

12º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2021

DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE UMA BENGALA ELETRÔNICA

MATHEUS C. SANTANA¹, SAMUEL O. OLIVEIRA², REINALDO G. DANTE³, ELIANE COMOLI⁴

¹ Estudante em Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio, IFSP, Câmpus Sertãozinho, e Bolsista PIBIC-EM/CNPq da FMRP-USP, cavalcanti.matheus@aluno.ifsp.edu.br

² Estudante em Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio, IFSP, Câmpus Sertãozinho, e Bolsista PIBIC-EM/CNPq da FMRP-USP, olimpio.samuel@aluno.ifsp.edu.br

³ Professor Titular em Engenharia Elétrica do IFSP, Câmpus Sertãozinho, e Supervisor do IFSP, Câmpus Sertãozinho, no Programa PIBIC-EM/CNPq da FMRP-USP, golmia@ifsp.edu.br.

⁴ Doutora em Ciências Fisiológicas e Mestre em Neurociência e Comportamento, Docente da FMRP, USP, ecomoli@fmrp.usp.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Circuitos Eletrônicos – 3.04.03.03-0

RESUMO: A deficiência visual pode ser um grande limitante da independência pessoal, visto que o ambiente urbano e muitas tecnologias e serviços não foram projetados de maneira a incluir pessoas com visão limitada ou comprometida. A orientação destas pessoas se compromete, pois o cérebro faz uso de estímulos sensoriais, principalmente a visão, para criar uma representação global do espaço. Com o intuito de melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência, mais especificamente na mobilidade, o trabalho objetivou desenvolver um protótipo de bengala adaptada que realiza detecção de obstáculos e transmite alertas ao usuário de acordo com a distância destes. A plataforma de prototipagem eletrônica escolhida para o desenvolvimento do circuito foi o *Arduino* e foram utilizados dois sensores infravermelho para detectar obstáculos, que realizam medições e alertas independentes. O sistema construído tem desempenho satisfatório em relação à localização de obstáculos em curtas e médias distâncias em ambientes com pouca luz, mas possui limitações em ambientes externos, portanto é passível de aprimoramentos que poderiam aumentar a eficiência e facilidade de uso. Na próxima etapa do projeto a estrutura física da bengala será confeccionada para alojar o circuito desenvolvido.

PALAVRAS-CHAVE: acessibilidade; arduino; neurociência; tecnologia.

PROTOTYPE DEVELOPMENT OF A ELECTRONIC CANE

ABSTRACT: Visual impairment can be a major limitation on personal independence, as the urban environment and many technologies and services were not designed to include people with limited or impaired vision. The orientation of these people is compromised because the brain makes use of sensory stimuli, especially vision, to create a global representation of space. Assistive technology aims to assist in this sensory process, providing more information about the environment. In order to improve the quality of life of people with disabilities, more specifically in mobility, the objective was to develop a prototype adapted cane that detects obstacles and transmits alerts to the user according to their distance. The platform chosen for development was Arduino and infrared sensors were used, which perform independent measurements and alerts. The built system performs satisfactory in relation to locating obstacles at short and medium distances in low light environments, but it has limitations in outdoor

environments, therefore it is amenable to many enhancements that could increase efficiency and ease of use. In the next stage of the project, the physical structure of the cane will be made to house the developed circuit.

KEYWORDS: accessibility; arduino; neuroscience; technology.

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2019), no mínimo 2,2 bilhões de pessoas possuem alguma deficiência visual, que pode ser classificada em: deficiência visual de perto, deficiência visual de longe (leve, moderada e grave) e cegueira. Certamente, a inclusão dessas pessoas tem sido um dos grandes desafios na nossa sociedade. O comprometimento da visão é uma condição que pode causar um grande impacto na qualidade de vida de uma pessoa, e incluir essa população na sociedade de modo a torná-las independentes é um dos grandes desafios da atualidade, sobretudo no quesito da mobilidade pessoal (HOFFMAN, 2017).

De acordo com (CUTURI *et al.*, 2016), o cérebro se vale de estímulos sensoriais que fornecem informações do ambiente (visão, audição, tato) e do corpo (sistemas vestibular e proprioceptivo) para compor uma representação espacial e a partir dela gerar uma ação motora segura. A visão é crucial nesse processo e por esta razão pessoas com baixa visão têm sua orientação prejudicada.

Porém, indivíduos com cegueira contam ainda com os demais sentidos, sobretudo a audição e o tato, que permitem a formação de uma imagem espacial, porém deficitária, devido ao comprometimento do processamento visual (CUTURI *et al.*, 2016). Nesse sentido, a tecnologia assistiva tem um papel importante, buscando suprir as necessidades sensoriais do indivíduo com deficiência.

Aliado a tais conhecimentos, o principal objetivo do trabalho é desenvolver um protótipo de uma bengala que estimule uma aprendizagem motriz por meio de sensores infravermelhos e que alertem ao usuário a faixa de distância em que obstáculos se encontram, a fim de dar maior autonomia às pessoas com deficiência visual e permitir que se orientem com menor dificuldade.

MATERIAL E MÉTODOS

O protótipo foi desenvolvido com os materiais descritos nesta seção, baseando-se nos resultados de Luna *et al.* (2020), exceto pelo modelo de placa Arduino (devido ao custo) e do sensor de distância. São eles:

Placa Arduino UNO R3: o *Arduino* é uma plataforma de prototipagem *open-source* composta por hardware e software. Em linhas gerais, trata-se de um microcontrolador que pode ser programado para realizar rotinas diversas, como receber e enviar sinais digitais e analógicos, realizar cálculos e executar funções complexas.

Protoboard: também conhecida como placa de prototipagem, é uma matriz de contato que possui orifícios de conexões internos dispensando a necessidade de solda para conectar componentes para montagem de protótipos.

VL53L0X: este componente é um sensor infravermelho utilizado para mensurar distâncias de obstáculos. Seu funcionamento consiste na emissão de raios infravermelho pelo sensor e na leitura do sinal de retorno (reflexo/eco) desse mesmo raio. A distância entre o sensor e o objeto que reflete o sinal é calculada com base no tempo entre o envio e a leitura do retorno. Pode operar em quatro modos: *default*, *high accuracy*, *long range* e *high speed*. Em relação ao sensor ultrassônico, este sensor possui melhor desempenho em ambientes internos, além de ser mais compacto.

Vibracall: é um micro motor elétrico capaz de gerar vibrações.

Buzzer passivo: é um componente capaz de gerar ondas sonoras na tonalidade desejada a partir da excitação elétrica de componentes eletromecânicos ou piezoelétricos.

Os materiais foram dispostos na protoboard e ligados por fios da seguinte maneira:

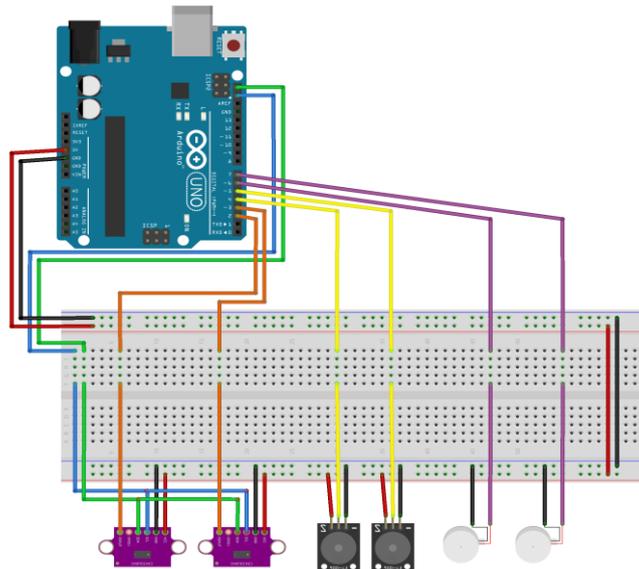


Figura 1: Montagem do circuito no software *Fritzing*.

Para o funcionamento do protótipo é necessário que seja programada uma rotina a ser executada pelo microcontrolador *Arduino*, escrita na linguagem de programação *C++*. Um programa de *Arduino* deve conter obrigatoriamente duas funções principais: *setup*, a qual é executada apenas uma vez na inicialização do programa, e *loop*, que é executada repetidamente enquanto o sistema estiver ligado.

Em todo o programa, cada sensor foi tratado de maneira independente, ou seja, cada sensor realiza uma medição e emite um alerta que independe do outro. A lógica de funcionamento da função *loop* pode ser entendida pelo seguinte fluxograma:

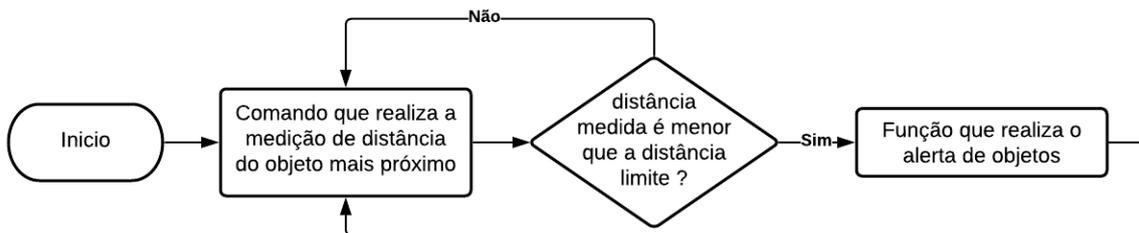


Figura 2: Fluxograma da função *loop*.

Para o sensor realizar a medição da distância foram usados os comandos da biblioteca *VL53LOX*, para diminuir o volume e complexidade do código. Após criado um objeto com a classe *VL53LOX*, chamado de 'sensorAlto', utiliza-se a função *readRangeSingleMillimeters* para calcular o tempo de retorno de uma onda que for captada pelo sensor (se um objeto entrar no raio de cobertura do sensor) e este valor é armazenado em uma variável. Logo em seguida, este mesmo valor é convertido de uma medida de tempo em microssegundos para uma medida de distância em milímetros. Este comando pode ser visto abaixo:

```
int cmlatual = sensorAlto.readRangeSingleMillimeters();
```

Os alertas sonoros e vibratórios que são emitidos quando um objeto é detectado se assemelham a um 'bip', que variam na duração dos 'bips' e no tempo de pausa entre eles. No *Arduino*, a função *delay* realiza a contagem de tempo para criar os alertas, mas ao custo de colocar o microcontrolador em um estado de espera, pausando outras tarefas. Para contornar tal problema, foi utilizada a biblioteca *avdweb_VirtualDelay*, capaz de criar temporizadores virtuais que funcionam em paralelo e não pausam o processamento. No código, há dois contadores: um para a pausa entre os 'bips' (contadorPausaAlto) e um para a duração do 'bip' (contadorDuracaoAlto), que são ajustados passando como parâmetro para a função *start* um valor em milissegundos. Abaixo um trecho desta função:

```

if (cm >= 0 && cm<= 20){
    contadorPausaAlto.start(pausa1);
    if (contadorPausaAlto.elapsed()){
        contadorDuracaoAlto.start(duracao1);
        tone(pinoBuzzerAlto, frequencial);
        digitalWrite(pinoVibracaoAlto, HIGH);
        if(contadorDuracaoAlto.elapsed()) {
            noTone(pinoBuzzerAlto);
            digitalWrite(pinoVibracaoAlto, LOW); }
    }
}

```

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo construído localiza obstáculos e alerta para o usuário de acordo com a distância, mas sofre com problemas de medição. O sensor infravermelho VL53L0X apresenta medições precisas de distâncias curtas e médias, mas quando o obstáculo se encontra longe, pode se tornar instável. Isso se deve principalmente ao fato de os raios infravermelhos emitidos pelo sensor sofrerem ação da incidência de luz solar no ambiente.

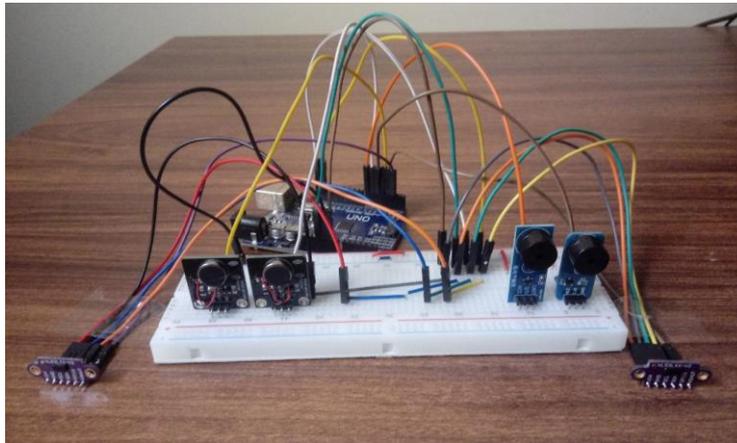


Figura 3: Sistema montado.

O sensor tem um “campo de visão” de 25 graus e foi programado para funcionar no modo *long range*, ou seja, detecta objetos até 2m de distância, porém foi programado para alertar objetos apenas até 1.3 metros, pois esta foi considerada a distância máxima a qual se poderia obter medições mais precisas em um ambiente com leve incidência solar. Apesar desta limitação, há momentos em que os sensores não conseguem obter uma medição de distância válida (devido às características de fabricação do sensor), quando objetos passam rapidamente à frente do sensor principalmente, mas que não afetam os alertas emitidos de um objeto que já esteja no alcance. Em ambientes com incidência solar muito baixa os erros de medição diminuem, com medidas mais próximas ao real até os 2 metros esperados. O protótipo construído atendeu aos objetivos propostos de forma muito satisfatória tecnicamente, destacando-se sobre os projetos que utilizam sensor ultrassônico em relação à precisão das medidas e pelo baixo custo dos componentes eletrônicos. Ainda não foi confeccionada a estrutura própria da bengala que comportasse o circuito e, por essa razão, esse protótipo ainda não foi testado por pessoas com deficiência visual.

Como já estabelecido anteriormente, um dispositivo como uma bengala tecnológica pode suprir parte da necessidade sensorial causada pela falta de visão, porém, dependendo da maneira como é construído, o mesmo pode sobrecarregar as vias receptoras do usuário com um *feedback* sensorial muito intenso (CUTURI *et al.*, 2016) e causar desconforto ao usuário por motivos estéticos e simbólicos (SANTOS, 2019).

Os conhecimentos sobre os mecanismos cerebrais para o processamento visual, auditivo e somatossensorial, bem como a integração de informações sensorio-motoras, proporcionaram uma

fundamentação teórica sólida para o desenvolvimento de um dispositivo tecnológico a fim de melhorar a habilidade de locomoção. Assim, pode-se ressaltar um diferencial entre este e os demais projetos de bengala eletrônica. Ademais uma melhor adequação dos dispositivos sonoros (*buzzer*) e de vibração (*vibracall*) foi realizada. Avaliar o tempo médio de resposta do usuário aos sinais dos dispositivos na bengala aos sinais dos dispositivos na bengala, como por exemplo o recebimento do estímulo sensorial de tato até a reação em se desviar do objeto, possibilitará um aperfeiçoamento para alcançar uma maior eficácia do dispositivo eletrônico.

CONCLUSÕES

O emprego dos conhecimentos em neurociência tem muito a contribuir para o desenvolvimento de tecnologias assistivas que sejam úteis à sociedade. Neste sentido, baseando-se em conhecimentos sobre o funcionamento dos circuitos neurais responsáveis pelos sentidos e motricidade, foi elaborado, por meio de materiais eletrônicos acessíveis e de baixo custo, um protótipo que atendeu as expectativas iniciais quanto à localização e alerta de obstáculos. Com base nos resultados do protótipo e nos estudos dos sistemas neurais envolvidos, espera-se que haja uma diminuição no tempo de reação à obstáculos dos usuários da bengala, devido a melhorias na orientação e no reconhecimento espacial do usuário, ou seja, promova o aprendizado motriz. Os próximos passos do trabalho serão a confecção da estrutura física da bengala eletrônica para analisar a eficácia real do dispositivo ao empregá-la no cotidiano.

AGRADECIMENTOS

O projeto foi contemplado pelo Programa PIBIC-EM do CNPQ (processos #134226/2020-8 e #134204/2020-4).

REFERÊNCIA

AGGIUS-VELLA, E.; CUTURI, L. F.; CAMPUS, C.; PARMIGGIANI, A.; GORI, M. **From science to technology: Orientation and mobility in blind children and adults.** *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v. 71, p. 240-251, dezembro. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014976341630210X>>. Acesso em: 18 fev 2021.

HOFFMAN, T. H. **Desenvolvimento de um protótipo para auxílio no deslocamento de deficientes visuais.** 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/181868>>. Acesso em: 20 fev 2021.

LUNA, D.; OLIVEIRA, G. D.; OLIVEIRA, G. N.; MARTINS, L.; SICCHIERI, P. H. S. **Dispositivo para auxiliar portadores de deficiência visual na locomoção.** 2020. Trabalho de conclusão de curso - Técnico em Automação Industrial, IFSP - Câmpus Sertãozinho, Sertãozinho. Acesso em: 20 fev 2021.

SANTOS, A. D. P. **Tecnologia assistiva para pessoas com deficiência visual: avaliação de eficiência de dispositivos para mobilidade pessoal.** Pós-Graduação em Design, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP, Câmpus Bauru. 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/181124>>. Acesso em: 7 mar 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World report on vision.** Geneva: World Health Organization. 2019. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789241516570>>. Acesso em: 6 mar 2021.