DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO ÓSSEA COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: UM DISPOSITIVO DE INCLUSÃO EDUCACIONAL EM ANATOMIA

DEVELOPMENT OF A BONE IDENTIFICATION SYSTEM WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR VISUALLY IMPAIRED PEOPLE: AN EDUCATIONAL INCLUSION DEVICE IN ANATOMY

Felipe Miranda Rosa dos Santos, Geovanne Pelozone Nery, Nickolas de Souza Silveira Corrêa, Victor Rico Moura Santos, Luís Fernando Pompeo Ferrara

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Engenharia, Curso de Engenharia da Computação
E-mail para contato: nc185823@alunos.unisanta.br

RESUMO – o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de identificação de ossos voltado para pessoas com deficiência visual, buscando promover maior inclusão acadêmica. O dispositivo utiliza uma câmera conectada a um microcomputador e, por meio de inteligência artificial, compara imagens capturadas com um banco de dados previamente treinado. Uma vez identificado o osso, o dispositivo fornece uma descrição auditiva, auxiliando no aprendizado de anatomia. A metodologia envolve a utilização de hardwares como câmera, alto-falantes e display, além de linguagens de programação como Python e bibliotecas como TensorFlow. Foram realizados testes para aprimorar a precisão da detecção, que resultaram em melhorias significativas na eficiência e na precisão do dispositivo. O trabalho contribui para a inclusão educacional de deficientes visuais, facilitando o acesso a conteúdos acadêmicos especializados.

Palavras-chave: Inclusão; Deficiência visual; Identificação de ossos; Inteligência artificial; Anatomia.

ABSTRACT – this work develops a bone identification system for visually impaired individuals, aiming to promote greater academic inclusion. Using a camera and artificial intelligence, the device captures bone images and compares them with a trained database. After identification, the bone's name and a brief description are provided via audio. The methodology involves hardware such as cameras and speakers, and software

like Python and TensorFlow. The tests conducted improved the system's accuracy, making it effective for assisting in bone anatomy learning.

Keywords: Inclusion; Visual impairment; Bone identification; Artificial intelligence; Anatomy.

Tipo do trabalho: (X) Iniciação científica ( ) Iniciação tecnológica ( ) Extensão

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, país mais densamente habitado da América do Sul, apresenta uma população significativa de pessoas com deficiência visual. Segundo dados do último censo realizado pelo IBGE em 2010 [1], aproximadamente 7 milhões de brasileiros possuem algum tipo de deficiência visual, sendo que 582 mil são cegos e 6,5 milhões têm baixa visão. Esse panorama evidencia os desafios diários enfrentados por esses indivíduos, especialmente no que diz respeito à mobilidade e ao acesso à educação.

A mobilidade nas cidades brasileiras é dificultada por obstáculos como calçadas irregulares, buracos e falta de sinalização adequada. No campo educacional, apesar dos avanços tecnológicos, muitas ferramentas e recursos não são plenamente acessíveis às pessoas com deficiência visual. Mesmo com leis que garantem o direito à educação inclusiva e o acesso desse público [2], é importante questionar se o atual panorama atende às necessidades dos deficientes visuais, e se as condições são promovidas em igualdade para todos.

A ausência de estrutura adaptada nas instituições de ensino, como mapas táteis e tecnologias assistivas, aliada à falta de capacitação dos profissionais, compromete a inclusão plena de estudantes com deficiência visual. As limitações de recursos e a inadequação do conteúdo afetam diretamente a qualidade da educação oferecida a essa parcela da população, o que reforça a necessidade de novas soluções. Segundo um artigo escrito e publicado pela Vision Loss Expert Group em fevereiro de 2021 [3], foi previsto uma grande perda de visão em boa parte da população no mundo inteiro; sendo assim, essa necessidade tenderá a crescer ainda mais com o passar dos anos.

Diante dessa realidade, este estudo se propõe a desenvolver uma tecnologia inovadora para auxiliar na inclusão acadêmica de pessoas com deficiência visual. Com o objetivo de promover maior acessibilidade, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um

dispositivo denominado "Identificador de Ossos", voltado ao ensino de anatomia óssea em instituições educacionais. Este dispositivo utiliza tecnologia de visão computacional e inteligência artificial para identificar e descrever ossos, fornecendo feedback em áudio, de forma a facilitar o aprendizado de indivíduos com deficiência visual.

Objetivo

O principal objetivo deste estudo é desenvolver e implementar o sistema de identificação de ossos, destinado a auxiliar os estudos acadêmicos de pessoas com deficiência visual. O dispositivo visa melhorar a inclusão no ambiente educacional, particularmente nas aulas de anatomia, identificando os ossos de um esqueleto humano por meio de uma câmera e inteligência artificial, e transmitindo essas informações de maneira acessível.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Equipamentos e Softwares: O sistema de identificação de ossos foi desenvolvido com uma série de componentes de hardware e softwares especializados. O Raspberry Pi 4 serve como a unidade central de processamento, coordenando a comunicação entre os dispositivos e realizando o processamento das imagens capturadas. Conectada ao Raspberry Pi, a câmera USB captura imagens dos ossos em tempo real, sendo posicionada de forma fixa sobre uma bandeja em MDF. Esta bandeja foi escolhida por sua leveza e resistência, e oferece uma base estável para a análise dos ossos. O display LCD permite a visualização das informações textuais sobre os ossos identificados, facilitando a interação de professores e assistentes. Além disso, um alto-falante fornece feedback auditivo, essencial para a acessibilidade de pessoas com deficiência visual.

Para aprimorar a captura das imagens, um cano de PVC foi utilizado para suportar a câmera, garantindo sua centralização e estabilidade sobre a bandeja. Um Ring Light foi integrado ao sistema para fornecer iluminação uniforme, melhorando a qualidade das imagens e facilitando a detecção das estruturas ósseas.

Metodologia e Design: O desenvolvimento do projeto seguiu uma metodologia estruturada. Inicialmente, imagens de diferentes ossos foram capturadas com uma câmera digital e processadas no software LabelImg, onde foram etiquetadas manualmente para criar um banco de dados rotulado. Essas imagens foram então utilizadas para treinar um modelo de

machine learning no ambiente Google Colab, que oferece recursos computacionais avançados, como GPU e memória. O treinamento foi realizado com o TensorFlow, e o modelo foi validado para garantir uma precisão mínima de 80% na identificação dos ossos.

Após o treinamento, o modelo foi transferido para o Raspberry Pi 4, que executa a aplicação em tempo real. A câmera USB captura as imagens dos ossos na bandeja, e o modelo treinado realiza a análise e identificação. O sistema foi projetado para ser acessível tanto para pessoas com deficiência visual quanto para usuários sem essa limitação. A interação ocorre por meio do display LCD, que exibe informações textuais, e do alto-falante, que fornece descrições auditivas. O processo é iniciado pressionando um botão de foco, que ajusta automaticamente a câmera para capturar a imagem do osso.

O encapsulamento do sistema foi realizado com uma caixa impressa em 3D em PLA (Ácido Polilático), oferecendo flexibilidade no design e resistência estrutural. O design inclui uma bandeja em MDF para a fixação dos componentes e uma caixa em PLA para proteger o hardware, garantindo leveza e durabilidade. A integração dos diversos componentes e a implementação do modelo de machine learning resultam em um sistema eficaz para a identificação de ossos, atendendo às necessidades de acessibilidade e usabilidade do projeto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A versão final do projeto apresentou resultados significativamente melhores no treinamento da IA em comparação com as etapas anteriores do desenvolvimento. Durante a fase de testes, os resultados iniciais dos treinamentos mostravam uma precisão média (mAP - mean Average Precision) de cerca de 72,68% na identificação dos diferentes conjuntos de ossos (classes). Entretanto, na versão final, a média geral subiu para 84,49%, demonstrando uma melhoria na detecção de cada conjunto utilizado no treinamento.

Tabela 1. Valores de mAP obtidos no último treinamento (Porcentagem de precisão de cada conjunto de ossos em diferentes limiares de Interseção sobre União).

Limiar de IoU / Conjunto de ossos	**0.50**	**0.55**	**0.60**	**0.65**	**0.70**	**0.75**	**0.80**	**0.85**	**0.90**	**0.95**	**Média**
Fíbula e tíbia	100	100	100	100	100	100	100	100	100	6,67	90,67
Mão	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	90,00
Pé	100	100	100	100	100	100	100	100	25	0	82,50
Rádio e ulna	100	100	100	100	100	100	100	100	33,33	12,50	84,58
Úmero	100	100	100	100	100	100	100	25,00	25	0	75,00
Vértebra e lombar	100	100	100	100	100	100	100	100	41,67	0	84,17
mAP	100	100	100	100	100	100	100	87,50	54,17	3,19	84,49

Esses avanços foram alcançados devido a ajustes e mudanças realizadas ao longo dos treinamentos da IA, como o aumento do número de fotos utilizadas para cada conjunto de ossos (classe), prolongamento do tempo de treinamento, com incremento de cerca de 2 horas em relação à duração dos primeiros treinos, além de melhorias na coleta das imagens, que passaram a ter maior qualidade e melhor iluminação. Logo, a identificação dos conjuntos de ossos definidos para os testes apresentou uma melhoria significativa, conforme mostra a Figura 1:

Figura 1: Foto de um conjunto de ossos sendo identificado com 99% de precisão.



4 CONCLUSÃO

Dessa forma podemos concluir que obtivemos sucesso no desenvolvimento do identificador de ossos, conseguimos resultados satisfatórios o suficiente para que nosso projeto possa ser utilizado em ambientes educacionais dentro da proposta apresentada dentro deste mesmo arquivo. Agradecemos imensamente a todo o apoio da UNISANTA, de nossos familiares, de professores e de todos os integrantes do nosso grupo pelo empenho em atingir o resultado esperado.

5 REFERÊNCIAS

1. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010: Características da População e dos Domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/. Acesso em: 14/03/2023.
2. SILVA, Jailma Cruz da; PIMENTEL, Adriana Miranda. Inclusão educacional da pessoa com deficiência visual no ensino superior. Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional, v. 29, p. e2904, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2526-8910.ctoAR2193. Acesso em: 24/05/2023.
3. Bourne, R., Steinmetz, J. D., Flaxman, S., Briant, P. S., Taylor, H. R., Resnikoff, S., ... & Tareque, M. I. (2021). Trends in prevalence of blindness and distance and near vision impairment over 30 years: an analysis for the Global Burden of Disease Study. The Lancet global health, *9*(2), e130-e143.