

ControleVozAutoRes - acessibilidade através de controle de voz para uma solução de automação residencial

Xis¹, Xis²

^{1,2}Xis

Xis, Xis

Abstract. *This article describes an accessibility solution for users of a home automation via voice control, ControleVozAutoRes. Software components and hardware used in the creation of a prototype test based on a functional model are presented.*

Resumo. *Este artigo descreve uma solução de acessibilidade para usuários de uma automação residencial através de controle de voz, ControleVozAutoRes. São apresentados os componentes de software e de hardware empregados na criação de um protótipo de teste baseado em uma maquete funcional.*

1. Introdução

Segundo Teruel e Filho (2007), automação residencial (ou domótica) é uma coleção de equipamentos, sistemas e subsistemas que interagem entre si, mas permitem o estabelecimento de funções independentes. Inclui o uso de equipamentos especializados que podem controlar lâmpadas, eletrodomésticos, aquecedores, ar condicionado, e perceber em que local da casa as pessoas estão. Soluções de automação residencial utilizam equipamentos microcontrolados que interagem mutuamente através de meios de comunicação homogêneos ou heterogêneos, trocando informações e tomando decisões orientadas ao usuário para assegurar seu conforto, segurança e bem estar.

Nunes (2004) estipula que a divulgação e entusiasmo recente por automações residenciais podem ser explicadas devido a elas poderem facilitar tarefas diárias tais como controlar a rega do jardim, ligar a iluminação exterior, estabelecer níveis de temperatura e iluminação adequados, descer ou subir os estores a determinadas horas do dia ou desligar lâmpadas em divisões que ficaram vazias. Deste modo a domótica pode contribuir para oferecer melhores níveis de conforto e, ao mesmo tempo, otimizar os gastos energéticos e conduzir a poupanças nos consumos de eletricidade, gás e água. A domótica permite também aumentar a nossa segurança, detectando e sinalizando situações de emergência (e.g., incêndio, fugas de gás, inundação) ou situações de intrusão. Pode ainda ser útil para pessoas idosas, pessoas com mobilidade reduzida ou com outro tipo de limitação física, permitindo-lhes uma maior autonomia e qualidade de vida. Por exemplo, o uso de um telecomando adequado ou de um dispositivo que reconhece mensagens de voz pode facilitar tarefas como abrir portões, ligar a iluminação ou o desligar o forno. É importante ressaltar que a população do Brasil tem envelhecido substancialmente, pois, segundo a BBC Brasil (2013), o número de idosos no Brasil deve quadruplicar até 2060; conforme dados do IBGE a população com essa faixa etária deve passar de 14,9 milhões (7,4% do total), em 2013, para 58,4 milhões (26,7% do total), em 2060. No período, a expectativa média de vida do brasileiro deve

aumentar dos atuais 75 anos para 81 anos. Por isso passa a ser de fundamental importância as iniciativas tecnológicas que promovam uma melhoria da qualidade de vida para essa parcela da população.

Considerando a tendência das soluções domóticas em atender as necessidades de pessoas em termos de acessibilidade e automatização de tarefas relacionadas a ambientes domiciliares, esse trabalho trata da implementação de meios que promovem o controle de voz em um sistema residencial automatizado, ControleVozAutoRes, acrônimo para Controle de Voz para Automação Residencial. A solução foi testada através de uma maquete representando uma residência e sua integração com uma placa microcontroladora Arduíno, que aciona os dispositivos da casa. Também se encontra descrita a utilização do software Coruja (2012) para realizar o reconhecimento de comandos de voz.

Nas próximas seções será detalhado o tema do trabalho. Na Seção 2 é realizada a revisão bibliográfica. A Seção 3 contém informações sobre a solução proposta. Na Seção 4 são discutidas as conclusões e trabalhos futuros.

2. Revisão Bibliográfica

Para que este trabalho fosse desenvolvido, a literatura correlata foi pesquisada em relação a esforços anteriores que contemplassem o tema automação residencial e acessibilidade através de soluções não baseadas em controles remotos e/ou outros tipos de dispositivos físicos, i.e. idealmente, softwares domóticos baseados em controle por comando de voz.

Oliveira e Sadok (2009) utiliza um sistema com dispositivos controlados por frameworks que utilizam a Java Speech API (JSAPI) no reconhecimento e síntese de voz juntamente com um *engine* que acessa os recursos de hardware da máquina (e.g. Microfone) através do sistema operacional. Outro esforço que utiliza esta mesma API se encontra em Damasceno et al (2005), que a associa a ferramenta de interação Java Programming 3D para melhorar a comunicação e imersão do usuário em um ambiente virtual controlado por comandos de voz. Pelo fato da JSAPI ter sido desenvolvida prioritariamente para o inglês, ocorrem limitações da biblioteca na compreensão dos comandos de voz em português mesmo com a realização de treinamento do software para que ele realize o reconhecimento.

O trabalho de Lucena (2006) apresenta uma solução para automação por comando de voz utilizando o software IBM Via Voice. Esta automação, no entanto, obteve problemas relacionados ao reconhecimento dos comandos de fala realizados pela ferramenta, como, por exemplo, mostrou-se necessário treinar o software para realizar o reconhecimento de voz de uma pessoa específica, e, mesmo sendo treinado, ocorreram falhas na interpretação dos comandos vocais utilizando sentenças semelhantes, e.g. sendo pronunciada a palavra “aceso”, o software interpretou esta expressão como “as seis”.

Ferreira e Duarte (2007) criaram um software de automação residencial com comando por voz que utilizou da biblioteca Microsoft Speech SDK para realizar o reconhecimento dos comandos contidos em uma gramática. Contudo o trabalho apresentou dificuldade em encontrar bibliotecas de reconhecimento de voz em

português que fossem capazes de realizar o reconhecimento da fala de usuários de forma adequada.

3. ControleVozAutoRes

O presente trabalho consiste em demonstrar uma solução para a implementação de serviços de voz em sistemas automatizados, em que optou-se por utilizar o Coruja 0.2, que consiste em um software para reconhecimento de voz em Português Brasileiro, composto por uma API desenvolvida na linguagem C++ e implementável na linguagem JAVA. ControleVozAutoRes faz uso do Coruja para implementar um projeto de automação residencial programado em JAVA e C++ e integrado a uma placa microcontroladora Arduino. O Coruja é responsável por fazer a síntese e reconhecimento de voz e, após o conhecimento de expressões relevantes, ControleVozAutoRes aciona funções específicas da automação que, até a atual etapa do desenvolvimento, correspondem a: (a) ligar e desligar a iluminação e (b) abrir e fechar um portão. A Figura 1 apresenta os componentes do software ControleVozAutoRes; este software foi criado na forma de um serviço de reconhecimento de comandos de voz desenvolvido a partir da integração da linguagem JAVA e um interpretador de comandos integrado ao Coruja.

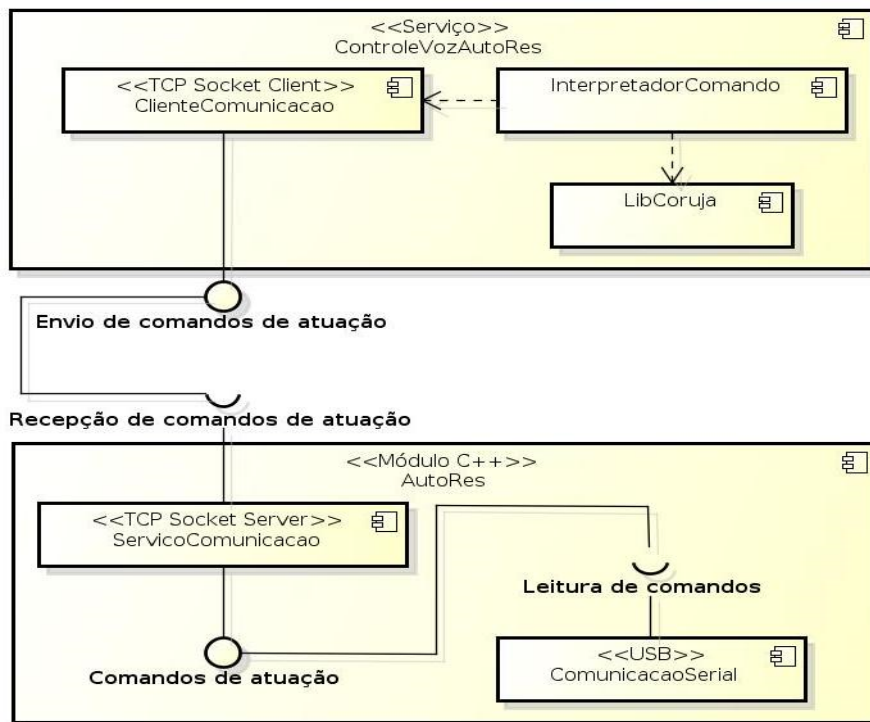


Figura 1. Descrição da arquitetura da aplicação de comando de voz

A partir da captura de áudio utilizando um microfone, o software Coruja 2.0 (identificado na Figura 1 como o componente “LibCoruja”) consegue reconhecer palavras previamente cadastradas em um arquivo de configuração e enviá-las ao interpretador, “InterpretadorComando”. O interpretador é responsável por associar palavras reconhecidas em uma sequência de comandos. Por exemplo, a biblioteca Coruja reconhece as palavras, "abrir" e "portão", isoladamente, cabendo ao interpretador

associá-las para formar um comando completo, "abrir portão". A Figura-2 exibe um trecho de código do interpretador de comandos que é capaz de reconhecer o comando "abrir portao".

```
/**
 * @return verdadeiro, se interpretar o comando de abrir portao
 */
private boolean interpretarComandoAbrirPortao() {
    boolean abrir = false;
    boolean portao = false;
    for (String parte : partes) {
        if (parte.equals("abrir")) {
            abrir = true;
        } else if (parte.equals("portao")) {
            portao = true;
        }
    }
    // comando foi montado com todas suas partes?
    boolean interpretado = true;
    if ((abrir) && (portao)) {
        (new ControlePortao()).abrir();
    } else {
        interpretado = false;
    }
    return interpretado;
}
```

Figura 2. Lógica de interpretação do comando "abrir portao"

Após a interpretação utilizando a lógica em linguagem de programação contida na Figura 2, o comando, "abrir portão", é enviado, através de uma comunicação socket, para outro software escrito em C++, que é responsável por repassá-lo, através de uma porta serial USB, a uma automação embarcada na plataforma Arduino. Esta automação é responsável por acionar um dispositivo específico (neste caso, o portão) fazendo-o realizar a operação desejada.

Um conveniente do uso do software Coruja como uma biblioteca é que não é necessário treiná-lo para a fala em português, apenas necessitando respeitar um modo neutro de pronúncia, sem sotaques excessivos. A Figura 3 apresenta um trecho do código referente à configuração do Coruja.

```
#JSGF V1.0;
### Prevenção de bugs ###
# Não deixe uma linha em branco no final do arquivo
# Siga as dicas comentadas abaixo também
# Nomeie sua gramática como quiser sem por acentos
grammar ControleVozAutoRes;

# Nomeie categorias de palavras sem por acentos
public <comandos> = abrir | fechar | ligar | desligar;
public <comodos> = quarto | sala | cozinha | portao;
```

Figura 3. Configuração do Coruja 0.2

A Figura 3 exibe o arquivo de configuração da biblioteca Coruja para a

definição de uma gramática dedicada à interpretação dos comandos de voz necessários à automação residencial. Neste caso, é possível executar os comandos “abrir”, “fechar”, “ligar” e “desligar” sobre os cômodos quarto, sala, cozinha e o objeto portão. O arquivo de configuração permite que, após ser realizada a captura de áudio através de um microfone instalado no ambiente de uma residência, este áudio seja examinado pela solução para que sejam reconhecidas aquelas palavras especificamente. Uma vez reconhecida uma sequência válida, e.g. "abrir" e "portão" (nesta ordem), o comando relacionado à abertura do portão é enviado para o software embarcado no Arduino. O trecho do código do Arduino referente ao acionamento do portão encontra-se na Figura 4.

```
// realiza o controle do portao
void acionarPortao() {
  if ((comando == ABRIR_PORTAO) || (comando == FECHAR_PORTAO)){
    if (comando == ultimoCmdPortao){ return; }
    else { ultimoCmdPortao = comando; }
    int passosMotor = 7;
    if (comando == FECHAR_PORTAO){ passosMotor = 0; }
    int tempoRotacionamento = parametro1 * 1000 + parametro2 * 100;
    while (tempoRotacionamento > 0) {
      switch (passosMotor){
        case 0:
          digitalWrite(PinPortao0, LOW);
          digitalWrite(PinPortao1, LOW);
          digitalWrite(PinPortao2, LOW);
          digitalWrite(PinPortao3, HIGH);
          break;
        ...
        if (comando == FECHAR_PORTAO){
          passosMotor++;
          if (passosMotor > 7) {
            passosMotor = 0;
          }
        }
        else {
          passosMotor--;
          if (passosMotor < 0) {
            passosMotor = 7;
          }
        }
      }
      tempoRotacionamento--;
      delay(1);
    }
  }
  // desliga o motor ao final do rotacionamento
  digitalWrite(PinPortao0, LOW);
  digitalWrite(PinPortao1, LOW);
  digitalWrite(PinPortao2, LOW);
  digitalWrite(PinPortao3, LOW);
}
```

Figura 4. Lógica de acionamento da abertura do portão

O trecho do código referente ao acionamento do portão representado na Figura 4, inicialmente, faz uma análise do comando recebido e não executa o comando caso ele seja igual ao último reconhecido, por exemplo, não abre o portão novamente enquanto

estiver aberto. Caso o programa aceite o novo comando, ele faz o controle do motor de passo baseando-se no tempo de rotação do mesmo.

Optou-se no trabalho pela construção de uma maquete de simulação do ambiente domótico tratado, pois, segundo Barros et al (2001), o processo de integração ocorre em um ambiente de simulação, que permite avaliar o impacto provocado por cada combinação de cenários no comportamento do projeto. À medida que o processo de desenvolvimento ocorre, o modelo de projeto é periodicamente atualizado com informações sobre seu estado e novas análises de cenário são realizadas. Ainda, segundo Consalez (2002), a utilização de maquetes integradas no processo do projeto pode converter-se em uma importante confirmação da validade das soluções do próprio projetista. Sendo assim, no projeto de automação residencial planejado, optou-se por uma modelagem em escala, afim de testar a funcionalidade do trabalho antes de um possível despendimento de recursos para implementá-lo em um projeto residencial real. Foi construída uma maquete na escala 1:20, que seguiu as especificações de um modelo de moradia anteriormente pensado e projetado no software livre Sweet Home 3D (2006). Este modelo seguiu as especificações de uma casa média real e foi construída em compensado comum de 15 e 10 milímetros, como pode ser visto na Figura 5.

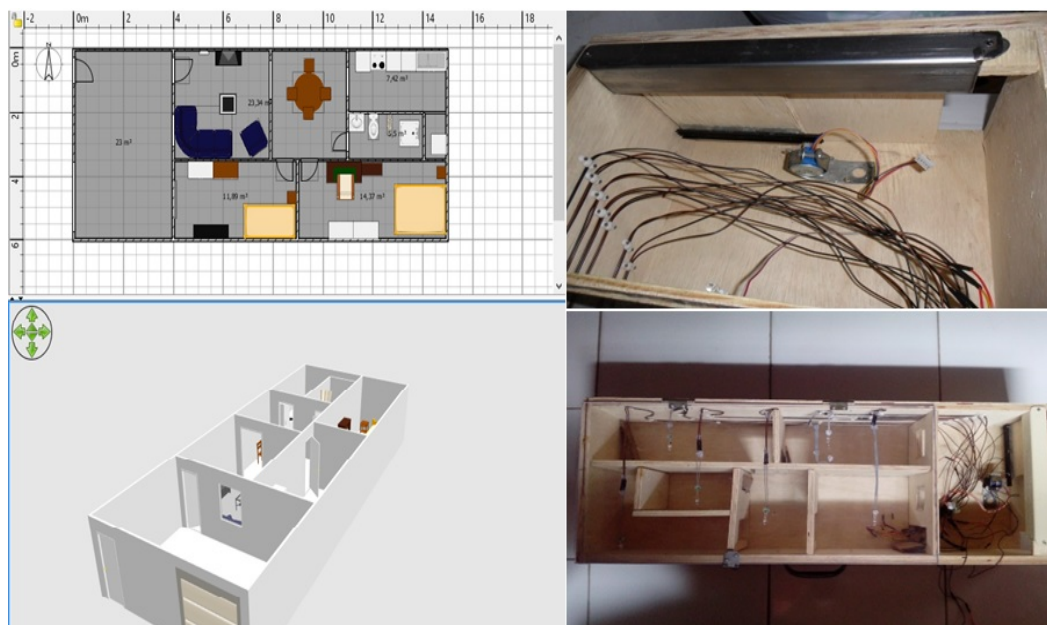


Figura 5. Casa planejada no software Sweet Home 3D e correspondente construção em maquete.

Durante a Semana de Ciência e Tecnologia- SECITEC, do Instituto Federal da Bahia – IFBA, realizada no campus de Vitória da Conquista BA, entre os dias 16/10/2013 à 20/10/2013, foi feita uma demonstração do trabalho e uma pesquisa para a coleta de opiniões sobre a funcionalidade do projeto com o objetivo de avaliá-lo e realizar a coleta de comentários e sugestões de melhorias. Uma parte da mostra foi realizada em ambiente fechado e outra em ambiente aberto, sendo que, de forma geral, houve um bom comportamento da captura de vozes nos ambientes, pois diversas pessoas que participavam do evento realizaram um teste interativo com a automação da maquete. Apesar das diferentes características das vozes testadas em um universo

heterogêneo de pessoas (com diferenças em idade e gênero), houve êxito na funcionalidade da aplicação e elas conseguiram controlar a iluminação e o portão por comandos vocais. Ocorreram algumas falhas durante a demonstração em local aberto ocasionadas pela grande quantidade de pessoas circulando na hora pelo local e o ruído proveniente disso. Este problema foi atenuado em totalidade nos testes realizados em ambientes com menos ruídos, como em salas fechadas, sendo este um cenário próximo da aplicabilidade pretendida pela solução, i.e. utilização com um microfone instalado dentro de um ambiente fechado da casa, e.g. quarto do usuário.

4. Conclusão e Trabalhos Futuros

Tecnologias associadas à domótica têm crescido bastante nos últimos tempos e com um enfoque cada vez maior em proporcionar facilidades práticas na execução de tarefas triviais. Entre estas (tecnologias), o reconhecimento de comandos por voz pode desempenhar um papel vital em automações residenciais, porque pode garantir acessibilidade para seus usuários, sendo esta uma vantagem acentuada para portadores de deficiências ou idosos.

Considerando a necessidade de reconhecimento de voz de falantes da língua portuguesa, a integração da aplicação ControleVozAutoRes com o software Coruja tornou-se um diferencial à medida que torna a solução independente de outras soluções baseadas em linguagem estrangeira e na necessidade de treinamento prévio da aplicação para reconhecimento de comandos.

Entre os possíveis trabalhos futuros existe a possibilidade de incremento dos tipos de dispositivos comandados por voz, conforme foi opinado pelos visitantes do evento SECITEC. Geladeira, persianas, cortinas, janelas, torneiras, portas comuns e som ambiente foram algumas das sugestões. Isto evidencia o potencial de aplicação e interesse correspondente neste tipo de aplicação.

À maquete também serão integrados projetos hidráulico e elétrico, correspondendo, respectivamente, à simulação de consumo sustentável de água e energia, cabendo novas análises e implementações relativas à aplicação de comandos de voz aos dispositivos adicionados para automação destes projetos. Quanto ao projeto hidráulico, a simulação do consumo sustentável de água se dará em relação ao reaproveitamento de água captada pelas torneiras e ralos que será: (a) prioritariamente, bombeada por um controle automático de fluxo até o reservatório que simularia uma louça sanitária; e (b) possivelmente, filtrada e usada para regar um jardim automaticamente nos moldes da domótica. O projeto elétrico consiste em prover energia elétrica para o funcionamento das implementações da maquete através de fontes alternativas de energia, que, preferencialmente, será a energia solar, através de unidades de painéis fotovoltaicos compatíveis com as escalas e padrões da maquete e com a eficiência energética desejável.

Os códigos-fonte de ControleVozAutoRes se encontram disponibilizados para acesso mediante licença open-source sob o endereço: <https://autores.googlecode.com/svn/trunk/ControleVozAutoRes>.

Agradecimentos

Este projeto foi realizado graças a bolsa concedida pelo Programa Jovens Talentos para a Ciência (PJTC), da CAPES.

Referências

- Teruel, Evandro Carlos, e Filho, Aristides Novelli. "Automação residencial: pesquisa quantitativa para conhecer a necessidade do cliente." *Anais do II Workshop de Pós-Graduação e pesquisa do CEETEPS*. 2007.
- Nunes, Renato. "Modelo de Especificação e Programação de um Sistema Domótico." *IADIS Conferência Ibero-Americana WWW/Internet*. 2004.
- BBC Brasil (2013). "Número de idosos no Brasil vai quadruplicar até 2060, diz IBGE", disponível em:
<http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2013/08/130829_demografia_ibge_populacao_brasil_gb.shtml>. Acessado em: 27 de Fev. 2014.
- Coruja, 2012. Software para Reconhecimento de Voz em Português Brasileiro, disponível: <<http://www.laps.ufpa.br/falabrasil/downloads.php>>. Acessado em: 31 de Mar. 2014.
- Oliveira, Lemc, Carvalho, A. J. , e Sadok, D. "Protótipo de Ambiente Controlado por Dispositivo Móvel e Reconhecimento de Voz". Revista científica *Tecnologus*, edição 4, 2009.
- Damasceno, Eduardo F., Pereira, Tatiane Valau, e Brega, José Remo Ferreira (2005). "Implementação de Serviços de Voz em Ambientes Virtuais". In *II Simpósio de Informática do CEFET-PI (INFOCEFET)*.
- Lucena, Gustavo Gomes (2006). "Automação residencial por comando de voz utilizando microcontrolador", disponível em: <<http://repositorio.uniceub.br/handle/123456789/3264>>. Acessado em 13 Nov. 2013.
- Ferreira, Ludmila, e Marcelo Duarte (2007). "Automação Residencial com Comando por Voz". In *15º Simpósio Internacional de Iniciação Científica*.
- SweetHome 3D (2006). Disponível em: <<http://www.sweethome3d.com/pt/>>. Acessado em: Outubro de 2013.
- Barros, M. de O., Werner, Cláudia Maria L., e Travassos, Guilherme H. "Gerenciamento de Projetos Baseado em Cenários: uma Abordagem de Modelagem Dinâmica e Simulação". In *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE 1* (2001).
- Consalez, Lorenzo. "Maquetes: a representação do espaço no projeto arquitetônico". Editorial Gustavo Gili, 2002.