

CARVALHO, Ricardo de; KAWABATA, Célia Leiko Ogawa. Desenvolvimento de sistema ubíquo para reconhecimento de eventos sonoros com dispositivo vestível para feedback tátil. In: WORKSHOP DE INOVAÇÃO, PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 3., 2018, São Carlos, SP. *Anais...* São Carlos, SP: IFSP, 2018. p. 29-32. ISSN 2525-9377.

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA UBÍQUO PARA RECONHECIMENTO DE EVENTOS SONOROS COM DISPOSITIVO VESTÍVEL PARA FEEDBACK TÁTIL

RICARDO DE CARVALHO; CÉLIA LEIKO OGAWA KAWABATA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Carlos, Brasil

RESUMO: O desenvolvimento do sistema proposto tem o objetivo de permitir que pessoas com deficiência auditiva fiquem cientes de eventos e notificações naturalmente sonoros por meio do tato. O Arduino foi escolhido como plataforma de prototipagem por conta de seu custo relativamente baixo, de sua alta flexibilidade e simplicidade, baixo consumo de energia e do suporte da comunidade online. O sistema foi projetado de forma modular e é constituído de 2 componentes principais: módulo de reconhecimento/processamento, e módulo de feedback tátil. Foram utilizadas algumas bibliotecas de software, disponíveis online, para agilizar o desenvolvimento. Entretanto, não foram levadas em consideração, na criação do protótipo, questões de segurança e privacidade de dados, tendo sido adotados os protocolos mais simples possíveis de transmissão e armazenamento. Concluiu-se que a plataforma Raspberry Pi é mais robusta e possui implementação e codificação mais simples quando comparado ao Arduino. E, apesar do custo mais elevado, esta é uma plataforma mais adequada para o desenvolvimento deste sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Eletrônica. Acessibilidade. Programação. Computação Ubíqua. Sistema Embarcado. Processamento de Sinais.

ABSTRACT: The proposed system development aims to allow people with hearing impairment to be aware of naturally sound events and notifications through tact. Arduino was chosen as the prototyping platform because of its relatively low cost, its great flexibility and simplicity, its low power consumption and the online community support. The system has been designed in a modular way and consists of 2 main components: recognition/processing module, and tactile feedback module. Some online available software libraries were used to speed up the development. However, data security and privacy issues were not taken in account during the prototype creation, so the simplest transmission and storage protocols were adopted. It was concluded that the Raspberry Pi platform is more robust and have simpler implementation and coding when being compared to Arduino. And, despite the elevated costs, It's a more suitable development platform to this system.

KEYWORDS: Electronics. Accessibility. Programming. Ubiquitous Computing. Embedded System. Signals Processing.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de equipamentos de tecnologia assistiva é uma forma de se viabilizar uma melhor qualidade de vida para pessoas com deficiências e possibilita que estas tenham acesso à informação, à comunicação, à educação e à uma maior qualidade de vida. Utilizando Arduino e sensores é possível construir dispositivos que auxiliam, por exemplo, surdos a tomarem consciência de eventos que normalmente são sonoros nos ambientes domésticos, como alarmes, portas de geladeira abertas, fornos micro-ondas, telefones, campainhas e despertadores.

Segundo dados do IBGE (VILLELA, 2015) 6,2% da população brasileira tem algum tipo de deficiência. A Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) considerou quatro tipos de deficiências: auditiva,

visual, física e intelectual. O levantamento foi feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em parceria com o Ministério da Saúde.

De acordo com a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo (BRASIL, 2009) deve-se promover, proteger e assegurar o exercício pleno e equitativo de todos os direitos humanos e liberdades fundamentais por todas as pessoas com deficiência e promover o respeito pela sua dignidade inerente. Por esse motivo torna-se premente a realização de pesquisas de tecnologias assistivas que ampliem a autonomia e melhorem a qualidade de vida destas pessoas.

Portanto, o presente projeto tem por finalidade o desenvolvimento de uma solução de baixo custo que auxilie deficientes auditivos a desenvolver atividades diárias comuns, notificando-os por meio de outros tipos de estímulos sensoriais sobre eventos de natureza sonora. A solução inicial foi desenvolvida com base na plataforma Arduino. Porém, devido às limitações computacionais, concluiu-se ser mais adequado utilizar um hardware mais potente, como os presentes na plataforma Raspberry Pi.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado um Arduino Uno R3 como plataforma de prototipagem do módulo de reconhecimento/processamento, e como gerador de funções e analisador de espectros durante os testes do módulo de feedback tátil e do microfone. O foco foi mantido no baixo custo e na intercambialidade dos módulos.

O módulo central (reconhecimento/processamento) é constituído por 1 microcontrolador (Arduino), 1 display LCD, 1 autofalante, 4 botões, 1 leitor de cartões microSD, 1 microfone de eletreto, 1 circuito transmissor de rádio FM com antena e 1 fonte de energia (5V).

O módulo de feedback tátil é constituído por 1 circuito receptor de FM com antena, 1 atuador ressonante linear (motor vibratório sem eixo), e baterias do tipo “botão” ou “moeda” (comumente utilizadas em relógios). Este módulo possui o formato de uma pulseira.

Os padrões sonoros a serem observados e seus respectivos padrões de vibrações, são gravados no cartão microSD por meio de um menu no módulo de reconhecimento, que é navegável pelo display LCD e pelos botões. Após os padrões serem gravados, o Arduino passa a analisar as ondas sonoras captadas por meio do microfone e transforma tais ondas em um espectro de frequências (por meio da Transformada Rápida de Hartley) e compara com os espectros pré-gravados, criando um “ranking” por meio do método da distância vetorial euclidiana até que um dos padrões atinja um limiar de similaridade, disparando assim uma notificação na pulseira com o padrão vibratório correspondente.

Para o processamento dos sinais de áudio foi considerada a utilização do algoritmo da Transformada Rápida de Fourier (FFT – *Fast Fourier Transform*), porém foi notado que o algoritmo da Transformada Rápida de Hartley (FHT – *Fast Hartley Transform*) produz resultados similares com praticamente metade do processamento, pois metade dos resultados da Transformada Discreta de Fourier (DFT – *Discret Fourier Transform*) que são utilizados no algoritmo FFT são ambíguos para dados reais – enquanto a Transformada Discreta de Hartley (DHT – *Discrete Hartley Transform*) trabalha com sequências de dados reais, a DFT trabalha com sequências de dados complexos - (PICCIN, 1988).

Os dados crus dos sons existentes no domínio do tempo são processados por meio do algoritmo da transformada, cuja saída é a representação de tais ondas sonoras no domínio da frequência, possibilitando assim, a comparação de seus valores harmônicos (PIASECKI, 2011).

Para a comparação dos resultados obtidos pelo processamento dos sinais, foi utilizado o método da distância vetorial euclidiana por conta de sua simplicidade e bom desempenho em relação à comparação entre dois padrões de áudio pré-processados existentes (MUNIZ, 2009). No entanto, devido às limitações de hardware da plataforma, esta comparação foi feita com base nas médias dos valores, reduzindo a quantidade de operações de modo que a aquisição de novos dados não se tornasse defasada por conta de atrasos durante a fase de comparação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os testes de sensibilidade do microfone, este foi capaz de captar nitidamente sons oriundos do ambiente em que estava posicionado e de cômodos vizinhos, com a amplitude das ondas reduzindo mais notavelmente a partir de então. Devido ao escopo do projeto, em relação à utilização

no ambiente domiciliar, é possível concluir que é um alcance bastante limitado, podendo não abranger toda a extensão do local.

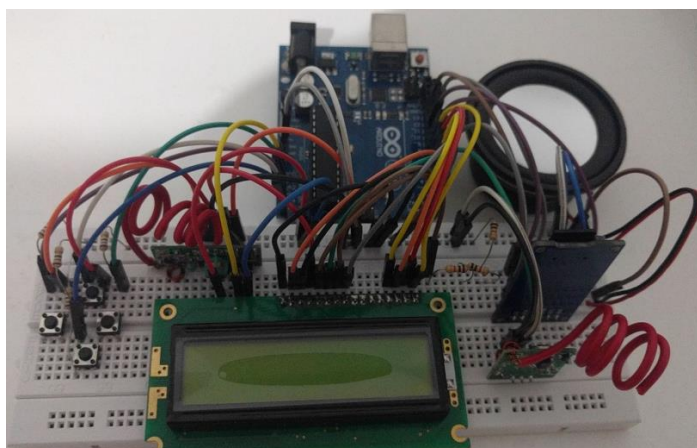
A distância de transmissão das antenas não foi ostensivamente testada, porém não houve perda notável de sinal dentro de um raio de 10 metros. Devido ao escopo do projeto, em relação à utilização no ambiente domiciliar, é possível concluir que é um alcance adequado.

Apesar de os microcontroladores presentes nos Arduinos em geral não terem muita facilidade em relação à reprodução de sons por conta de suas limitações de hardware, é possível reproduzir sons – com níveis de ruídos e distorções que não causam prejuízos quanto ao reconhecimento do som original – por meio de bibliotecas de software que utilizam métodos pouco convencionais e bastante otimizados para a plataforma. Ao utilizar um Raspberry Pi este tipo de problema é eliminado, pois este possui interfaces de áudio nativas.

A navegação entre os menus por meio de um pequeno display LCD não é intuitiva, pois não há espaço para indicações visuais sobre a disposição hierárquica das opções.

Como consequência da simplificação do algoritmo de análise e comparação dos sinais de som – que ficou limitado a lidar apenas com valores médios para poder ser executado no hardware do Arduino – ocorreu a produção de falsos positivos e a falha no reconhecimento de eventos.

Figura 1 – Módulo de reconhecimento/processamento montada em protoboard



Fonte: Elaborado pelos autores.

CONCLUSÕES

O dispositivo vestível será muito útil para deficientes auditivos pois os auxiliará a tomar ciência de eventos que são comumente sonoros, como campainhas, alarmes, dentre outros.

Ainda é necessária a realização de testes de integração, pois os testes realizados foram modulares. É preciso também realizar testes mais intensos em relação a interferências internas e externas ao sistema. E também rever questões de segurança e privacidade de dados. Porém, como protótipo de um dispositivo de baixo custo, o objetivo é demonstrar de forma simples a implementação, o funcionamento, a utilidade e as dificuldades referentes à implantação de um sistema desse tipo.

Utilizando uma plataforma com hardware mais potente, como o Raspberry Pi, é possível obter resultados superiores, devido à menor limitação dos recursos computacionais – o modelo mais modesto da linha (Raspberry Pi 1 Model A) conta com um processador de 700 MHz e 256 MB de memória RAM (ADAFRUIT, 2018), contra os 16 MHz de processamento e 2kB de RAM contidos no Arduino Uno (ARDUINO, 2018). Isto permite que cálculos mais complexos se tornem viáveis, aumentando a precisão e a confiabilidade do sistema;

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao IFSP, que por meio do programa PIBIFSP incentivou e apoiou o desenvolvimento desse projeto.

Agradeço também a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ADAFRUIT. Raspberry Pi Model A 256MB RAM. **Adafruit**, 2018. Disponível em: <<https://www.adafruit.com/product/1344>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

ARDUINO. Compare Board Specs. **Arduino**, 2018. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Products/Compare>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

BRASIL. Decreto no. 6.949 de 25 de agosto de 2009.

MUNIZ, D. N. **Estudo Sobre Reconhecimento de Áudio Repetitivo**: Desenvolvimento de um Protótipo. Monografia – Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, Instituto Federal de Santa Catarina, São José - SC, 2009. Disponível em: <http://200.135.37.76/wiki/images/2/24/ProjetoFinal_DaianaNascimentMuniz.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2017.

PIASECKI, W. L. **Estudo Comparativo Entre os Algoritmos de Processamento de Áudio Phase Vocoder e Spectral Modeling Synthesis**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet, Departamento Acadêmico de Informática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/725/1/CT_COTSI_2011_2_12.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2017.

PICCIN, F. **The Fast Hartley Transform as an Alternative to the Fast Fourier Transform**. Technical memorandum – Defence Science and Technology Organisation, Surveillance Research Laboratory, Department of Defense, Salisbury, South Australia, 1988. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a212493.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

VILLELA, Flávia. IBGE: 6,2% da população têm algum tipo de deficiência. **Portal EBC**, ago. 2015. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/noticias/2015/08/ibge-62-da-populacao-tem-algum-tipo-de-deficiencia>>. Acesso em: 25 out. 2016.