

Introdução ao Processamento de Imagens

Projeto 2

Cássio Borges
Departamento de Ciência da Computação
Universidade de Brasília, Brasil
211036141@aluno.unb.br

Abstract— Neste relatório, será discutido um método para a detecção de tumores em imagens cerebrais utilizando operações de morfologia matemática e segmentação por K-Means. A abordagem proposta inclui etapas de pré-processamento, como filtragem passa-baixa e filtragem mediana para redução de ruído. Realização da segmentação por K-Means é aplicada para agrupar pixels com características de cor semelhantes. Operações morfológicas, como abertura e fechamento, são empregadas para aprimorar a imagem binarizada, permitindo a identificação de componentes conexos. O maior componente conexo, correspondente ao tumor, é destacado, demonstrando a eficácia deste método na análise de imagens médicas.

Keywords—Morfologia matemática, detecção de tumores, binarização, operações de abertura e fechamento, k-means, segmentação por cor

I. INTRODUÇÃO

A análise de imagens médicas é de interesse da área de processamento de imagens da computação envolvendo a saúde moderna, especialmente no diagnóstico e tratamento de tumores cerebrais. Métodos tradicionais de processamento de imagens frequentemente enfrentam desafios para detectar e segmentar tumores de maneira precisa devido ao ruído e às variações na qualidade das imagens. A morfologia matemática é uma boa ferramenta para enfrentar esses desafios, permitindo a manipulação de estruturas de imagem com base em suas formas.

Será apresentado brevemente o processo de segmentação de imagens utilizando técnicas de processamento digital, com foco no algoritmo de K-Means para a detecção e realce de características específicas em imagens. O trabalho abrange o pré-processamento da imagem, incluindo filtragem e conversão de espaço de cores, até a segmentação baseada em agrupamento de cores e a extração de regiões de interesse.

II. METODOLOGIA

1. Parte I – Tumor cerebral

A. Leitura e corte da imagem

A imagem de exemplo possuía uma borda branca. Ao realizar o plot do histograma era possível observar que a quantidade de pixel branco era muito maior que o esperado. Por isso, foi necessário realizar um corte na imagem para evitar resultados enviesados.

B. Filtragem da imagem

A aplicação de filtros e a remoção de ruído são etapas importantes no processamento de imagens, especialmente em imagens médicas, onde a precisão nas informações da imagem são importantes. No processo de detecção de tumores, utilizamos um filtro passa-baixa, que suaviza a

imagem, reduzindo as variações bruscas de intensidade entre pixels vizinhos. Isso ajuda a reduzir o ruído, como pequenas imperfeições ou artefatos, que podem prejudicar a análise. Em seguida, aplicamos um filtro de mediana, que é eficaz na remoção de ruídos onde os pixels são muito claros ou escuros, sem comprometer os contornos importantes da imagem. A aplicação de ambas as filtragens garante que a imagem resultante seja mais nítida e coesa, facilitando as próximas etapas como a binarização e a segmentação do tumor.

C. Binarização da imagem filtrada

A binarização da imagem é importante no processo de segmentação, pois transforma a imagem em um formato onde cada pixel é classificado como preto ou branco, correspondendo às regiões de interesse (como o tumor) e o restante da imagem, respectivamente.

No terceiro passo, é feita a binarização da imagem filtrada. Esse processo facilita a identificação de objetos de interesse na imagem, simplificando a detecção de elementos específicos, como tumores. Para determinar o limiar ideal de binarização, analisamos o histograma da imagem filtrada, que mostra a distribuição de intensidade dos pixels. O limiar escolhido separa eficazmente as áreas de interesse do restante da imagem, garantindo que as regiões mais relevantes sejam destacadas para análise posterior. Esse passo é fundamental para a aplicação das operações morfológicas mais a frente, que refinam ainda mais a segmentação do tumor.

Após algumas tentativas, o limiar escolhido foi $k = 140$.

$$\text{imagem}(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{se } \text{imagem}(x, y) \geq k \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Figura 1 – Fórmula da binarização de imagens

D. Abertura e fechamento

As operações de abertura e fechamento são importantes para melhorar a qualidade da segmentação em imagens binarizadas.

A **abertura** é uma operação que combina erosão seguida de dilatação, sendo eficaz na remoção de pequenos objetos ou imperfeições que podem estar presentes na imagem binarizada, como ruídos isolados que não fazem parte da estrutura do tumor. Defin $A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$. Consiste na erosão de A por B, seguida da dilatação do resultado por B. Isso ajuda a limpar a imagem, preservando apenas as regiões de interesse maiores e mais significativas.

O **fechamento**, é definido por: $A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$

III. RESULTADOS

1. Parte I

A. Leitura e corte da imagem

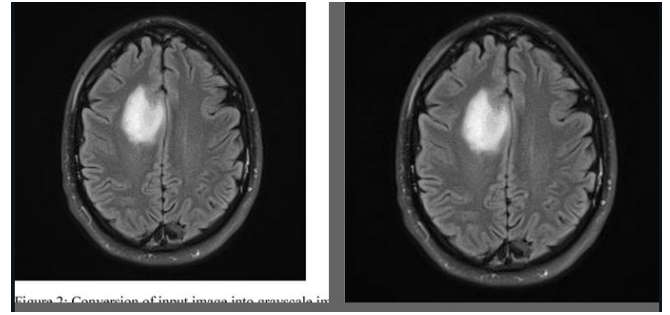


Figura 2 – Conversão e plot image into grayscale image

Figura 3 – Imagem do tumor cerebral sem o corte e ao lado a imagem cortada

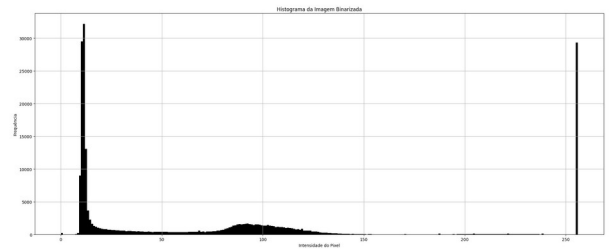


Figura 4 – Histograma da imagem original

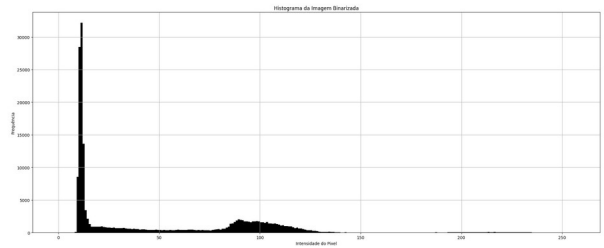


Figura 5 – Histograma da imagem cortada e filtrada

B. Filtragem da imagem

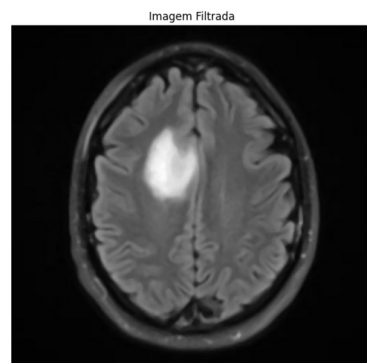


Figura 6 – Imagem do tumor filtrada

C. Binarização da imagem filtrada

É possível observar que na imagem resultante existe um ponto branco. Para remove-lo aplicamos a operação de abertura.

consiste em uma dilatação seguida de erosão e é utilizado para preencher pequenos buracos e unir regiões desconectadas que deveriam estar juntas, como partes do tumor que podem ter sido segmentadas separadamente. A aplicação dessas operações em sequência garante que a imagem final esteja mais refinada e com o tumor em destaque.

E. Destaque do tumor

Para realizar o destaque do tumor na imagem original foi utilizado a máscara binarizada obtida após as operações de abertura e fechamento. Os pixels correspondentes ao tumor na máscara foram coloridos em verde na imagem original, criando um contraste visual que facilita a visualização do tumor em relação às outras estruturas da imagem. Com isso foi realizado o plot das três imagens lado a lado para identificar cada processo realizado separadamente.

2. Parte II – Segmentação

A. Pré-processamento

A suavização foi realizada com o objetivo de reduzir o ruído presente na imagem, utilizando a função **GaussianBlur (OpenCV)**, que aplica um filtro passa-baixa gaussiano. Após a suavização, a imagem foi convertida do espaço de cores RGB para o espaço de cores LAB utilizando a função **cvtColor (OpenCV)**.

B. Algoritmo K-means

A segmentação da imagem foi realizada utilizando o algoritmo de **K-Means**, que agrupa os pixels da imagem em k clusters com base nas suas características de cor. O número de clusters utilizado foi **k = 12**. Onde:

- k é o número de clusters
- C_i representa o conjunto de pixels pertencentes ao i-ésimo cluster
- x é o elemento do vetor de valores LAB
- m_i é o centroide do i-ésimo cluster

$$E = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} |x - m_i|^2$$

Figura 2 – Representação matemática

C. Máscara de cores

Nesta etapa do trabalho aplica-se segmentação de objetos em uma imagem usando **K-Means** e máscaras de cor. A imagem é suavizada, convertida para o espaço LAB e segmentada em clusters com o K-Means. Definimos intervalos de cor específicos (**upper_color** e **lower_color**) para isolar a pimenta e a cebola. A máscara criada a partir desses intervalos permite destacar apenas as regiões de interesse como especificado nos requisitos.

Ao utilizar a função **inRange (OpenCV)**, cria-se uma máscara binária onde os pixels que caem dentro desse intervalo de cores são marcados como 1 (branco), e os demais como 0 (preto). A máscara resultante é então utilizada na função **bitwise_and (OpenCV)** para extrair apenas as regiões da imagem original que correspondem ao intervalo de cor especificado.

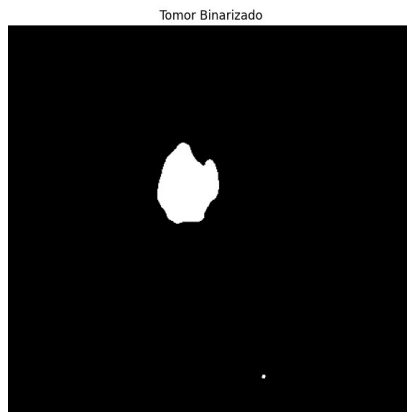


Figura 7 – Resultado da binarização



Figura 11 – Resultado da segmentação da cebola

D. Abertura e fechamento

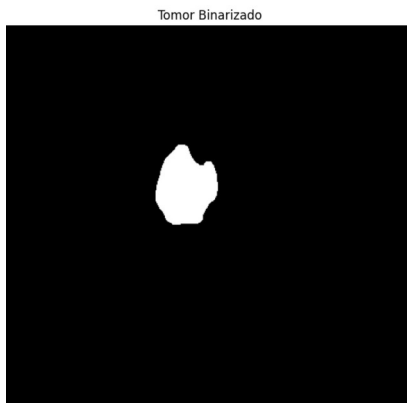


Figura 8 – Resultado da abertura

E. Destaque do tumor

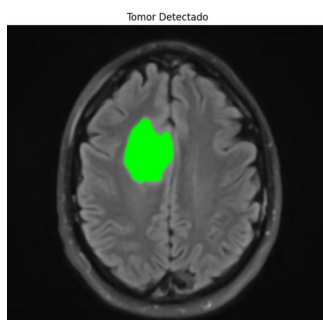


Figura 9 – Tumor em destaque na imagem do cérebro

2. Parte II



Figura 10 – Resultado da segmentação pelo algoritmo K-means



Figura 13 – Segmentação da Pimenta

IV. CONCLUSÃO

Neste trabalho, demonstramos a eficácia das técnicas de morfologia matemática aplicadas à detecção de tumores em imagens cerebrais. Através de um fluxo de processamento que incluiu filtragem para redução de ruído, binarização, e operações morfológicas de abertura e fechamento, foi possível identificar e destacar de forma precisa a área do tumor na imagem. A análise do histograma permitiu a escolha de um limiar adequado para a binarização o que facilitou uma boa imagem para gerar a máscara necessária para destacar o tumor.

Foi implementado um processo de segmentação de imagens utilizando o algoritmo de K-Means, que demonstrou ser eficaz na identificação de diferentes clusters de cores. Contudo, não foi possível realizar a segmentação correta da pimenta vermelha, cebola e todas as verduras de uma vez única vez.

V. REFERENCES

- [1] Slides da disciplina Introdução ao Processamento de Imagens ministrada pelo professor Bruno Macchiavello, Universidade de Brasília.
- [2] Imagens disponibilizadas pelo professor Bruno Macchiavello, Universidade de Brasília.