

EQUIPAMENTO DE LOCALIZAÇÃO SENSORIAL COM ARDUINO PARA PESSOAS PORTADORAS DE DEFICIÊNCIAS VISUAIS

Carlos Eduardo Oliveira da Silva, Gustavo de Oliveira Menezes, Raul Toscano Faria.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Rod. Pres. Dutra, km 145 - s/n - Jardim Diamante, São José dos Campos - SP, 12223-201, Brasil, carlossilva@ifsp.edu.br, menezes.gustavo@aluno.ifsp.edu.br, raul.faria@ifsp.edu.br

Resumo

O projeto descrito neste artigo tem como objetivo introduzir um protótipo de um equipamento de localização sensorial ao atual acervo da medicina assistiva brasileira, tendo em vista as dificuldades enfrentadas por pessoas portadoras de deficiências visuais para se locomoverem no cotidiano. Para alcançar tal proposta, recorreu-se a um microcontrolador Arduino, equipado com um sensor ultrassônico e um micro servo motor, sendo integrados apenas por jumpers e programados em linguagem Arduino. Ressaltando o valor experimental desta iniciativa, o equipamento produzido demonstra com êxito a ideia proposta. Contudo, entende-se que para um nível aproximado da realidade, é possível aperfeiçoar o protótipo em diversas categorias, como conforto, praticidade e usabilidade.

Palavras-chave: Acessibilidade. Arduino. Sensor ultrassônico. Servo motor.

Área do Conhecimento: Engenharias, Engenharia Eletrônica.

Introdução

A cegueira é caracterizada pela perda total da visão, condição que impõe desafios diários e exige o uso de suportes específicos para a manutenção da independência e autonomia. Para a locomoção, são comumente empregados dispositivos como a bengala e o cão-guia.

Nesse sentido, a Tecnologia Assistiva (TA) é definida como um conjunto de técnicas, estratégias e equipamentos desenvolvidos com o objetivo de promover a inclusão de pessoas com deficiência, aumentando sua participação e segurança na sociedade. Embora dispositivos tradicionais como as bengalas sejam cruciais para a mobilidade, eles demonstram-se ineficazes na detecção de obstáculos elevados (como galhos, placas ou beirais), o que representa um risco significativo de acidentes.

Frente a esse problema, têm sido desenvolvidas bengalas eletrônicas e outros dispositivos de assistência avançada em diversos países. Contudo, a tecnologia incorporada frequentemente resulta em um custo elevado, limitando o acesso a uma grande parcela da população. Na França, por exemplo, o alto custo (cerca de 2 mil euros, aproximadamente R\$ 12 mil) dificulta a ampla utilização desses equipamentos, sendo reportado um baixo número de usuários (NEITZKE, 2021, par. 5). Esse cenário evidencia a necessidade de soluções mais acessíveis e de maior alcance.

Nesse contexto, propõe-se o desenvolvimento de um equipamento de localização sensorial de baixo custo e alto alcance para pessoas com deficiência visual. O objetivo é complementar a funcionalidade de equipamentos existentes, oferecendo uma solução eficaz para a identificação de diferentes obstáculos. O dispositivo detecta barreiras por meio de sensores ultrassônicos e alerta o usuário por meio de sinais vibratórios. A operação dos sensores e a associação das respostas ao servo motor, responsável pela vibração, são controladas por um microcontrolador Arduino. Além disso, o sistema está integrado a um suporte peitoral, que posiciona o Arduino e os sensores na região central do tórax, possibilitando a identificação de objetos à altura do peito do usuário.

Metodologia

1. Sensor Ultrassônico

Os sensores ultrassônicos operam com base nos princípios da ondulatória sonora, especificamente utilizando ondas sonoras de alta frequência, inaudíveis ao ouvido humano. O sensor ultrassônico HC-SR04 funciona como um sonar. O processo de medição de distância inicia-se com o envio de um pulso elétrico de 10 microssegundos para o pino TRIG do sensor. Esse pulso aciona a emissão de 8 ondas ultrassônicas a partir do transdutor do sensor. Imediatamente após a emissão, o pino ECHO do sensor eleva-se para o nível lógico alto (HIGH) e permanece nesse estado até que o eco das ondas, refletidas por um objeto, seja detectado pelo receptor do sensor. Uma vez que o eco é recebido, o pino ECHO retorna ao nível lógico baixo (LOW).

O tempo em que o pino ECHO permaneceu em nível alto corresponde ao tempo total que o som levou para viajar do sensor até o objeto e retornar. Para calcular a distância até o objeto, este tempo é dividido por dois, considerando o percurso de ida e volta, e multiplicado pela velocidade de propagação do som no ar. A velocidade do som no ar é de aproximadamente 343 metros por segundo. A fórmula para o cálculo da distância está representada na figura 2.

Figura 2 - Fórmula utilizada pelo sensor HC-SR04 para calcular a distância

$$\text{Distância} = \frac{(\text{Tempo de duração do sinal de saída} \times \text{velocidade do som})}{2}$$

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Este princípio permite que o sensor determine a presença e a distância de obstáculos com alta precisão.

2. Arduino UNO

O Arduino UNO é uma placa de desenvolvimento de micro controlador de código aberto, concebida para facilitar a criação de projetos eletrônicos e de robótica. Ele atua controlando o funcionamento dos demais componentes. A placa incorpora um micro controlador 'ATmega328P', responsável por executar o código programado pelo usuário.

O Arduino UNO dispõe de pinos de entrada e saída, que permitem a conexão com sensores, para coletar informações do ambiente, e atuadores, para controlar dispositivos, como o servo motor responsável pela vibração. A programação do Arduino é realizada através da IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) do próprio Arduino, uma interface de software que permite escrever o código em uma linguagem baseada em C++ e carregá-lo para a placa via conexão USB. Embora a conexão USB possa ser utilizada para alimentação durante o desenvolvimento, no protótipo real a energia é fornecida por uma bateria de 9 volts, garantindo a portabilidade do equipamento. Uma vez programado, o Arduino pode operar de forma autônoma, interagindo com o ambiente conforme as instruções contidas em seu código.

3. Micro Servo Motor

O micro servo motor MG90s, utilizado neste projeto para gerar os sinais vibratórios, opera com base em um sistema de controle por Modulação por Largura de Pulso (PWM). Internamente, o servo motor é composto por um motor elétrico DC, uma caixa de engrenagens que reduz a velocidade de rotação e, conseqüentemente, aumenta o torque, e um potenciômetro que mede a posição angular atual do eixo do motor.

Ao receber um sinal PWM do micro controlador Arduino, o circuito de controle interno do servo compara a largura do pulso recebido com a posição angular detectada pelo potenciômetro. Se houver uma discrepância entre a posição desejada e a posição atual, o circuito aciona o motor DC. O motor então move o eixo até que a leitura do potenciômetro corresponda à largura do pulso PWM desejada.

Um pulso de 1,5 milissegundos tipicamente posiciona o servo no centro de seu arco de movimento. Pulsos com durações mais curtas ou mais longas deslocam o servo para as posições extremas de sua amplitude de rotação. No contexto deste projeto, o servo motor será acionado de forma a gerar vibrações que alertem o usuário sobre a presença de obstáculos.

4. Materiais

O desenvolvimento do equipamento de localização sensorial envolveu a integração dos componentes listados na tabela 1.

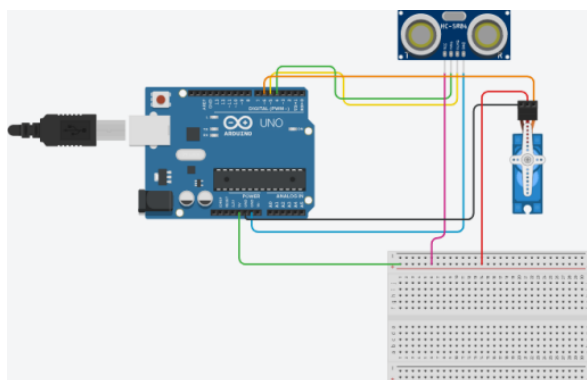
Tabela 1 - Componentes utilizados

Componente	Modelo/tipo	Unidades
Micro controlador Arduino	Arduino UNO	1
Sensor ultrassônico	HC-SR04	1
Micro servo motor	MG90S	1
Protoboard	744 pontos	1
Bateria	9 volts	1
Adaptador de Bateria com plug	9 volts	1
Jumper	Macho-macho	4
	Macho-fêmea	4

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

A associação dos componentes foi primeiramente realizada de forma virtual, pela plataforma Tinkercad, de acordo com o esquema elétrico apresentado na figura 3:

Figura 3 - Associação virtual dos componentes simulado na plataforma Tinkercad. A figura demonstra um sensor ultrassônico e um micro servo motor conectado a um microcontrolador Arduino UNO por meio de jumpers de diversas cores, além de uma protoboard de 744 pontos.



Fonte: elaborado pelo próprio autor no Tinkercad (2025).

O pino de alimentação (VCC) do sensor ultrassônico HC-SR04 foi conectado a uma trilha de alimentação na protoboard, a qual, por sua vez, foi alimentada pelo pino de 5V do Arduino. De maneira similar, o fio vermelho (VCC) do micro servo motor MG90s também foi conectado a essa mesma trilha de alimentação na protoboard.

Em relação às conexões de terra, ambos os componentes, o sensor ultrassônico e o servo motor, conectaram seus respectivos pinos GND diretamente a dois pinos GND do Arduino.. Os pinos de

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

controle do sensor, TRIG e ECHO, foram conectados aos pinos digitais 4 e 5 do Arduino, respectivamente, utilizando jumpers macho-fêmea para uma conexão adequada aos pinos do sensor. O fio laranja, que transmite o sinal de controle do servo motor, foi conectado ao pino digital 6 do Arduino.

O Arduino UNO é alimentado por uma bateria de 9V conectada a um adaptador com plug compatível, inserido na entrada de energia da placa. No esquema visual, um cabo USB está conectado ao Arduino, servindo para programação e alimentação inicial, mas no protótipo final, a bateria de 9V é a fonte de energia.

Todo o conjunto é projetado para ser montado em um suporte peitoral, posicionando o Arduino e os sensores na região central do tórax do usuário, visando a detecção eficaz de obstáculos na altura do peito e acima.

Por fim, realizou-se uma adaptação do servo motor, demonstrada na figura 4, construindo-se uma espécie de hélice com extremidades pontiagudas, com o objetivo de aumentar a sensibilidade do alerta no usuário do equipamento. Dessa forma, o movimento causado pelo motor irá promover uma leve rotação da hélice e, conseqüentemente, o contato de suas extremidades com o indivíduo, de forma a comunicar a presença de um obstáculo.

Figura 4 - Hélice com duas extremidades pontiagudas fixada ao eixo giratório do micro servo motor



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

A programação do sistema foi inteiramente realizada por meio da IDE do Arduino. Para a conclusão do código, foi necessário instalar uma biblioteca para o sensor HC-SR04 e uma biblioteca para servo motores.

Dentro do código, foi configurado uma 'distância limite', responsável por determinar a distância mínima necessária que um objeto precisa estar do usuário para acionar alerta de vibração. Neste caso, determinou-se 30 centímetros como um valor razoável para a distância limite. Além disso, o alcance do sensor utilizado é padronizado com uma abertura de 15 graus.

Resultados

Após a associação dos componentes, a determinação do código, a integração do sistema com o apoio peitoral e o posicionamento do conjunto no corpo de um voluntário, foi possível ter uma análise completa do comportamento do equipamento. A integração dos componentes com o suporte e a utilização deste no corpo, demonstrou um conforto moderado do usuário.

Além disso, o movimento do servomotor, que atuou conforme o esperado quando aproximado de um obstáculo, foi facilmente percebido pelo voluntário, sem gerar incomodo.

Em contraste com os dispositivos assistivos apresentados anteriormente, a tabela 2 apresenta o baixo custo do protótipo, reforçando o valor acessível estabelecido para a iniciativa. O projeto, então, custou R\$84,87 no total.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Tabela 2 - Preço dos componentes

Componente	Preço	Unidades
Micro controlador Arduino UNO	R\$37,99	1
Sensor ultrassônico HC-SR04	R\$10,36	1
Micro servo motor MG90S	R\$14,16	1
Protoboard com 744 pontos	R\$8,46	1
Bateria de 9 volts	R\$8,00	1
Adaptador de Bateria de 9 volts com plug	R\$1,24	1
Jumper	R\$4,66	8
Componente	Preço	Unidades

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Discussão

Em análise, vale pontuar que além do funcionamento básico do sistema eletrônico, é de extrema importância determinar a estabilidade, a durabilidade, a praticidade e o conforto do equipamento, de forma que esteja apto para ser distribuído para a população. Contudo, a associação do sistema com o apoio corporal não foi estabelecida de forma completamente estável e, portanto, conclui-se que o equipamento não estaria preparado para uso cotidiano, principalmente a longo prazo, tendo em vista que o suporte apenas foi testado com os componentes de forma cautelosa em um ambiente controlado, ignorando os fatores adversos causados por uma locomoção diária e irregular.

Portanto, tendo em vista os dados apresentados anteriormente, nota-se que o projeto ainda não alcançou seu potencial final e, assim, deve ser aprimorado nas categorias citadas, apesar de ser um sistema funcional. Isso se dá, pois o suporte é claramente produzido para outra função - o apoio de dispositivos móveis, como telefones celulares. Contudo, o apoio peitoral pode ser adaptado para o objetivo do projeto, ou ser usado de referência para a elaboração de um novo modelo de apoio.

Conclusão

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

O objetivo inicial do projeto era produzir um equipamento capaz de alertar um indivíduo portador de uma deficiência visual sobre a presença de um obstáculo em sua trajetória de locomoção, que não pode ser percebido por uma bengala, ou outros dispositivos de assistência. Com isso, pode-se afirmar que, com o auxílio de um sistema eletrônico, é possível criar uma tecnologia auxiliar de baixo custo para pessoas que enfrentam dificuldades no deslocamento diário, de forma a aumentar a participação destas na sociedade. Portanto, apesar do protótipo representar apenas uma ideia de um equipamento completamente funcional, ou seja, sua funcionalidade é restrita para determinadas situações, conclui-se que a medicina assistiva ainda pode ser aprimorada com o emprego de componentes eletrônicos, de forma a incorporar equipamentos que promovam a inclusão de pessoas portadoras de deficiência no âmbito social.

Referências

ARDUINO OMEGA. **Medindo distâncias com sensor ultrassônico HC-SR04**. Disponível em: <http://blog.arduinoomega.com/medindo-distancias-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04/>. Acesso em: 23 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **O que é Tecnologia Assistiva?** Brasília, DF: [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/saude-da-pessoa-com-deficiencia/faq/o-que-e-tecnologia-assistiva#:~:text=Conforme%20a%20Lei%20Brasileira%20de,da%20pessoa%20com%20defici%C3%Aancia%20ou>. Acesso em: 23 jul. 2025.

COLETE ajustável suporte de celular correr trilha esportivo. São Paulo: Mercado Livre. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3655364483-colete-ajustavel-suporte-de-celular-correr-trilha-esportivo-_JM. Acesso em: 20 ago. 2025.

ELETROGATE. **Sensor Ultrassônico HC-SR04 com Arduino**. Disponível em: [https://blog.eletrogate.com/sensor-ultrassonico-hc-sr04-com-arduino/#:~:text=A%20fun%C3%A7%C3%A3o%20DisparaPulsoUltrassonico\(\)%20apenas,disparar%20o%20sensor%20HC%20DSR04.&text=A%20fun%C3%A7%C3%A3o%20CalculaDistancia%20recebe%20como,no%20pino%20Echo%20do%20sensor](https://blog.eletrogate.com/sensor-ultrassonico-hc-sr04-com-arduino/#:~:text=A%20fun%C3%A7%C3%A3o%20DisparaPulsoUltrassonico()%20apenas,disparar%20o%20sensor%20HC%20DSR04.&text=A%20fun%C3%A7%C3%A3o%20CalculaDistancia%20recebe%20como,no%20pino%20Echo%20do%20sensor). Acesso em: 23 maio 2025.

MAKERHERO. **Controlando um servo motor com Arduino**. Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/controlando-um-servo-motor-com-arduino/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

MAKERHERO. **Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04**. Disponível em: <https://www.makerhero.com/produto/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04/#:~:text=Como%20funciona%20o%20Sensor%20Ultrass%C3%B4nico,ap%C3%B3s%20o%20Trigger%20ser%20acionado.&text=A%20velocidade%20do%20som%20pode,e%20volta%20do%20pulso%20ultrass%C3%B4nico>. Acesso em: 23 maio 2025.

MAKERHERO. **Sensor ultrassônico HC-SR04 ao Arduino**. Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-arduino/?srsltid=AfmBOoo4Gvq7VA8isLv1oM24s1MgOICGjfZ7ni34xkEkKfy6LdeF5UTy>. Acesso em: 23 maio 2025.

TINKERCAD. **Dashboard**. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/dashboard/designs/circuits>. Acesso em: 20 ago. 2025.