

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

ESTUDO DE TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS APLICADAS EM DADOS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

VANESSA H. DINIZ¹, ANA PAULA A. C. SHIGUEMORI², ELCIO H. SHIGUEMORI³

¹Graduanda em Tecnologia de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Bolsista Wash, IFSP, Campus Jacareí, vanessa.helena@aluno.ifsp.edu.br.

²Doutora em Computação Aplicada, Professora EBTT, IFSP, Campus Jacareí, anapaula.acs@ifsp.edu.br

³Doutor em Computação Aplicada, Pesquisador, IEAv/DCTA, São José dos Campos, elcio@ieav.cta.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.00.00-7 Ciências da Computação

RESUMO: O presente trabalho considera o uso de técnicas computacionais a fim de facilitar a visualização de características em imagens de tumores cerebrais presentes em dados de Ressonância Magnética (RM). Neste artigo, apresenta-se a avaliação do uso de técnicas tradicionais de Processamento Digital de Imagens (PDI). Com o processamento dessas técnicas foi possível evidenciar anomalias em imagens selecionadas para esse trabalho. A técnica de limiarização apresentou os melhores resultados na evidenciação de alterações nas imagens, tanto para pequenas anomalias, quanto para grandes alterações apresentadas.

PALAVRAS-CHAVE: Ressonância magnética; limiarização; tumores cerebrais; anomalias; evidenciação.

STUDY OF DIGITAL IMAGE PROCESSING TECHNIQUES APPLIED TO MAGNETIC RESONANCE DATA

ABSTRACT: The present work considers the use of computational techniques in order to facilitate the visualization of characteristics in images of brain tumors present in Magnetic Resonance Imaging (MRI) data. This article presents an evaluation of the use of traditional Digital Image Processing (DIP) techniques. With the processing of these techniques, it was possible to evidence anomalies in images selected for this work. The thresholding technique showed the best results in the evidencing of the tumor, both for small anomalies and for large changes presented.

KEYWORDS: Resonance imaging; thresholding; brain tumors; anomalies; disclosure.

INTRODUÇÃO

A tecnologia está intimamente ligada à área da saúde, que tem sido cada vez mais utilizada em diversas aplicações (DOMINGUINHOS, 2016), entre elas, para auxílio no diagnóstico precoce de tumores, acompanhamento da evolução dos tratamentos aplicados a fim de melhorar a qualidade de vida do paciente (ANDRADE et al., 2014) e outras doenças com uso de imagens.

Através das imagens médicas de Ressonância Magnética (RM) e Tomografia Computadorizada (TC) prover o diagnóstico de diversos tumores cerebrais e Acidente Vascular Cerebral (AVC) (FERREIRA et al., 2012). Desta forma, o profissional da saúde pode analisar a melhor abordagem (FLORA et al., 2018).

Existem trabalhos que usam o PDI no auxílio de diagnóstico de dados de TC e RM. Uma das técnicas de PDI empregadas para tratamento destes tipos de imagens é a segmentação. Mascarenhas et al. (2020) desenvolveram um algoritmo para fazer a segmentação automática dos tumores cerebrais em imagens de RM. Bragança (2019) e Carvalho (2016) fizeram uso da técnica Otsu para fazer o

processamento digital de imagens de tomografia computadorizada. As técnicas de limiarização apresentaram resultados promissores em diversas aplicações na área médica auxiliando em diagnósticos precisos (AGUIAR, 2017; SOUSA, 2021; COSTA, 2021; CODE TD, 2021; WIHARTO et al., 2020; SOMASUNDARAM et al., 2014).

No presente trabalho foram utilizadas as técnicas de segmentação por limiarização, teve-se como objetivo a evidenciação de massas anormais em imagens de RM. Este tipo de dado foi escolhido devido aos detalhes que esse exame apresenta sobre a anatomia humana, em especial suas anomalias. Foram comparadas as técnicas de limiarização com variação do limiar aplicadas nas imagens de RM.

MATERIAL E MÉTODOS

As técnicas de segmentação utilizadas neste trabalho foram: *threshold* binária, *threshold* binária invertida, limiarização de Otsu, *threshold* para zero, *threshold* para zero invertido e *threshold* truncado. Estas técnicas fazem a alteração do limiar da imagem. O limiar é usado na binarização da imagem, que consiste em comparar cada pixel original de uma imagem com um valor de limiar (OTSU, 2020).

Na técnica *threshold* binária (*Thresh_Binary*) compara cada *pixel* (x,y) com o limiar. Se o valor do *pixel*(x,y) da imagem original for maior que o limiar, o valor do *pixel* da imagem de saída é setado para um valor máximo de níveis de cinza escolhido a priori, caso contrário o valor do *pixel* é setado para zero (0). Já a técnica *threshold* binária inversa (*Thresh_Binary_inv*) faz o inverso do explicado anteriormente (OPENCV, 2021). A técnica de Otsu escolhe automaticamente dois pontos da imagem para gerar o valor de limiar. Ele processa o histograma da imagem para obtenção desses valores (OTSU, 2020). A técnica *threshold* para zero, aplica o limiar da própria imagem caso o limiar seja maior que o da imagem, do contrário aplica 0, *threshold* para zero invertido utiliza o mesmo princípio de forma invertida. O *threshold* truncado aplica o próprio valor limiar caso a imagem apresente um limiar maior do que o limiar definido e caso contrário ele mantém o mesmo valor do *pixel* da imagem original (OPENCV, 2021). A Tabela 1 apresenta a descrição da lógica das técnicas de limiarização.

Tabela 1 - Descrição da lógica das técnicas de limiarização.

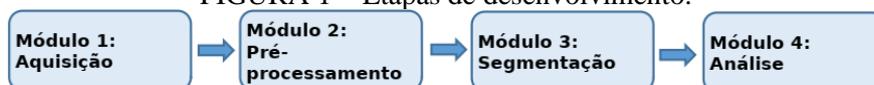
Técnica	Lógica aplicada
<i>Threshold</i> binária	$imgSaida^1 = \begin{cases} v_{max}^2, & se\ img(x,y)^3 > limiar^4 \\ 0, & c.c^5 \end{cases}$
<i>Threshold</i> binária invertido	$imgSaida = \begin{cases} v_{max}, & se\ img(x,y) > limiar \\ 0, & c.c \end{cases}$
Otsu	Usa o algoritmo Otsu para escolher o valor de limite ideal
<i>Threshold</i> para zero	$imgSaida = \begin{cases} v_{max}, & se\ img(x,y) > limiar \\ 0, & c.c \end{cases}$
<i>Threshold</i> para zero invertido	$imgSaida = \begin{cases} v_{max}, & se\ img(x,y) > limiar \\ 0, & c.c \end{cases}$
<i>Threshold</i> truncado	$imgSaida = \begin{cases} limiar, & se\ img(x,y) > limiar \\ img(x,y), & c.c \end{cases}$

¹imagem de saída; ²valor máximo do nível de cinza; ³imagem de origem; ⁴limiar e ⁵caso contrário.

Fonte: Autor

A Figura 1 apresenta as etapas realizadas no desenvolvimento do projeto, para a segmentação. O projeto foi dividido em 4 módulos: Módulo 1 – Aquisição de Imagens; Módulo 2 – Pré-processamento das imagens; Módulo 3 – Segmentação das imagens; Módulo 4 – Análise dos resultados.

FIGURA 1 – Etapas de desenvolvimento.



Fonte: Autor

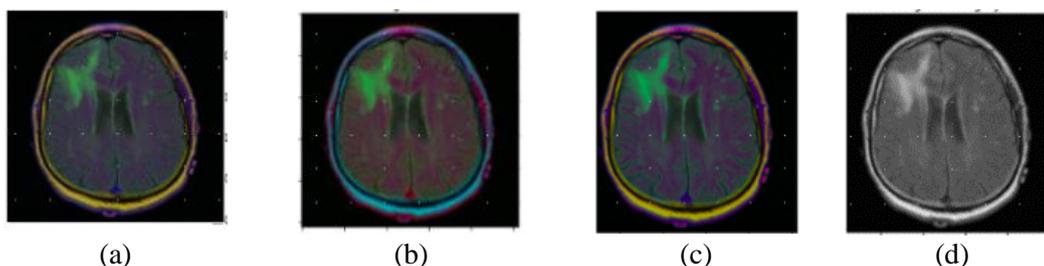
No módulo 1, denominado aquisição de imagens, foi necessário realizar uma busca de bancos de imagens médicas públicos. Entre os repositórios que contém imagens, foi escolhido um repositório

Kaggle por possuir imagens de Ressonância Magnética e Tomografia Computadorizada de tumores cerebrais e Acidente Vascular Cerebral (KAGGLE, 2021). Foi utilizado o conjunto de imagens disponibilizado no *dataset Brain MRI segmentation* (BUDA et al., 2019).

O projeto foi desenvolvido na linguagem *Python* (PYTHON, 2021) utilizando a biblioteca *OpenCV* (OPENCV, 2021) no ambiente *Colab*, que é um ambiente de desenvolvimento interativo e colaborativo da Google (COLAB, 2021).

Uma vez realizada a aquisição das imagens, o segundo módulo consistiu no pré-processamento dessas imagens. A imagem é carregada no formato BGR (*blue, green, red*), gerando a necessidade de realizar uma transformação para RGB (*red, green, blue*), com uso da função *cvtColor* com o parâmetro *COLOR_BGR2RGB*. Entretanto, as técnicas de limiarização utilizam imagens em níveis de cinza (NC), e desta forma, foi necessário transformá-las de RGB para NC também utilizando a função da biblioteca *OpenCv* com o parâmetro *COLOR_RGB2GRAY*. A Figura 2 apresenta esse pré-processamento das imagens, onde a Figura 2(a) é a imagem original, Figura 2(b) a imagem transformada para BGR, a Figura 2(c) a imagem transformada para RGB e a Figura 2(d) a imagem transformada para NC.

FIGURA 2 – Exemplos do pré-processamento realizados nas imagens: (a) imagem original; (b) imagem BGR; (c) imagem RGB e (d) imagem NC



Fonte: Autor

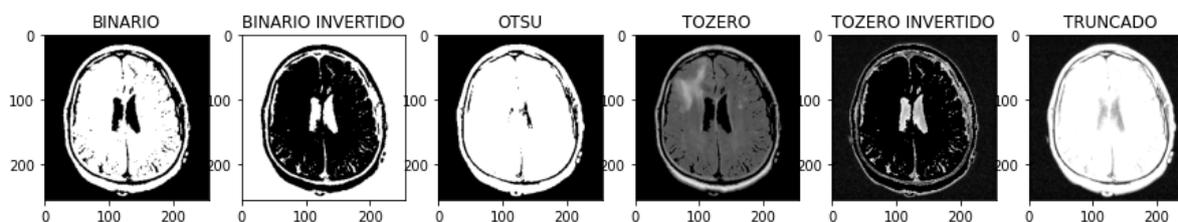
O módulo 3 consiste na aplicação das técnicas de limiarização e nas escolhas dos parâmetros com o objetivo de destacar as anomalias nas imagens. No módulo 4 é responsável pela análise dos resultados. Nesta etapa são discutidos os resultados das imagens processadas, de forma qualitativa, e apresentando a técnica que obteve o melhor desempenho. Esses resultados foram analisados por um tecnólogo em radiologia e imagiologia que é capacitado para realização da análise qualitativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho foram utilizadas seis técnicas para segmentar imagens do tipo RM. Na Figura 2(a) observa-se o corte sagital de uma imagem do cérebro humano. No quadrante superior esquerdo medial identifica uma massa anormal sem uma forma definida. Após aplicar as técnicas espera-se a evidenciação dessa massa anormal do quadrante superior esquerdo.

As técnicas de limiarização utilizadas neste artigo foram testadas variando o valor do limiar. Observou-se mudanças significativas nos resultados dependendo da técnica de limiarização e da escolha do limiar. A Figura 3, apresenta o resultado com o limiar igual a 50, observou-se que o limiar escolhido apesar de destacar a anatomia cerebral, não realça a anomalia presente na imagem, que pode ser observada na Figura 2(d).

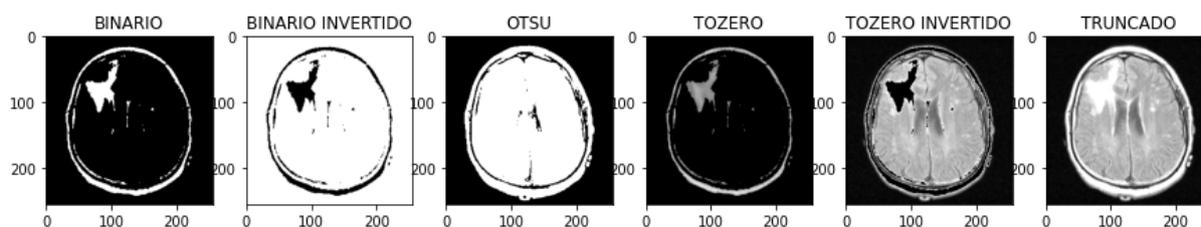
FIGURA 3 – Imagens após a aplicação de técnicas de limiarização com limiar 50



Fonte: Autor

Através da Figura 4 é possível observar que os resultados com o limiar 80 apresentou um melhor resultado quando comparado com o limiar 50. Com exceção do Otsu, as outras técnicas destacaram, qualitativamente, a anomalia presente na imagem.

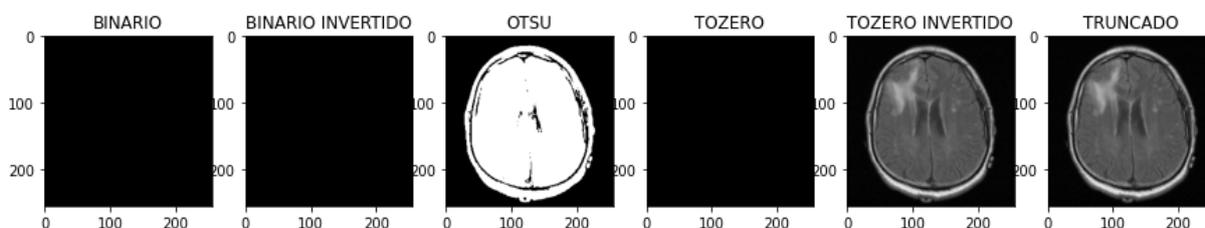
FIGURA 4 – Imagens após a aplicação de técnicas de limiarização com limiar 80



Fonte: Autor

A Figura 5 apresenta o resultado com o limiar 200, observa-se que não foi evidenciada a anomalia na imagem. As técnicas *Threshold* para zero invertido e *Threshold* truncado, mantiveram as características da imagem NC e as demais resultaram em enegrecimento ou alto **contraste**, impedindo a diferenciação de anormalidades na anatomia.

FIGURA 5 – Imagens após a aplicação de técnicas de limiarização com limiar 200



Fonte: Autor

CONCLUSÕES

As técnicas de segmentação por limiarização foram capazes de evidenciar a anomalia na imagem. Entretanto, foi observado que a escolha do limiar tem um grau pertinente nos resultados, pois esse tipo de segmentação leva em consideração o valor do nível de cinza presente no pixel da imagem. Quando o limiar é muito alto (próximo de 255) ou muito baixo (próximo de 0) as imagens resultantes ou são claras ou totalmente escuras, não sendo possível identificar nenhuma informação na imagem, esse problema acontece nas técnicas que utilizam a substituição do valor dos pixels por zero ou pelo valor do limiar.

Foram testados três valores de limiar, 50, 80 e 200, e o limiar 80 destacou a anomalia da imagem e apresentou bom resultados com as técnicas: Binária, Binária Invertida, *Threshold* para zero, *Threshold* para zero invertido e *Threshold* truncado. Segundo o tecnólogo em radiologia e imagiologia, essa abordagem pode auxiliar na melhor visualização da anomalia da imagem.

Como trabalhos futuros pretende-se utilizar uma rede convolucional profunda na classificação dessas anomalias.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal pelo suporte acadêmico e agradeço ao CNPq pela bolsa e ao Programa WASH pelas oficinas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. Avaliação de Acidente Vascular Cerebral em Tomografia Computadorizada Utilizando Algoritmo de Otimização de Formigas. IFPB - REPOSITÓRIO DIGITAL. Março, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/299>>. Acessado em: 18 out de 2021.

ANDRADE, C. et al. Cuidados Paliativos Ao Paciente Em Fase Terminal. UFBA. Ago, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/enfermagem/article/view/9034/8864>> Acessado em: 25 ago de 2021.

BUDA, M. et al. Brain MRI segmentation. 2019. Disponível em: <<https://www.kaggle.com/mateuszbeda/lgg-mri-segmentation>> Acessado em: 12 out de 2021.

BRAGANÇA, C. Classificação de acromegalia em imagens tomográficas computadorizadas de vértebras (L1 - L5) com uso de ensemble de classificadores binários. 2018. Universidade de Brasília, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/34254>>. Acessado em: 18 out de 2021.

CARVALHO, A. Métodos para sistemas CAD e CADx de nódulo pulmonar baseada em tomografia computadorizada usando análise de forma e textura. Biblioteca Digital (TEDE). Outubro,

2016. Disponível em: <<https://tede2.ufma.br/jspui/bitstream/tede/1692/2/AntonioCarvalho.pdf>>. Acessado em: 18 out de 2021.

COLAB, Colaboratory, 2019. Disponível em: <<https://colab.research.google.com/notebooks>>. Acessado em: 09 set de 2021.

DOMINGUINHOS, N. Plataforma e-learning da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa e Hospital de Faro: análise de acessibilidade web, da arquitetura de informação e usabilidade. U Lisboa. 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ul.pt/handle/10451/29613>> Acessado em: 18 out de 2021.

COSTA, R. Construção de dispositivo com software embarcado de avaliação do reflexo pupilar humano para apoio a diagnóstico oftalmológico. Biblioteca de teses UFG. Agosto, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/11642>> Acessado em: 18 out de 2021.

FERREIRA, K. et al. Ressonância Magnética Como Auxiliar Na Prevenção E Diagnóstico Do Acidente Vascular Cerebral – AVC. Unigrario. 2012. Disponível em: <http://www.canal6.com.br/cbeb/2014/artigos/cbeb2014_submissio>. Acessado em: 08 set de 2021.

FLORA, G. et al. Tumores Intracranianos Da Fossa Posterior Em Adultos, Desafios No Diagnóstico E Tratamento. Pensando Acadêmico, Jornada de Iniciação Científica, Seminário Científico do UNIFACIG. 2018. Disponível em: <<http://www.pensaracademico.facig.edu.br/index.php/semiariocientif>>. Acessado em: 09 set de 2021.

FREITAS, M. Tecnologia robótica aplicada no tratamento cirúrgico do cancro gástrico. U PORTO. Junho, 2021. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/135014/2/>>. Acessado em: 25 ago de 2021.

KAGGLE. 2021. Disponível em: <<https://www.kaggle.com/>>. Acessado em: 09 set de 2021.

MASCARENHAS, L. et al. Segmentação automática de tumores cerebrais em imagens de ressonância magnética. **Jornal Einstein**. Março, 2014. Disponível em: <<https://journal.einstein.br/article/automatic-segmentation-of-brain>>. Acessado em: 07 set de 2021.

SOMASUNDARAM, K. et al. Automated Skull Stripping Method using Clustering and Histogram Analysis for MRI Human Head Scans. International J. of Advanced R. in Computer Science & Technology. Julho, 2014. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46503599/Automated_Skull>. Acessado em: 18 out de 2021.

SOUSA, R. Processamento automático de imagens histológicas para auxílio ao diagnóstico do remodelamento cardíaco. Teses USP. 2021. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59143/tde-13072021>>. Acessado em: 18 out de 2021.

OPENCV, 2021. Disponível em: <<https://docs.opencv.org/>>. Acessado em: 09 set de 2021.

OPENCV, 2021. Disponível em: <https://docs.opencv.org/master/d7/d1b/group_imgproc_misc.html>. Acessado em: 18 out de 2021.

OTSU's, 2020. Disponível em: <<https://learnopencv.com/otsu-thresholding-with-opencv/>>. Acessado em: 12 out de 2021.

OTSU, N. [1979]. "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms," IEEE Trans. Sys-tems, Man, and Cybernetics, v. 9, n. 1, p. 62–66.

PYTHON. 2021. Disponível em: <<https://www.python.org/>>. Acessado em: 09 set de 2021.

WIHARTO, W. et al. The Comparison of Clustering Algorithms K-Means and Fuzzy C-Means for Segmentation Retinal Blood Vessels. NCBI. Março, 2020. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7085333/>>. Acessado em: 18 out de 2021.