



Avaliação de Perfil Termográfico da Tíbia em Indivíduos Saudáveis

Termographic Profile Evaluation of the Tibia in Healthy Individuals

Isabella Melo Almeida *

Daniel Prado de Campos[†]

RESUMO

Este projeto de pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento e aplicação de métodos de extração de características e reconhecimento de padrões. Esse plano de trabalho é voltado a auxílio no diagnóstico usando imagens de natureza biomédica. Um pipeline de processamento de imagens e reconhecimento de padrões foi implementado em linguagem Python envolvendo as seguintes etapas: pré-processamento, segmentação, extração de características e classificação de dados. Muitos algoritmos comumente utilizados são disponibilizados publicamente em bibliotecas. Durante o desenvolvimento do projeto foi utilizado a linguagem de programação Python e suas bibliotecas. Por meio delas, primeiramente, realizou-se as manipulações (corte e recorte, alteração de mapas de cores, redimensionamento, adição de gráficos com eixos, crop, entre outros) em diversas imagens. Ao avançar com o estudo da linguagem aplicada no projeto de iniciação científica e com o aprofundamento do código desenvolvido, foi possível partir para a análise de imagens termográficas, obtidas por meio de exames de termografia. Para o estudo desta pesquisa, utilizou-se uma amostra de 200 (duzentas) pessoas, sendo elas homens e soldados saudáveis de idades e etnias diferentes entre si.

Palavras-chave: Processamento de Imagem. Python. Termografia Médica

ABSTRACT

This research project aims to develop and apply methods for feature extraction and pattern recognition. This work plan is aimed at aiding in diagnosis using biomedical images. An image processing and pattern recognition pipeline was implemented in Python language involving the following steps: pre-processing, segmentation, feature extraction and data classification. Many commonly used algorithms are publicly available in libraries. During the development of the project, the Python programming language and its libraries were used. Through them, first, the manipulations (cut and cut, change of color maps, resizing, addition of graphs with axes, crop, among others) were carried out in several images. By advancing with the study of the language applied in the scientific initiation project and with the deepening of the code developed, it was possible to start with the analysis of thermographic images, obtained through thermography exams. For the study of this research, a sample of 200 (two hundred) people was used, being healthy men and soldiers of different ages and ethnicities.

Keywords: Image Processing. Python. Medical Thermography

* Engenharia de Computação - Apucarana; ✉ isabellaalmeida@alunos.utfpr.edu.br; <https://orcid.org/0000-0002-1225-1750>.

† Coordenação de Engenharia de Computação - Apucarana; ✉ danielcampos@utfpr.edu.br;

<https://orcid.org/0000-0001-6233-6077>.



1 INTRODUÇÃO

As tecnologias de apoio ao diagnóstico, como a termografia médica infravermelha (IRT), tem sido empregado para monitorar a dor com base na identificação de mudanças na temperatura da pele. A técnica IRT tem várias vantagens resultantes de sua não invasão, aproximação e não contato com o corpo, proporcionando imagens bidimensionais em tempo real, sem efeitos prejudiciais da radiação ionizada. A termografia infravermelha surge como uma alternativa potencial para o acompanhamento das alterações fisiológicas, contribuindo para o diagnóstico e monitoramento das lesões ósseas na área médica.

A termografia infravermelha (IRT) é uma alternativa rápida, passiva, sem contato e não invasiva aos termômetros clínicos convencionais para monitorar a temperatura corporal. Além disso, o IRT também pode mapear a temperatura da superfície corporal remotamente. As últimas cinco décadas testemunharam um aumento constante na utilidade das câmeras de imagem térmica para obter correlações entre a fisiologia térmica e a temperatura da pele. A IRT tem sido usada com sucesso no diagnóstico de câncer de mama, diabetes neuropatia e distúrbios vasculares periféricos. Também tem sido usado para detectar problemas associados à ginecologia, transplante de rim, dermatologia, coração, fisiologia neonatal, rastreamento de febre e imagiologia cerebral. Com o advento de câmeras infravermelhas modernas, técnicas de aquisição e processamento de dados, agora é possível obter imagens termográficas de alta resolução em tempo real, o que provavelmente levará a novas pesquisas neste campo. Os esforços atuais estão focados na análise automática da distribuição de temperatura de regiões de interesse e sua análise estatística para detecção de anormalidades.

Por meio da análise da anatomia humana, a tíbia é o principal osso que suporta peso na parte inferior da perna. É o segundo maior osso do corpo e serve de local para fixação distal do ligamento da patela, que se insere na tuberosidade da tíbia. Ela é subdividida em porções: proximal, medial e distal.

É possível que as temperaturas das três porções da tíbia possuem diferenças de perfil termográfico?

2 MÉTODOS

Esta pesquisa cumpre as recomendações éticas da Resolução Brasileira número 466/12 e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Federal Universidade Tecnológica do Paraná - UTFPR, CAEE: 36614014.0.0000.5547, sob Carta de aprovação nº 3.014.748, 20 de novembro de 2018.

Uma câmera infravermelha modelo profissional FLIR T-530 avaliada para diagnósticos médicos (da FLIR Systems, Inc., Wilsonville, Oregon, EUA) foi usada para analisar as regiões de interesse (ROIs) do corpo. A câmera é equipada com uma lente de 42° e apresenta uma sensibilidade térmica (NETD) < 30 mK@30°C e um tamanho de matriz de sensores de 320x240 pixels, com uma precisão de ± 2 por cento da leitura (STRASSE et al., 2020).

O desenvolvimento do projeto seguiu uma ordem: segmentação das imagens termográficas por meio da delimitação da parte inferior da perna (especificamente da tíbia) de 200 homens de 18-20 anos de idade, aplicação de um mapa de cores de acordo com as temperaturas conferidas pelas matrizes das imagens, conversão da imagem em formato JPEG, recorte da área de interesse a ser analisada e o seu armazenamento em uma determinada pasta do computador.

Foi necessário que os seguintes pacotes para a elaboração do modelo de segmentação estivessem ligados ao Python:

PIL (Python Image Library): é a biblioteca de imagens do Python que adiciona recursos de processamento

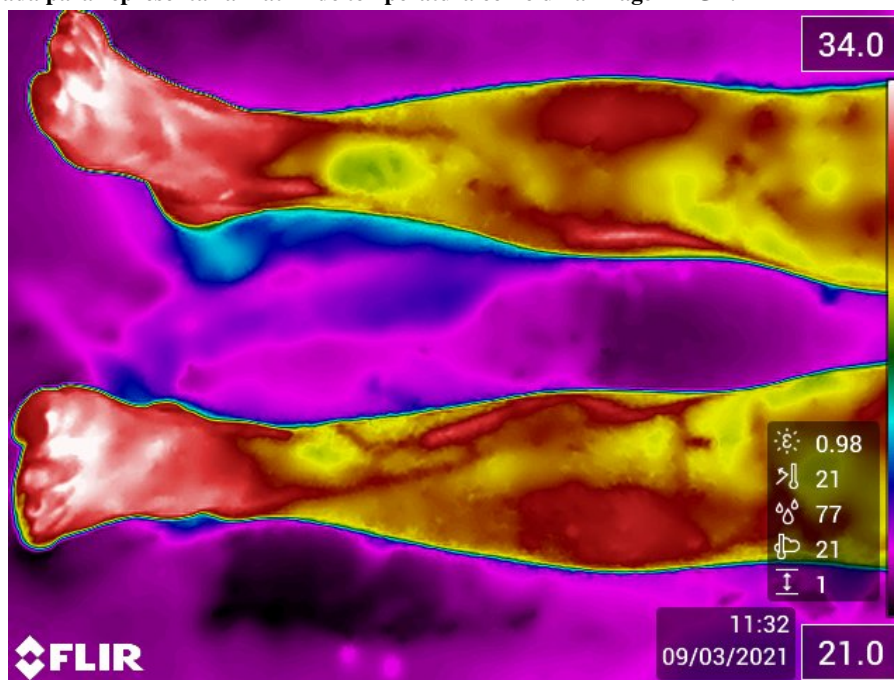
de imagens ao interpretador, como, por exemplo, identificação de arquivos de imagens e leitura de diferentes formatos de imagens, modos de exibição de imagem, redimensionamento.

NumPy: Este pacote trabalha com matrizes de várias dimensões, vetores e implementação de objetos arranjos multidimensionais (arrays), objetos para cálculo de matrizes (matrix), transformadas de Fourier, ferramentas para álgebra linear e geração de números aleatórios. A implementação do módulo é feita através da linguagem C, garantindo eficiência nas operações realizadas.

Inicialmente, o programa lê o arquivo de texto exportado, baseado no endereço onde ele se encontra no computador. Em seguida, carrega esses dados com a função NumPy e os transforma em uma matriz de temperaturas. Essa etapa inicial é feita para que, na sequência, o programa percorra a matriz em busca da maior e menor temperatura. No Python, a nova matriz de temperatura gerada através do NumPy deve ser mapeada em uma escala de cores. A operação é feita com base na paleta de cores Jet (gradiente de cores vermelho-verde-azul). A etapa de pré-processamento é finalizada quando a matriz de cores é convertida em imagem no formato JPEG, por meio da função PIL.

Posteriormente, para testar a normalidade dos dados, um teste de Kolmogorov-Smirnov foi realizado, onde observou-se que a hipótese nula de normalidade foi rejeitada com $p < 0,05$. Por último, para comparar os grupos, um teste pareado não-paramétrico de Wilcoxon foi realizado entre cada par de grupos (proximal, medial e distal).

Figura 1 – Exemplo de uma imagem termográfica. Cada pixel na imagem possui um valor de temperatura. Uma escala de cores é associada para representar a matriz de temperatura como uma imagem RGB.



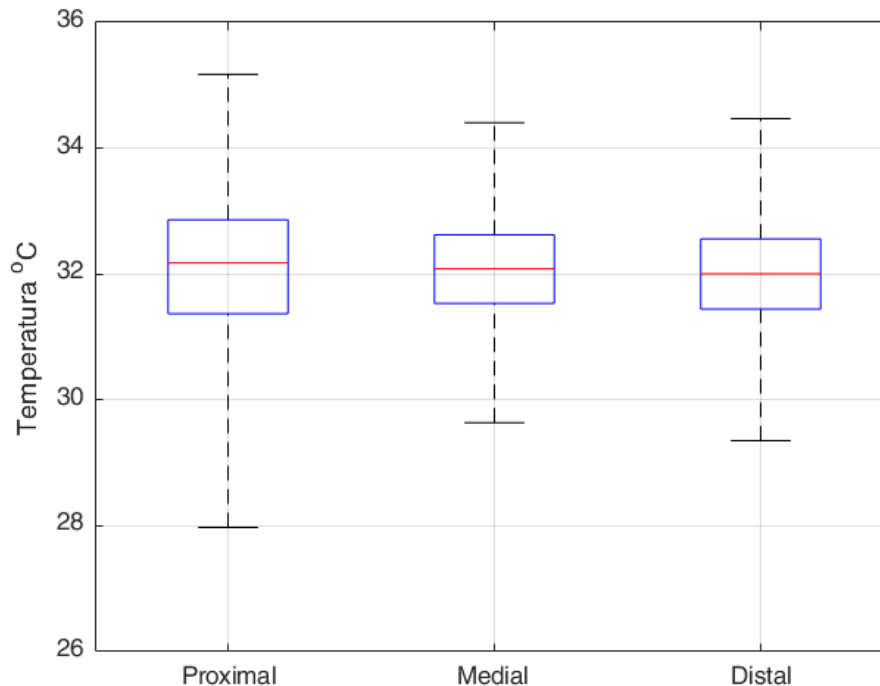
Fonte: (STRASSE et al., 2020)

3 RESULTADOS

Durante o processamento das imagens termográficas, foi utilizado o procedimento de recorte das porções da tíbia (proximal, medial e distal). Tal procedimento se baseou na seleção da porção, visando, sempre, a parte central da perna dos voluntários, a tíbia, especificamente. Esse passo possibilitou o estudo e a análise das temperaturas médias entre as partes.

Pelo teste de Wilcoxon não foram observadas diferenças entre as porções proximal e medial e entre as porções proximal e distal. Entretanto foram observadas diferenças significativas entre as porções medial e distal ($p < 0,05$). Isso é importante, pois pode servir depois como base para exames diagnósticos clínicos por termografia. Alguns exemplos seriam aqueles que envolvem o acompanhamento de cicatrizações ósseas como no caso da osteomelite crônica.

Figura 2 – Diagrama de caixas (boxplot) das temperaturas da tíbia em suas porções: proximal, medial e distal.



Fonte: Autoria própria (2021).

4 CONCLUSÕES

Neste estudo um perfil termográfico de tíbias saudáveis foi traçado em três porções anatômicas (proximal, medial e distal). Após avaliação estatística observou-se que a temperatura média da tíbia é de $32,2^{\circ}\text{C}$ (proximal), $32,1^{\circ}\text{C}$ (medial) e $32,0^{\circ}\text{C}$ (distal). Em comparação estatística pareada intra-individual não foram observadas diferenças significativas entre a porção medial e as porções medial e distal.

Sendo assim, não é possível tratar a tíbia de forma geral, deve-se definir regiões para que seja possível a realização de análises, obtendo-se uma comparação com a normalidade. Os indivíduos normais produziram uma distribuição térmica homogênea em torno de um valor médio com um pequeno desvio padrão, ou seja, existe um padrão térmico bem definido ficando em torno de uma média para as porções da tíbia, de forma que pode-se estabelecer um valor médio de referência.

O resultados apresentados devem servir como uma linha base para estudos envolvendo termografia médica para a região da tíbia, como por exemplo, diagnósticos médicos por termografia e acompanhamento de tratamentos e pós-cirurgias.

Trabalhos futuros devem envolver a análise termográfica de casos clínicos como osteomelites e processos de



cicatrização óssea. Em relação ao processamento de imagens, técnicas de segmentação automática deverão ser investigadas.

5 REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

STRASSE, Wally Auf der et al. Thermal Variations in Osteoporosis After Aclasta® Administration: Case Study. **International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)**, International Association of Online Engineering (IAOE), v. 16, n. 10, p. 82, set. 2020. DOI: [10.3991/ijoe.v16i10.14635](https://doi.org/10.3991/ijoe.v16i10.14635).

Ramos e Côrte1, Ana Carolina e José Hernandez, Arnaldo. TERMOGRAFIA MÉDICA INFRAVERMELHA APLICADA À MEDICINA DO ESPORTE. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, FapUNIFESP, SciELO, v.22, n.4, p. 315—319, aug. 2016. DOI: [10.1590/1517-869220162204160783](https://doi.org/10.1590/1517-869220162204160783).

Ring, F., 2016. The Herschel Heritage to Medical Thermography. *Journal of Imaging*, 2 (2), p.13. Doi: [10.3390/jimaging2020013](https://doi.org/10.3390/jimaging2020013).

Haluzan, D., Davila, S., Antabak, A., Dobric, I., Stipic, J., Augustin, G., Prlic, I. (2015). Thermal changes during healing of distal radius fractures—Preliminary findings. *Injury*, 46: S103-S106. Doi: [10.1016/j.injury.2015.10.046](https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.10.046)