



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



ANÁLISE E SEGMENTAÇÃO DE TERMOGRAMAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE TUMORES DE MAMA

ANALYSIS AND SEGMENTATION OF TERMOGRAMS FOR BREAST TUMORS IDENTIFICATION

Erick Jose Teles de Andrade*,

Francisco Ganacim†,

Leandra Ulbricht‡

RESUMO

O câncer de mama é um dos mais prevalentes entre as mulheres mundialmente. A detecção precoce do câncer é fundamental para aumentar as chances de recuperação das pacientes. A termografia infravermelha, técnica indolor e não invasiva, têm apresentado resultados promissores no diagnóstico de tumores malignos. Este artigo apresenta um método para realizar a segmentação semiautomática de tumores em termogramas dinâmicos. Inicialmente são exportados manualmente os frames do vídeo térmico das pacientes e, a partir destas imagens, é realizado um pré-processamento das imagens, recortando das imagens originais apenas a região das mamas da paciente. Com a região das mamas definida, o método utilizado encontra, de forma automática, o pixel com maior temperatura presente na região. Este pixel é definido como a semente inicial para ser utilizada com o método de segmentação *Region-Growing*, resultando na delimitação do tumor. Informações da localização dessa região foram utilizadas para implementar um método de análise de deslocamento de regiões, permitindo realizar uma análise temporal da região de interesse. A metodologia aplicada resultou em uma correta segmentação dos tumores existentes nas pacientes. É esperado que os resultados encontrados possam ajudar no desenvolvimento de uma técnica capaz de auxiliar nos diagnósticos de pacientes com suspeitas de neoplasia mamária.

Palavras-chave: Termografia, Tumor, Segmentação, Pré-processamento, *Region-Growing*.

ABSTRACT

Breast cancer is the most common kind of cancer in the world. The early detection of breast cancer is fundamental to raise the chances of recuperation of the patients. Infrared thermography, an unpainful and uninvative technique, has shown promising results in the diagnosis of malignant tumors. This article presents a method of detection and semiautomatic segmentation of tumors in dynamic thermograms. Initially, frames of a thermic video of patients are manually exported and, from these images, the pre-processing is realized, cutting only the patient's mammary region from the images. The pixel is defined as the initial seed to be used with the *Region-Growing* segmentation method, result in the delimitation of the tumor. The information about the region's location are used to implement a region displacement analysis method, allowing to realize a temporal analysis of the region of interest. The applied methodology resulted in a correct segmentation of existing tumors on patients. It's expected that the found results may help in the development of a technique that may help in the diagnosis of patients with the suspect of mammary tumor.

Keywords: Thermography, Tumor, Segmentation, Pre-processing, *Region-Growing*.

* Engenharia de Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, Paraná, Brasil, erickandrade@alunos.utfpr.edu.br

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba; ganacim@utfpr.edu.br

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná; leandraulbricht@professores.utfpr.edu.br



1 INTRODUÇÃO

O câncer de mama é, atualmente, o tipo de câncer mais comum entre as mulheres no mundo. Além disso, é a causa de morte por câncer mais frequente na população feminina (INCA, 2021). O diagnóstico precoce da doença possibilita tratamentos menos agressivos, e maiores chances de sucesso no tratamento. O autoexame, ultrassonografia e mamografia são os métodos utilizados com maior frequência para identificar o câncer de mama, aliado a biopsia para confirmar o diagnóstico (INCA, 2021). Contudo, a mamografia, é um procedimento com alta taxa de resultados imprecisos quando as mamas são densas, levando a biópsias desnecessárias, em caso de diagnósticos falso positivos (DABYDEEN, 2020).

A fim de oferecer diagnósticos mais precisos e evitar os procedimentos invasivos, a termografia se torna uma opção para ser utilizada na detecção de câncer de mama. A termografia é um método de escaneamento de temperatura sem contato com a pele e, portanto, não invasivo, rápido e indolor ao paciente, que detecta as temperaturas de um corpo a partir da radiação eletromagnética infravermelha emitida por ele (YOUSEFI, 2020).

Câmeras térmicas possuem softwares próprios para a extração de informações da imagem captada por ela. Entretanto, esses softwares possuem diversas limitações de análises, como por exemplo: a análise é feita manualmente de forma visual a partir de pixel único ou a partir de figuras geométricas simples, o que não garante a delimitação precisa da extensão nodular. Isso torna a análise demorada e totalmente dependente do examinador, podendo influenciar na qualidade dos resultados (SCHADECK, 2021). Desta forma, os modelos computacionais, podem acelerar o processo e melhorar a confiabilidade e reprodutibilidade das informações extraídas de um termograma para identificar tecidos alterados (tumores benignos ou malignos). Isso ocorre porque as regiões centrais de tumores possuem uma maior vascularização, gerando maiores temperaturas. Dessa forma, essas regiões podem ser facilmente detectadas pelos exames termográficos através da aplicação de técnicas computacionais. (ARRUDA, 2018), (BHATTACHARJEE, 2020).

Assim, o uso de técnicas ganhou grande impulso através do grande número de pesquisas demonstrando a eficácia da aplicação dessa técnica (KANDLIKAR et al., 2017).

Frente ao exposto, este trabalho busca desenvolver um método para realizar a segmentação semiautomática de tumores presentes em termogramas dinâmicos mamários, analisando ao longo do tempo a mudança de temperatura que ocorre nessas regiões. Assim, a questão de pesquisa que foi estabelecida é: Como garantir a análise da mesma região com a movimentação respiratória das pacientes?

A presente pesquisa visa, a partir do uso de técnicas de processamento de imagens para realizar a delimitação das regiões de tumores malignos em termogramas, determinar o deslocamento da região de interesse resultante do processo respiratório das pacientes.

2 MÉTODO (OU PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA PESQUISA)

Este trabalho usou imagens de 5 pacientes, coletadas pelo Laboratório de Ergonomia da UTFPR em hospital de referência para o tratamento do câncer no município de Curitiba após a aprovação pelo Comitê de Ética do referido hospital. Participaram do estudo mulheres com tumor de mama, entre 18 e 69 anos, que tivessem realizado os exames de mamografia e ultrassonografia, em até sete dias antes da data da aquisição das imagens; e que concordassem em participar voluntariamente da coleta de dados, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para o Uso de Imagem (TCUISV).

Para realizar a análise, os vídeos adquiridos das pacientes foram usados juntamente com a ferramenta de visualização própria da câmera térmica, o Software *Smart View* 4.3. A partir da utilização deste software, com



o vídeo em mãos, foi possível extrair uma imagem (frame), que correspondesse a qualquer tempo do vídeo. Além disso, existia a possibilidade de exportar um documento (.txt) referente a uma imagem, contendo os valores das temperaturas de cada pixel, para que fosse possível realizar uma análise das temperaturas das regiões presentes na imagem.

Com a extração do arquivo (.txt), tendo a informação de temperatura de cada pixel da imagem, foi dado início ao processo de implementação do algoritmo de segmentação da imagem. O processo de segmentação da imagem ocorreu de forma semiautomática e ocorreu após o pré-processamento e tratamento da imagem (GONÇALVES, 2017). Para estes procedimentos, foi utilizada a imagem extraída referente ao primeiro frame do vídeo, para que a partir dele seja realizada a segmentação da região do tumor para ser utilizada junto do algoritmo de deslocamento de pixels (OPTICAL FLOW), para acompanhar o movimento da região de interesse ao longo de todo o vídeo (PETROVIĆ, 2020), podendo assim, extrair informações sobre o tamanho e temperatura da região sem precisar novamente realizar o processo de segmentação da imagem.

O processo se iniciou na conversão da imagem com luz infravermelha para tons de cinza, mantendo seus valores de temperatura corretos. O próximo passo foi definir, de forma semiautomática, um *Cropped* da imagem (GONÇALVES, 2017), ou seja, a imagem foi recortada de forma que excluísse regiões que não fizessem parte da área das mamas, como abdômen e axilas, por exemplo.

Foi utilizado então o método de segmentação de *Otsu* (SÁNCHEZ, 2020). Este método utiliza um valor de *thresholding* para separar os pixels da imagem em preto ou branco. Os pixels da imagem que forem menores que o valor de *thresholding*, são definidos como pixels de cor preta, por outro lado, os pixels que apresentarem valor maior que este parâmetro, são definidos com a cor branca, transformando a imagem em uma imagem binária (LASHKARI, 2016). Este método foi utilizado visando obter um valor de *thresholding* que excluísse da imagem, ou seja, deixasse em preto, toda a região que não fosse o corpo da paciente, como o fundo da sala ou a cadeira em que a paciente se encontrava (SINGH, 2020). Sendo assim, este processo, resultou em uma imagem com somente a região do corpo da paciente presente. A partir dessa imagem, foi utilizado o método de segmentação *Watershed* (KHAN & JAFFERY, 2015), visando excluir as partes restantes que não fizessem parte da região da mama (como por exemplo a região abdominal).

Após a conclusão do pré-processamento das imagens foi definida uma máscara contendo apenas a região das mamas. Nessa região foi aplicado o método de segmentação *Region-Growing* (KHAN & JAFFERY, 2015), visando segmentar e delimitar toda a região de interesse da imagem. O algoritmo *Region-Growing*, utiliza uma semente, no caso um pixel, para analisar a vizinhança dele e verificar quais pixels possuem intensidade semelhante ao pixel de entrada, realizando assim, um crescimento para a região do pixel que possuir certa semelhança. Este processo é realizado até que não exista mais nenhum pixel que respeite a condição de crescimento do algoritmo.

A região resultante da segmentação, que ocorreu no primeiro frame do vídeo, foi aplicada ao método *Lukas-Kanade* do *Optical-Flow* (OPTICAL FLOW). Este método utiliza o ajuste dos mínimos quadrados para calcular o deslocamento de um mesmo pixel em frames subsequentes do vídeo, dessa forma foi possível acompanhar o deslocamento do tumor, que ocorre devido ao processo de respiração da paciente. Com isso, torna se possível, a qualquer momento do vídeo, extrair uma imagem e analisar os dados da temperatura da região delimitada, podendo dessa forma, entre outras, analisar o processo de aquecimento da região de interesse ao longo do tempo.

3 RESULTADOS

3.1 Pré-processamento da imagem e segmentação

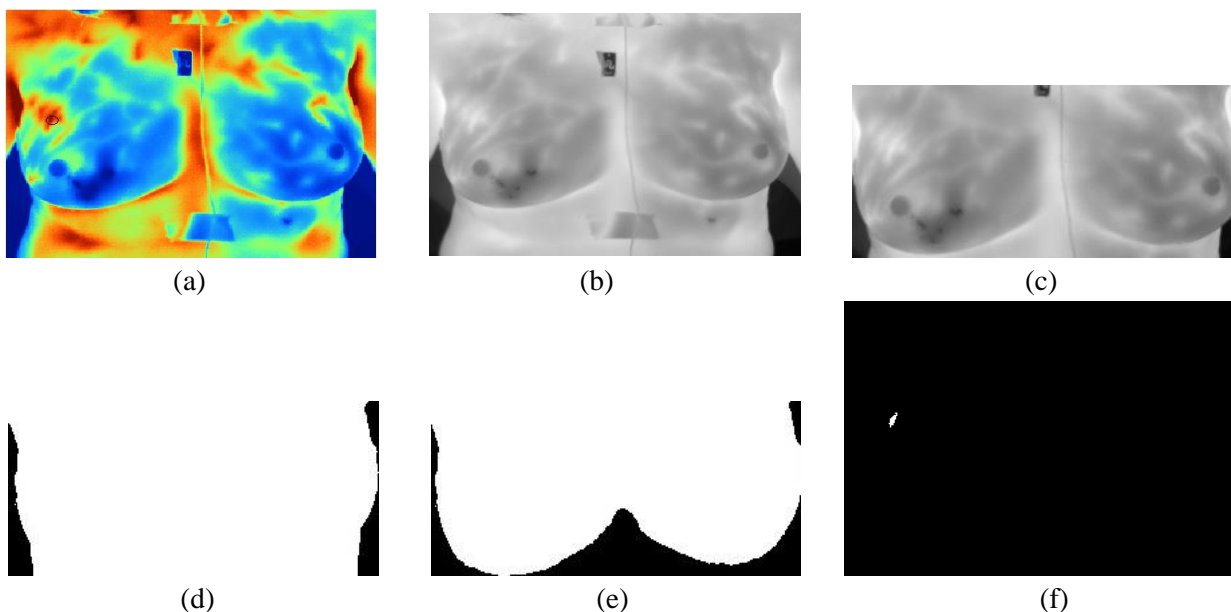
A Figura 1- a, representa a imagem extraída no frame inicial do vídeo, além disso, nela foi inserida uma marcação da região onde está localizado o tumor, através de um software para edição de imagens, para facilitar a visualização a região de interesse. A Figura 1- b demonstra a primeira etapa do pré-processamento, trata-se do momento da conversão da imagem térmica para uma imagem em tons de cinza.

A Figura 1- c, mostra o *Cropped* delimitando apenas a região de interesse, para este caso, a região das mamas.

A Figura 1- d mostra a segmentação pelo método *Otsu*, para excluir da imagem todas as regiões que não fizerem parte do corpo da paciente. A Figura 1- e demonstra a remoção das demais áreas que ainda estão na imagem, mas não fazem parte da região de interesse através do *Watershed*.

Resultando na região das mamas destacadas em relação a imagem original, permitindo a aplicação do método de segmentação *Region-Growing*, responsável pela segmentação da região do tumor, quando presente (Figura 1- f).

Figura 1 – Etapas de pré-processamento da imagem. (a) Imagem térmica extraída do vídeo (b) Conversão da imagem para tons de cinza. (c) Cropped da região central da região da mama. (d) Segmentação pelo método Otsu. (e) Segmentação pelo método Region-Growing. (f) Segmentação da região do tumor



Fonte: autoria própria (2021)

3.2 Deslocamento da região delimitada em vídeo

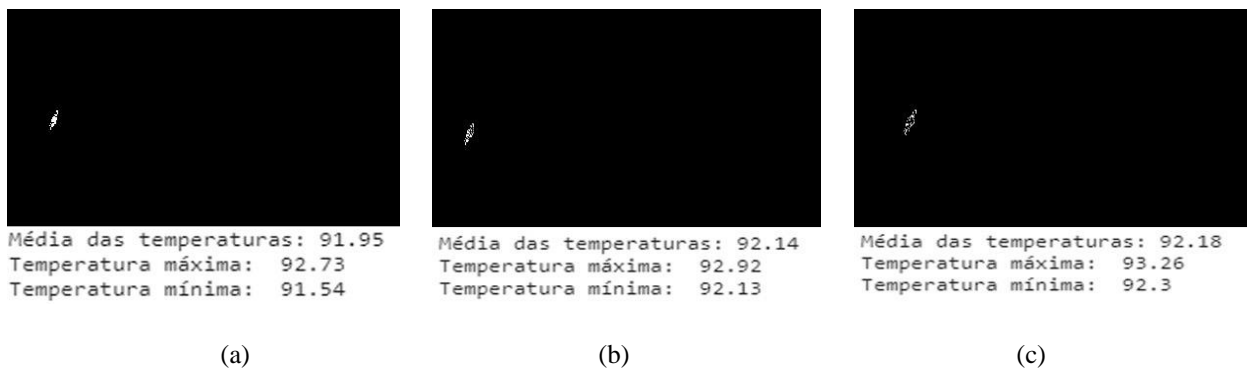
Na aquisição de dados, durante a gravação do vídeo, notou-se que a respiração das pacientes voluntárias interferia na posição das mesmas, não deixando garantias de que, em duas imagens subsequentes, a posição da voluntária seria a mesma. Isso requer uma nova identificação das regiões cada vez que uma nova imagem do vídeo da paciente era analisada. A Figura 2 mostra o resultado da implementação de uma função capaz de determinar automaticamente o deslocamento de cada pixel da região do tumor delimitada.



A Figura 2 demonstra a média de temperatura do tumor, região em branco na imagem, referente a cada frame de um determinado tempo do vídeo. Esta região, de forma automática, identifica o movimento da paciente ao longo do vídeo, permitindo analisar todo o processo de reaquecimento do tumor. Dessa forma é possível diferenciar tumores de outras regiões quentes presentes na mama, como redes vasculares, através da análise temporal do reaquecimento desta região.

Ao se extrair um frame em qualquer momento do vídeo, as informações do posicionamento da região do tumor referente aquele instante de tempo é extraído também, dessa forma, o cálculo das médias de temperatura de cada frame é feita automaticamente ao analisar as imagens extraídas e suas informações de posicionamento.

Figura 2 – Análise temporal das temperaturas do tumor em fahrenheit ao longo de 3 minutos. (a) Análise após 60 segundos. (b) Análise após 120 segundos. (c) Análise após 180 segundos.



Fonte: autoria própria (2021)

4 CONCLUSÃO

A análise das temperaturas de tumores durante o processo de reaquecimento do corpo das pacientes demonstra o comportamento dessas regiões quando submetidas ao estresse térmico, permitindo novas pesquisas baseadas nesses comportamentos. Contudo, algumas dificuldades são encontradas nestas pesquisas devido as limitações de análise por meio dos softwares disponibilizados pelas câmeras, que não garante a delimitação precisam da extensão nodular por partir da utilização de figuras geométricas simples (circunferências ou retângulos).

Ao realizar o pré-processamento das imagens, o método aplicado define a região do tumor buscando o pixel de maior temperatura na região pré-definida. Desta forma, como as 5 pacientes analisadas possuíam a doença, a região foi segmentada corretamente em todos os casos. Sendo assim, o método aplicado consegue armazenar as informações referentes a posição da região na imagem, de forma que seja possível extrair informações dessa região utilizando os dados de temperatura de cada pixel da região delimitada. Após a identificação de dificuldades geradas pelo movimento involuntário do corpo da paciente e pelo próprio movimento respiratório, a aplicação do método proposto neste artigo conseguiu definir corretamente o deslocamento das regiões segmentadas, permitindo assim, a análise das regiões ao longo do vídeo de forma satisfatória.

Informações como a temperatura máxima, mínima e a média das temperaturas presentes na região segmentada, podem servir para um amplo estudo das características dessas regiões, e seu comportamento no processo de reaquecimento do corpo.

Dessa forma, a próxima etapa da pesquisa é utilizar estas ferramentas para criar um método de detecção e segmentação de tumores, de forma automática, a partir da análise de reaquecimento de regiões quentes



presentes nas mamas analisadas, contribuindo para o diagnóstico precoce e a maior chance de recuperação das pacientes.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio através da bolsa PIBIC, ao Hospital pela permissão na realização das coletas de imagens e as pacientes pela permissão do uso de suas imagens.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, G. M. S. de; et al; Breast cancer diagnosis based on mammary thermography and extreme learning machines. *Research on Biomedical Engineering*, v. 34 (1), p. 45-53. March, 2018.
- BHATTACHARJEE, D.; et al; Segmentation of Breast-Region in Breast Thermogram Using Arc-Approximation and Triangular-Space Search. *IEEE transactions on instrumentation and measurement*, v. 69, 7, p. 4785-4795. July, 2020.
- DABYDEEN, D.; et al; An inverse heat transfer approach for patient-specific breast cancer detection and tumor localization using surface thermal images in the prone position. *Infrared Physics & Technology*, v. 105. p. 103-202. January, 2020.
- GONÇALVES, C. B.; Detecção de câncer de mama utilizando imagens termográficas. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de computação, curso de Ciência da computação, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, p. 59. 2017.
- INCA, I. N. de C. Controle do Câncer de Mama – Conceito e magnitude. 2021. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/controle-do-cancer-de-mama/conceito-emagnitude>> Acesso em: 28/07/2021.
- KANDLIKAR, S. G. et al. Infrared imaging technology for breast cancer detection– current status, protocols and new directions. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Elsevier, v. 108, p. 2303–2320, 2017.
- KHAN, I.; JAFFERY, Z. A.; Performance comparison of image segmentation techniques for infrared images. IN: 2015 Annual IEEE India Conference (INDICON 2015), p. 1-5 2015 Nova Delhi.
- LASHKARI, A.; PAK, F.; FIROUZMAND, M.; Full Intelligent Cancer Classification of Thermal Breast Images to Assist Physician in Clinical Diagnostic Applications. *Journal of Medical Signals and Sensors*, v. 6, p. 12-24. Jan-Mar. 2016.
- PETROVIĆ, M. VLAHOVIĆ, N. PERIĆ, M.; Visualization of Moving Objects in Thermal Image. *IEEE transactions on instrumentation and measurement*, v. 1.3, p. 1-4. 2020.
- SÁNCHEZ-RUIZ, D.; OLMOS-PINEDA, I.; OLVERA-LÓPEZ, J. A.; Automatic region of interest segmentation for breast thermogram image classification. *Pattern Recognition Letters*, v. 135, p. 72-81. March, 2020.
- SINGH, D.; SINGH, A. K.; Role of image thermography in early breast cancer detection- Past, present and future. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, v. 183, p. 105-074. September, 2019.
- OPTICAL FLOW, OpenCV. Disponível em: <https://docs.opencv.org/3.4/d4/dee/tutorial_optical_flow.html>. Acesso em: 29 de agosto de 2021.
- SCHADECK, C. A.; GANACIM, F.; ULBRICHT, L.; Processamento De Imagens Como Metodologia Auxiliar À Análise De Termogramas. *Pan American Journal of Medical Thermology*, v. 6, p. 31-41. 2021.
- YOUSEFI, B.; AKBARI, H.; Maldague, X.P.V. Detecting Vasodilation as Potential Diagnostic Biomarker in Breast Cancer Using Deep Learning-Driven Thermomics. *Biosensors 2020*, v. 10, p. 18. October, 2020.