to be more popular than the iphone. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/history-of-android-2013-8?op=1>>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2014.
- Margolis, M. (2011). *Arduino Cookbook*. O'Reilly Media.
- Piyare, R. & Tazil, M. (2011). Bluetooth based home automation system using cell phone. *2011 IEEE 15th International Symposium on Consumer Electronics*.
- Silveira, A. S. (2011). *Experimentos com o Arduino: Monte seus próprios projetos com o Arduino utilizando as linguagens C e Processing*. Ensino Profissional Editora, São Paulo, SP, 1 edition.
- Tanenbaum, A. S. (2003). *Redes de computadores*. Campus (Elsevier), 4th edition.