

Relatório – Projeto Final

1st Júlia Yuri Garcia Baba
Departamento de Ciência da
Computação
UnB
Brasília, Brasil
190057921@aluno.unb.br

Keywords—*Erosão, dilatação, abertura, fechamento, máscara, morfologia, segmentação, watershed, binarização, Canny.*

I RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal aplicar os conhecimentos obtidos em sala de aula acerca de manipulações morfológicas de imagens para a obtenção de elementos desejáveis, assim como a aplicação do processo de segmentação. Todos os códigos foram desenvolvidos em OpenCv 4.5.1, usando a linguagem de programação Python.

Para o projeto final teve-se que escolher um periódico que tenha correlação com os assuntos estudados. Portanto, foi escolhido o artigo: *Avaliação de manchas de pele usando processamento de imagens*. Escrito por Geofly de Lima Adonias e Carlos Danilo Miranda Regis, publicado em dezembro de 2015.

Doenças de pele podem ser classificadas em inúmeras patologias clínicas, em muitos casos a semelhança entre essas patologias dificulta o diagnóstico precoce da lesão, comprometendo a eficiência do tratamento. O vitiligo é uma dessas doenças, caracterizada pela perda da coloração da pele, no qual as lesões formadas se devem da diminuição ou ausência dos melanócitos, seu diagnóstico é totalmente clínico e só pode ser feito através de biópsia ou de um exame com lâmpada de Wood.

Dessa forma, o estudo tem como objetivo principal propor uma avaliação de manchas de pele, para efetuar um diagnóstico diferencial usando técnicas de segmentação e análise de imagens.

II INTRODUÇÃO

É importante ressaltar que a segmentação de imagens não triviais é uma das tarefas mais difíceis no processamento de imagens, pois a precisão da segmentação determinará o sucesso ou fracasso final dos procedimentos.

Visando à criação de um algoritmo apropriado, a implementação foi dividida em quatro etapas: binarização de Otsu, segmentação watershed e por fim média da intensidade dos pixels da região de interesse.

A. Primeira etapa: Binarização da imagem

Nessa etapa temos como objetivo minimizar o erro médio que ocorre na atribuição de pixels para dois ou mais grupos, já que esse método maximiza a variância entre classes, atribuindo um limiar global a partir do histograma da imagem, oferecendo uma melhor separação em termos de valor de intensidade.

B. Segunda etapa: Detecção de bordas

O método de Canny procura otimizar a localização dos pontos da borda na presença de ruídos, devendo satisfazer três critérios:

1. Baixa taxa de erro: Significa uma boa detecção apenas das bordas existentes.
2. Boa localização: A distância entre os pixels da borda detectados e os pixels reais da borda deve ser minimizada.
3. Resposta mínima: imagem deve ser marcada apenas uma vez e, quando possível, o ruído da imagem não deve criar bordas falsas.

O processo de detecção de bordas nesse experimento visa simplificar a análise de imagens, reduzindo a quantidade de dados a ser processada, ao mesmo tempo que, preserva informações úteis para a análise.

C. Terceira questão: Segmentação Watershed

A segmentação watershed trata a imagem como um mapa topográfico, no qual o brilho de cada ponto representa sua altura e encontrando as linhas que correm ao longo do topo das cristas.

Nesse projeto, essa transformação tem como finalidade a extração de objetos quase uniformes do fundo, para que possa ser analisada apenas a área de interesse na fase posterior.

D. Quarta questão: Média de intensidade dos pixels

Por fim, um dos métodos utilizados para a análise de padrões entre regiões de interesse (ROI) em uma mesma imagem ou em um conjunto de imagens é o cálculo da média das intensidades dos pixels.

Nessa etapa tem a intenção fazer a análise das imagens, separando as manchas de vitiligo de outras anomalias. Para isso realiza-se a soma da intensidade dos pixels, dividida pelo número de pixels que compõe a região de interesse.

III METODOLOGIA

Dado o resumo do objetivo de cada exercício, será feita uma explicação breve de como tais finalidades foram alcançadas. Quais funções foram implementadas para que os algoritmos funcionassem como esperado.

A. Primeira etapa

a) Filtros de mediana e Gaussiano

Como as imagens com o qual estamos lidando possuem diversas interferências, como a presença de pelos e descontinuidades de pele, é essencial um pré tratamento da imagem.

Primeiramente a filtragem mediana é aplicada, esta calcula a mediana de todos os pixels sob a área do kernel, que deve ser um número ímpar positivo, substituindo o pixel central por este valor. É também importante destacar que, esse método é altamente eficaz na remoção de ruído salt pepper, já que o elemento central é sempre substituído por algum valor de pixel na imagem.

Posteriormente, a suavização gaussiana busca reduzir detalhes e o ruído da imagem, tendo como efeito visual um desfoque suave semelhante ao de ver através de uma tela translúcida. É semelhante ao filtro média, mas usa um kernel diferente que apresenta a forma de uma saliência gaussiana, em forma de sino.

Essas técnicas foram aplicadas usando funções pré-definidas do OpenCv, `cv2.mediaBlur()` e `cv2.GaussianBlur`, respectivamente.

b) Binarização de Otsu

A binarização é o método mais simples de segmentação de imagens, que resumidamente, consiste em separar uma imagem em regiões de interesse e não interesse através de um limiar. Essas regiões podem ser representadas por pixels pretos e brancos.

Como neste problema estamos interessados na imagem binarizada do resultado. Nossas operações vão alterar constantemente os valores de intensidade da imagem, por isso foi escolhido um método de binarização conhecido como binarização de Otsu.

Esse método tem por objetivo, a partir de uma imagem em tons de cinza, determinar o valor ideal de um *threshold* que separe os elementos do fundo e da frente, a partir da distribuição do seu histograma bimodal. A ideia é aproximar o histograma de uma imagem por duas funções Gaussianas e escolher um limiar de forma a minimizar a variância entre as classes fundo e objeto. De forma simplificada, esse algoritmo “pesa” qual dos lados é mais pesado, e remove o peso do lado mais pesado até que este se torne o mais leve, repetindo essa mesma operação até que os dois extremos da balança se encontrem.

Essa técnica foi primeiro aplicada diretamente a imagem, usando uma função pré definida do OpenCv (`cv.threshold`).

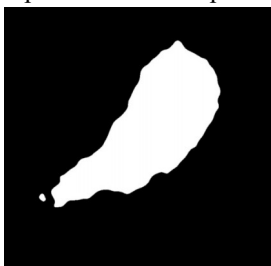


Figura 1. Aplicação do método de Otsu numa imagem de mancha de vitiligo, efetuado pelos autores do artigo.

B. Segunda etapa

a) Detecção de bordas Canny

O detector de bordas de Canny é um operador que usa um algoritmo de vários estágios para detectar uma ampla gama de bordas nas imagens, podendo ser dividido, resumidamente, em cinco etapas diferentes:

A primeira delas é a remoção de ruídos, como já explicado anteriormente. Logo após, deve-se encontrar o gradiente de intensidade da imagem, procedimento análogo ao método de Sobel.

Feito isso, aplica-se o limite de magnitude de gradiente ou supressão máxima, para retirar os pixels que estão fora da aresta. Por fim, rastreiam-se as bordas por histerese, suprimindo todas as outras bordas que são fracas e não conectadas a bordas fortes.

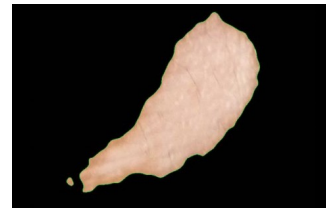


Figura 2. Aplicação do método de segmentação watershed na mancha de vitiligo, efetuado pelos autores do artigo.

C. Terceira etapa.

a) Segmentação watershed

Nesta questão temos como entrada diversas imagens com tipos variados de lesões, o nosso objetivo principal é segmentar a imagem, ou seja, separar as manchas da pele, através da segmentação watershed.

Para isso, primeiro devemos binarizar diretamente a imagem utilizando o mesmo método da primeira questão, a binarização de Otsu, lembrando que essa imagem foi anteriormente tratada e que também foi convertida para escala de cinza.

Agora precisamos criar o marcador. O marcador é a imagem com o mesmo tamanho da imagem original, que é 32SC1 (canal único com sinal de 32 bits). Haverá algumas regiões na imagem original onde temos certeza que essa parte pertence ao primeiro plano, marcamos essa região com 255 na imagem do marcador, já a região que temos certeza que está no fundo será marcada com 128 e a região desconhecida é marcada com 0.

Portanto, precisamos extrair uma área que temos certeza que está dentro do limite da mancha, ou seja, o primeiro plano. Dessa forma, primeiramente aplicou a uma erosão, que pode ser descrita como:

$$A \ominus B = \{z | (B)z \subseteq A\} \quad (1)$$

A erosão em uma imagem binária pode ser definida como o conjunto de todos os pontos z , tal que B transladado de z está contido em A . Em níveis de cinza com um elemento estruturante plano, o pixel sendo avaliado é substituído pelo menor valor coberto por seu elemento estruturante.

Já para a extração do fundo dilatamos a image em um limiar para que a região de fundo seja reduzida, tal processo morfológico pode ser descrito por:

$$A \oplus B = \{z | (B^c)z \cap A \neq \emptyset\} \quad (2)$$

Que em uma imagem binária, pode ser definida como o conjunto de todos os deslocamentos de z de forma que B e A se sobrepõem em pelos menos um elemento. Em níveis de cinza com um elemento estruturante plano, o pixel sendo avaliado é substituído pelo maior valor coberto por seu elemento estruturante, fazendo com que o haja um aumento no limite do objeto para o fundo, desse modo, podemos ter certeza de que qualquer região no fundo do resultado é realmente um fundo, uma vez que a região limite é removida.

Sendo assim, ao final conseguimos obter as imagens correspondentes ao fundo e ao primeiro plano, para obtermos a área desconhecida somamos as imagens desses dois passos, já que, respectivamente, é aonde o primeiro plano e o fundo

se encontram, resultando no marcador que será usado no próximo passo.

Desse modo, converteu-se esse marcador para 32SC1 e aplicou-se a segmentação de watershed, logo, convertimos a imagem de volta para uint8 e binarizamos corretamente para obter a obter uma nova máscara e executar *bitwise_and* com a imagem de entrada, obtendo a imagem final com a extração do objeto do fundo.

D. Quarta etapa

a) Média de intensidade dos pixels da região de interesse

Por fim, ao analisar imagens anomalias da pele, verificou-se que manchas de vitiligo possuem um alto valor médio por se tratarem de manchas despigmentadas, ou seja elas tendem a cor branca, que representa maior intensidade na escala de cinza. Por outro lado, as manchas hipopigmentadas possuem um baixo valor médio e tendem mais a cor preta, que representa menor a intensidade na escala de cinza.

O cálculo da média da intensidade dos pixels é realizado com a soma da intensidade de cada pixel, dividido pelo número total de pixels da região de interesse. Para que isso pudesse ser feito extraiu-se as dimensões da imagem e usou-se esses valores para percorrer a mesma, como queremos apenas a ROI, deve-se estabelecer uma condição, como ao final do processo 3, obteve-se essa área de interesse com um fundo preto, simplesmente desconsideramos esses pixels marcados com zero, somando apenas os pixels e as intensidades dos pixels, possibilitando o cálculo da média.

IV RESULTADOS

Após uma noção geral de cada função dos exercícios e como foi implementada cada uma, será dada nessa seção a saída gerada por cada um dos programas com imagens pré-definidas.

Para cada tipo de anomalia (manchas de vitiligo e pintas) foram testadas cinco imagens, que foram obtidas aleatoriamente, em sites de busca mantendo-se o padrão para o mesmo formato de imagem, porém no relatório serão mostradas apenas duas de cada tipo.

A. Binarização de Otsu



Fig.3.(a) Mancha de vitiligo. (b) Mancha após a binarização.

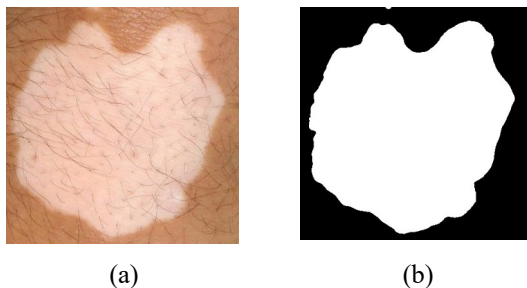


Fig.4.(a) Imagem da mancha de vitiligo. (b) Mancha após a binarização



Fig.5.(a) Imagem de um câncer de pele. (b) Imagem após a binarização

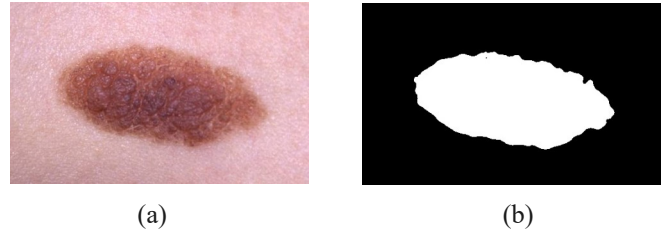


Fig.6.(a) Imagem de uma pinta. (b) Imagem após a binarização

B. Método de Canny

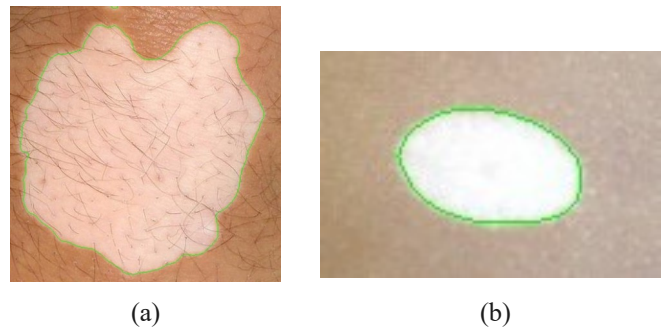


Fig.7.(a) Aplicação do método de Canny na imagem 3.(a). (b) Aplicação do método de Canny na imagem 4.(a)

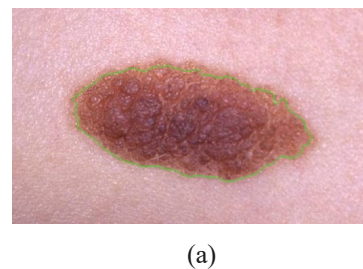
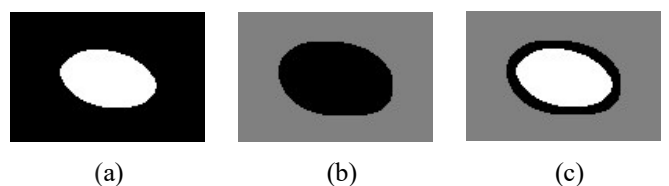


Fig.8.(a) Aplicação do método de Canny na imagem 5.(a). (b) Aplicação do método de Canny na imagem 6.(a)

C. Segmentação Watershed



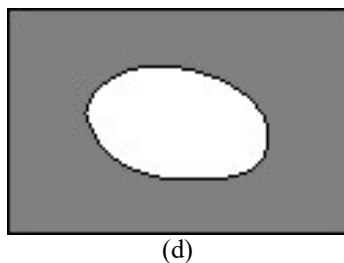


Fig. 7.(a) Marcação do primeiro plano.(b) Marcação do fundo.(c) Marcador final.(d) Resultado da segmentação de watershed.

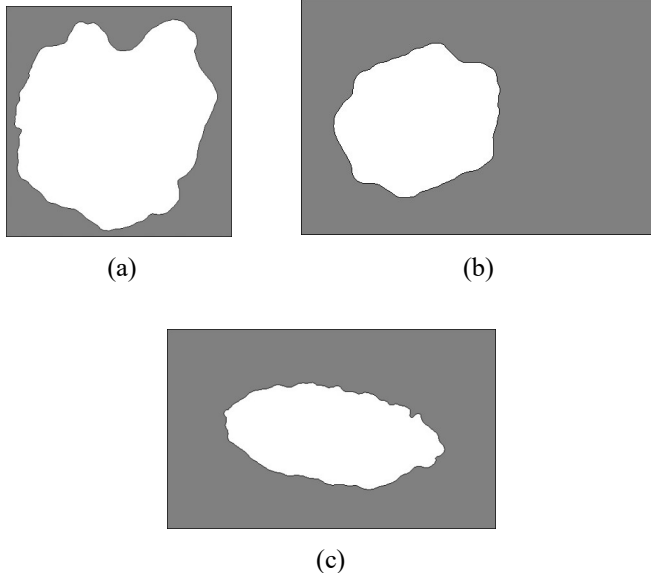


Fig. 8.(a) Resultado final da segmentação watershed, referente a figura 4.(a). (b) Resultado final da segmentação watershed, referente a figura 5.(a). (c) Resultado final da segmentação watershed, referente a figura 6.(a).

D. Média da intensidade dos pixels

Vitiligo	Outras anomalias
172.90243	52.57334
160.93599	95.76334
191.98361	76.68157
136.86267	70.85711
163.55149	96.97167
Média Geral de intensidade dos pixels	
165.24724	78.56941

Com base na análise dos resultados obtidos, sugere-se a definição do valor de intensidade do pixel de 110 como limiar para a classificação da imagem como sendo de vitiligo ou não. Usando esse valor nas imagens testadas, se obtém uma taxa de acerto de 100%.

V OBSERVAÇÕES

Durante a execução do projeto, verificou-se a ocorrência de alguns erros, o principal deles é a proporção da pinta em relação a imagem, como pode ser visto nas imagens a seguir, o método de Otsu apesar de na maioria das vezes escolher um limiar apropriado, em certos tipos de imagens, talvez por conta de uma maior variação no contraste, acaba por gerar erros, acarretando na falha de todas as outras etapas. Dessa forma, a solução encontrada foi recortar a imagem manualmente, ou escolher figuras que a região de interesse ocupa a maior parte da imagem.

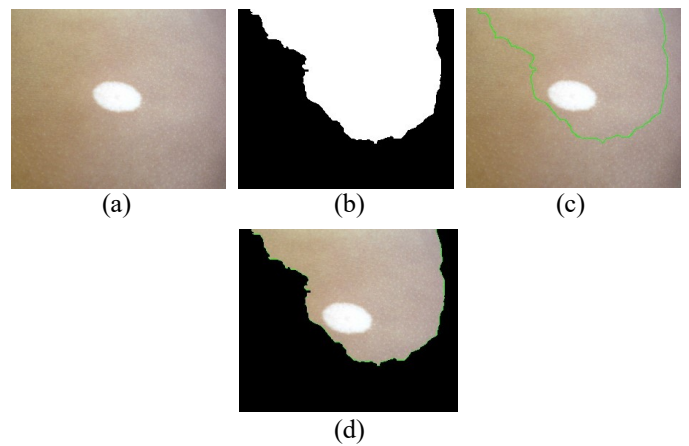


Fig. 9.(a) Imagem original. (b) Aplicação do threshold. (c) Aplicação do método de Canny. (d) Imagem final após a segmentação watershed

Outra causalidade que pode atrapalhar a resultado final é a presença de pelos e desuniformidades na pele, isso pode ser parcialmente consertado aplicando os filtros de mediana e gaussiano, contudo, um método mais eficiente seria analisar a textura pelos descritores de Haralick.

CONCLUSÃO

Por fim, pode-se concluir, no geral, que os resultados foram satisfatórios, apesar das limitações que o algoritmo apresenta, com as imagens usadas para teste foi possível observar uma clara diferença na média geral dos pixels de vitiligo e de outras anomalias, sendo assim, estabelecendo-se um limiar apropriado é, de certo modo, fácil diferenciar os dois tipos.

No entanto, se o projeto fosse ser aplicado para uma ampla gama de imagens, provavelmente observaria-se diversos erros, que poderiam ser minimizados com a implementação dos algoritmos de detecção de textura.

REFERÊNCIAS

- [1] Avaliação de manchas de pele usando processamento de imagens. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/articloe/view/535/>>
- [2] LOPES, C. O que é vitiligo? Disponível em: <<http://vitiligo.med.br/o-que-e-vitiligo/>>

