

UNIVERSIDADE FEEVALE

ANDERSON RODRIGO SPANIOL

PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA PARA SEGMENTAÇÃO AUTOMÁTICA
DE ÓRGÃOS DO TÓRAX

(Título Provisório)

Anteprojeto de Trabalho de Conclusão

Novo Hamburgo
2020

ANDERSON RODRIGO SPANIOL

PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA PARA SEGMENTAÇÃO AUTOMÁTICA
DE ÓRGÃOS DO TÓRAX

(Título Provisório)

Anteprojeto de Trabalho de Conclusão de
Curso, apresentado como requisito parcial
à obtenção do grau de Bacharel em
Ciência da Computação pela
Universidade Feevale

Orientador: Marta Rosecler Bez

Novo Hamburgo
2020

RESUMO

Um tipo de exame bastante utilizado na área médica é a Tomografia Computadorizada (TC), a partir da qual especialistas podem visualizar uma representação dos órgãos dos pacientes e identificar possíveis anomalias. A utilização de softwares de análise de imagens como ferramentas de apoio nesse processo é uma prática cada vez mais comum entre os médicos. Em geral, o uso desse tipo de sistema reduz o tempo de análise e aumenta a precisão no diagnóstico. O Processamento Digital de Imagens pode contribuir para essa tarefa, uma vez que é uma área da Visão Computacional que provê técnicas para segmentação e identificação de objetos em imagens digitais e que podem ser aplicadas em exames de TC com o intuito de aprimorar o processo de análise. A delimitação dos objetos é o principal elemento no processo de avaliação de uma TC e é responsável por identificar as regiões de interesse por meio de algumas propriedades de descontinuidade e similaridade. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo de software capaz de segmentar completamente e de forma automática alguns órgãos do tórax com base em exames de TC, como pulmões e coração. O uso desse protótipo tornará a tarefa de diagnóstico mais precisa e viabilizará a modelagem 3D dos órgãos, uma vez que deve apresentar uma segmentação de todas as camadas dos exames de TC.

Palavras-chave: Segmentação de órgãos. Tomografia computadorizada. Processamento digital de imagens. Informática médica.

SUMÁRIO

MOTIVAÇÃO	5
OBJETIVOS	8
METODOLOGIA	9
CRONOGRAMA	11
BIBLIOGRAFIA	12

MOTIVAÇÃO

Um dos propósitos do Processamento Digital de Imagens (PDI) é o "processamento de dados de cenas para percepção automática através de máquinas" (Gonzalez e Woods, 2009, p. 1) e tem sido amplamente utilizado em diversas áreas da medicina como ferramenta para auxiliar no diagnóstico médico (Filho *et al.*, 2019). A computação exerce um papel importante nesse processo, pois possibilita o desenvolvimento de sistemas que combinam conhecimentos médicos para suportar o diagnóstico e o monitoramento de tratamentos (Rodrigues *et al.*, 2016). A precisão na segmentação das imagens de exames é fundamental para garantir o sucesso de uma análise computadorizada (Felix *et al.*, 2012).

Diversos trabalhos já foram produzidos no sentido de automatizar a segmentação de órgãos em Tomografias Computadorizadas. Na sequência são apresentadas pesquisas científicas desenvolvidas que contribuem propondo algum algoritmo ou técnica para a solução do problema.

Rodrigues *et al.* (2016) desenvolveram um algoritmo de segmentação de pulmões em Tomografias Computadorizadas chamado *Follower of Lung Contour* (FLC). Inicialmente uma rede neural artificial (RNA) classifica os pixels da imagem como pertencentes à região pulmonária ou não. Em seguida é acionado um algoritmo de *Border Following* para identificar as regiões dos pulmões. O algoritmo percorre a imagem iniciando no canto superior esquerdo e deslocando-se para baixo e para a direita até encontrar o primeiro pixel pertencente à região pulmonária. Na sequência, busca, no sentido horário, pixels pertencentes à borda até voltar ao primeiro pixel encontrado, finalizando a construção do contorno.

Como o resultado é um conjunto de contornos incluindo regiões que não pertencem aos pulmões, foram definidos critérios para classificação. As imagens das fatias de TC foram divididas em regiões: superior, inferior, esquerda e direita. A partir disso, foram analisados os centróides dos contornos encontrados para classificá-los como pulmão esquerdo e direito. Para que um pulmão seja classificado como “esquerdo” ou “direito”, sua coordenada central precisa estar localizada no lado esquerdo ou direito da imagem, respectivamente. Se houver mais que um contorno no mesmo lado da imagem, aquele com a maior área é considerado como pulmão.

Os resultados foram comparados com as técnicas SISDEP, VFC, THRMult, THRmod, Crisp e Adaptive Crisp. O método FLC se destaca em termos de precisão, seguido do Adaptive Crisp e SISDEP. Os autores destacam que a técnica proposta se mantém constante nos diferentes casos examinados e alcança resultados próximos aos obtidos pelos especialistas. Com base nas métricas utilizadas, os autores concluíram que o FLC possui uma boa precisão e uma boa taxa de sucesso. Em sua validação foram utilizadas 30 imagens de Tomografias Computadorizadas do tórax e sua precisão foi de 98,8% nos casos analisados.

No artigo de Felix *et al.* (2008) é utilizado crescimento de regiões para identificar os pulmões. Inicialmente é estabelecido um pixel inicial (*seed pixel*, no inglês) automaticamente utilizando a técnica proposta por Araújo (2004). A partir disso, a busca faz o crescimento da região no entorno do pixel inicial seguindo os critérios apresentados na sequência. O processamento é interrompido quando a primeira ou a segunda regra são descumpridas.

- A diferença absoluta entre a escala de cinza do pixel inicial com o candidato a ser incorporado à região é menor que um determinado limiar.
- O pixel candidato é conectado por um dos 8 pixels vizinhos ao pixel inicial.
- Se um pixel pertence a duas regiões, ele é arbitrariamente atribuído à região com o maior nível de cinza.

Com base nos dados extraídos, os autores concluem que é possível segmentar precisamente tanto pulmões saudáveis quanto de pacientes com doença de obstrução pulmonar crônica (COPD), bem como, calcular a área e o perímetro de cada fatia dos pulmões. Não foram citados dados sobre a validação dos resultados no trabalho.

Felix *et al.* (2012) apresentam, em outro trabalho, o AUTOIN, que é uma abordagem para gerar o pixel inicial (*seed*) a partir de diversas transformações e operações sobre as imagens de TC. Inicialmente, é feita a binarização da imagem inteira e removidos ruídos e estruturas indesejadas. Em seguida é aplicada a função de projeção híbrida no sentido horizontal e vertical. Por fim, é selecionada a coordenada de cada pico das funções obtidas anteriormente, gerando os pontos de inicialização dos contornos na imagem final.

Os resultados foram comparados com o algoritmo de localização do centro de objeto (LOC) proposto por Li e Wong (1997), que permite identificar o centro de objetos com diferentes formas. Foram utilizadas 72 imagens no desenvolvimento do trabalho. Para o

dataset utilizado, as técnicas apresentam resultados semelhantes e ambas geram *seeds* apropriados para as regiões de interesse.

Rönnau (2015) propõe o pré-processamento das imagens e rotulação das regiões de interesse para identificar os pulmões em TC. Inicialmente, é aplicado um filtro Gaussiano para eliminar eventuais ruídos. Em seguida, é aplicada uma função de limiarização (*threshold*, em inglês), que converte os pixels da região de interesse em branco e os demais em preto, tendo como resultado uma imagem somente com dois valores de pixels. Para identificar as regiões pulmonares, é aplicado um algoritmo de rotulação por crescimento de regiões.

Os resultados foram avaliados visualmente, levando em consideração o acerto ou erro das regiões identificadas pelo algoritmo. Para tal, foram utilizados 5 exames, com um total de 569 fatias que foram processadas. Desse total, o algoritmo rotulou corretamente 537 imagens, ou seja, apresentou taxa de acerto de 94,68%.

Pesquisas acerca do processamento automatizado de exames de Tomografia Computadorizada são cada vez mais frequentes. Isso é justificado pela relevância do tema, uma vez que o procedimento manual é uma tarefa desgastante e suscetível a erros (Rönnau, 2015). A análise realizada erroneamente pode levar a diagnósticos precipitados ou à não-identificação de anomalias em pacientes. Portanto, é de extrema importância que sejam construídos sistemas de apoio que efetuem a segmentação e a identificação dos órgãos nos exames computadorizados, simplificando o trabalho dos especialistas.

Com a popularização desse tipo de software de apoio, é de suma importância que eles sejam o mais precisos possível. Em geral, os resultados dos trabalhos apresentados foram muito bons nas fatias dos exames em que os órgãos apresentam uma forma bem definida e uma grande área. Porém, nas fatias próximas às extremidades superior e inferior do exame, a taxa de precisão desses algoritmos diminui, uma vez que as formas anatômicas se confundem com outras também presentes nos exames. Esse erro é indesejado ao utilizar softwares dessa natureza e, além disso, dificulta a modelagem 3D dos órgãos, sendo esta a lacuna que o projeto se propõe a atacar.

OBJETIVOS

Objetivo geral:

Desenvolver um protótipo de software que segmente automaticamente todas as fatias de alguns órgãos do corpo humano em imagens de tomografia computadorizada do tórax.

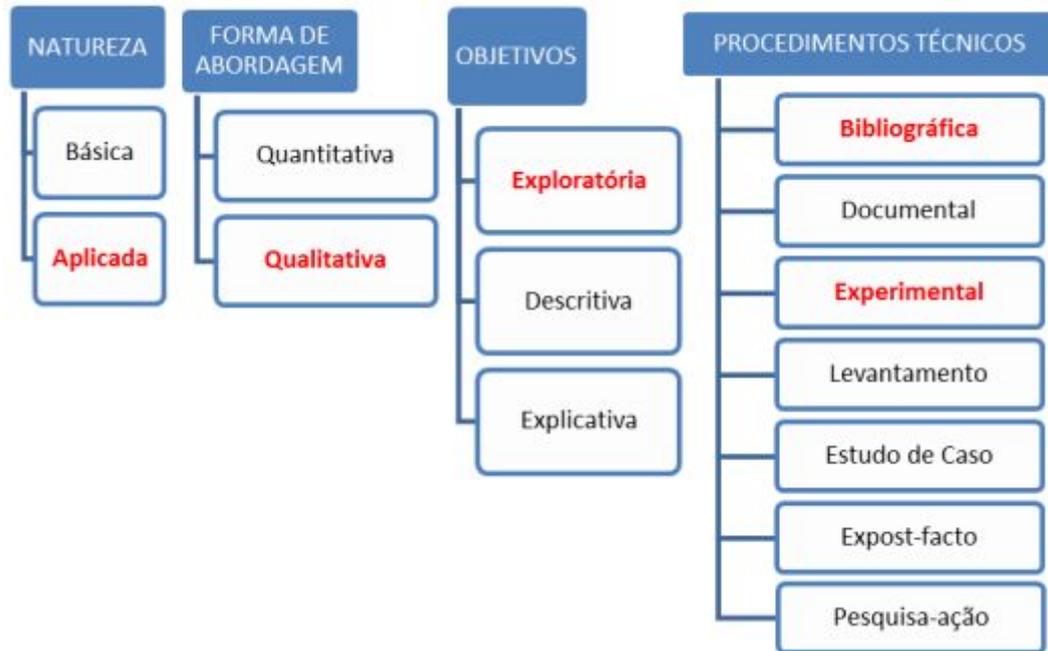
Objetivos específicos:

- Compor uma base de dados com exames de tomografia computadorizada no padrão DICOM;
- Analisar exames de tomografia computadorizada;
- Realizar um estudo sobre o padrão de arquivos DICOM;
- Explorar técnicas de processamento digital de imagens que podem servir de subsídio para a elaboração do trabalho;
- Desenvolver um protótipo de software;
- Validar os resultados obtidos;
- Propor possíveis trabalhos futuros com base nas constatações no decorrer da pesquisa.

METODOLOGIA

A figura abaixo exibe os conceitos aplicados à metodologia desta pesquisa, em vermelho.

Figura 1 – Classificação da pesquisa



Fonte: adaptado de Bez (2011).

Acerca da natureza, o presente trabalho é caracterizado como uma pesquisa aplicada, uma vez que envolve o desenvolvimento de um protótipo com o propósito de resolver um problema específico.

A forma de abordagem será qualitativa, pois os resultados serão validados comparando as saídas geradas pelo protótipo com a interpretação de especialistas, sem a necessidade de quantificar os mesmos.

O objetivo do estudo é exploratório, uma vez que apresenta uma proposta para melhorar o processo de análise de exames de tomografia computadorizada e segmentação das regiões de interesse, reduzindo a ocorrência de falhas.

Os procedimentos técnicos empregados no desenvolvimento do estudo serão pesquisa bibliográfica e experimentação. A pesquisa bibliográfica será utilizada no trabalho através do uso de livros e artigos científicos relacionados ao tema. A pesquisa experimental será empregada no desenvolvimento de um protótipo de software e de testes práticos, não havendo validação exclusivamente teórica.

O processo de desenvolvimento do trabalho segue a ordem descrita abaixo:

- Coleta de exames de tomografia computadorizada;
- Estudo da anatomia do tórax;
- Estudo de exames de tomografia computadorizada e o padrão DICOM;
- Exploração de técnicas de segmentação de imagens;
- Revisão bibliográfica acerca de técnicas empregadas em segmentação de órgãos;
- Análise da viabilidade da aplicação das técnicas exploradas;
- Seleção das técnicas que serão aplicadas no protótipo;
- Desenvolvimento do protótipo;
- Validação dos resultados.

CRONOGRAMA

Trabalho de Conclusão I

Etapa	Meses			
	Mar	Abr	Mai	Jun
Escrita do anteprojeto	■			
Revisão bibliográfica sobre técnicas de segmentação de órgãos	■	■		
Estudo da anatomia do tórax		■		
Coleta de exames de tomografia computadorizada		■		
Estudo de exames de tomografia computadorizada e padrão DICOM		■	■	
Exploração de técnicas de segmentação de imagens			■	■
Escrita do TCC I		■	■	■
Entrega do TCC I				■

Trabalho de Conclusão II

Etapa	Meses			
	Ago	Set	Out	Nov
Análise da viabilidade da aplicação das técnicas exploradas	■			
Seleção das técnicas que serão aplicadas no protótipo	■	■		
Desenvolvimento do protótipo		■	■	
Validação dos resultados			■	■
Escrita do TCC II	■	■	■	■
Entrega do TCC II				■
Apresentação dos resultados à banca avaliadora.				■

BIBLIOGRAFIA

BEZ, M. R. **Uso de tecnologia para apoiar a implantação de métodos ativos nos currículos de medicina.** Proposta de Tese. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2011.

FELIX, J. H. S., CORTEZ, P. C., CAVALCANTE, T. S., ALEXANDRIA, A. R., HOLANDA, M. A.. (2012). **Autoin: Method of automatic initialization of active contours applied to lungs in ct images.**

FELIX, J.H.S., CORTEZ, P.C., HOLANDA, M.A., COSTA, R.C.S.. (2008). **Automatic Segmentation and Measurement of the Lungs in healthy persons and in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease in CT Images.**

FILHO, Pedro P. Rebouças, BARROS, Antonio C. da Silva, ALMEIDA, Jefferson S. , RODRIGUES, J.P.C., ALBUQUERQUE, Victor Hugo C. de. (2019). **A new effective and powerful medical image segmentation algorithm based on optimum path snakes.**

RODRIGUES, Murillo B., MARINHO, Leandro B., NÓBREGA, Raul Victor M., SOUZA, João Wellington M., FILHO, Pedro Pedrosa Rebouças. (2016). **Lung segmentation in chest computerized tomography images using the border following algorithm.**

RÖNNAU, Rodrigo Freiburger. (2015). **Segmentação Automática de Órgãos em Imagens de Tomografia Computadorizada do Tórax.**