

Título do Artigo

João Victor Pinheiro de Souza
dept. Ciência da Computação
Ciência da Computação - UnB
Matrícula: 180103407
email: joaovictorps28@gmail.com

Ândrey Galvão Mendes
dept. Ciência da Computação
Ciência da Computação - UnB
Matrícula: 180097911
andrey.g.mendes@gmail.com

Abstract—Trabalho de Introdução ao Processamento de imagem onde vai trabalhar em temas como filtragem, morfologia matemática, segmentação.

Index Terms—Octave, Matlab, processamento de Imagem.

I. INTRODUÇÃO

O Trabalho tem como objetivo explorar algumas técnicas de processamento de imagens e aplicá-las em diferentes contextos. Em particular, vamos realizar um estudo sobre o artigo [1] que usa a segmentação Watershed de Marcadores para determinar populações de ovos de lagartas em imagens de folhas de palmeira.

A ferramenta utilizada no trabalho foi o Octave/Matlab, sendo um software desenvolvida para computação matemática, para a solução de problemas numéricos, lineares e não-lineares. Onde foi utilizado o pacote de imagens que possibilita ler, manipulação e realizar operações nas imagens.

Com relação ao que vai ser abordado é importante explicar alguns conceitos tais como: o sistema de cores HSV, Binarização, Morfologia e Segmentação pelo algoritmo Watershed.

O sistema de cores HSV é um modelo de representação de cores utilizado na computação gráfica e no processamento de imagens. Ele descreve as cores com base em três componentes principais, matiz (Hue), que se refere à cor dominante ou ao tom da cor, a saturação (Saturation), que se refere à intensidade da cor e o valor (Valor), que se refere ao brilho ou à luminosidade da cor.

A binarização de imagem é um processo de segmentação em que uma imagem em tons de cinza é convertida em uma imagem binária. A binarização é uma técnica comumente usada no processamento de imagens para separar os objetos de interesse do restante da imagem, e é baseada em um limiar, que é um valor de intensidade escolhido para dividir a imagem em pixels considerados como objeto (branco) e pixels considerados como fundo (preto). Podendo ser escrita como:

$$V(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{se } I(x, y) \geq T \\ 0, & \text{se } I(x, y) < T \end{cases} \quad (1)$$

Sendo $V(x, y)$ o valor do pixel na posição (x, y) , "T" o limiar escolhido e $I(x, y)$ o valor do pixel na posição (x, y) da imagem original. A binarização simplifica a imagem, reduzindo a complexidade para análises e operações posteriores, além de destacar os objetos de interesse com mais clareza. A morfologia matemática é uma técnica de processamento de

imagens que lida com a forma, a estrutura e as propriedades geométricas dos objetos em uma imagem. Ela é baseada em conceitos e operações da teoria dos conjuntos. A morfologia matemática em processamento de imagens permite a análise e a manipulação de objetos e suas características, como tamanho, forma, conectividade e orientação. Ela é amplamente utilizada em diversas aplicações, como segmentação de imagens, remoção de ruído, detecção de bordas, preenchimento de buracos, extração de características e reconhecimento de padrões. Este processo é considerado de nível médio onde a saída do processo é um atributo da imagem. Porém, como estes atributos são resultados de processamentos na estrutura geométrica dos objetos, são representados em formato de imagens digitais.

A segmentação de imagem é o processo de dividir uma imagem em regiões ou objetos distintos com base em suas propriedades ou características. O objetivo da segmentação é separar automaticamente as áreas de interesse dos fundos ou outras regiões indesejadas na imagem. A segmentação desempenha um papel fundamental em várias aplicações de processamento de imagens, como análise de cena, reconhecimento de objetos, rastreamento de objetos, medição de características entre outros. O algoritmo Watershed realiza a segmentação através do crescimento de regiões, interpretando a imagem como se fosse uma superfície 3-D, e o nível de cinza do ponto $f(x, y)$ da imagem é interpretado como a profundidade nesse ponto. O algoritmo inicia nos mínimos locais, e então é realizado o crescimento dessas regiões até que elas se encontrem, onde pode-se dizer que é a borda dessa região e ela será segmentada.

II. METODOLOGIA

A. Pré-Processamento

Para a parte de pré processamento foi realizado a conversão de RGB para o modelo HSV, pegando somente o canal do valor do brilho da imagem (V). Em seguida é feito a equalização de histograma da imagem definida por:

$$P_r(R_r) = \frac{N_r}{n} k = 0, 1, 2, \dots, L - 1 \quad (2)$$

$$S_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k P_r(r_j) = \sum_{j=0}^k \frac{N_j}{n} k = 0, 1, 2, \dots, L - 1 \quad (3)$$

E aplicado o fator gamma $S = Cr^\gamma$, para que tenha uma distinção entre que são os ovos e o que não são. Para realçar

detalhes em regiões mais escuras foi aplicado um Top-Hat $h = f - (f \circ b)$.

B. Watershed

Depois que foi feito o pré-processamento, e realizado a binarização, pegando o limiar com a função `graythresh`, que calcula um limite global da imagem em tons de cinza usando o método de Otsu.

Em seguida utilizou a função `bwdist` para calcular a transformada de distância da imagem. O valor de cada pixel na imagem de saída é a distância entre esse pixel e o pixel diferente de zero mais próximo da imagem. Em seguida pega a imagem transformada de distância de modo que os pixels claros representem altas elevações e os pixels escuros representem baixas elevações para a transformação de Watershade, e finalmente é aplicada a transformada de Watershed.

A transformação de Watershade é uma técnica de segmentação de imagem baseada em regiões que visa identificar regiões de interesse e delimitar os contornos dos objetos presentes na imagem.

A ideia principal por trás da transformada de watershed é simular uma inundação em uma paisagem topográfica. Nesse contexto, a imagem é tratada como um mapa topográfico, onde os níveis de cinza representam diferentes altitudes. A inundação começa a partir de marcadores definidos pelo usuário, que indicam as áreas conhecidas de interesse ou os pontos de partida para a segmentação.

A transformada de watershed é amplamente utilizada em várias aplicações de processamento de imagens, como segmentação de objetos, análise de texturas, segmentação de regiões de interesse e detecção de bordas. Ela é especialmente útil quando existem objetos com sobreposição, toques ou limites mal definidos na imagem.

C. Marcador interno e externo sobreposto

Com a realização do watershed, é obtido as linhas da segmentação que vai servindo como marcador externo. Para obter o marcador interno foi preciso usar o complemento da imagem transformada de distância, e calcular os mínimos regionais da transformada.

Com os marcadores internos e externos, e feito mais uma vez a transformada de Watershed, com os marcadores e o gradiente da imagem.

D. O teste de credibilidade do sistema

No artigo base [1], o teste de credibilidade do sistema é realizado com o método de limiar de decisão único, que é um valor escolhido para separar as duas classes com base em um critério específico e é útil quando se deseja realizar uma segmentação simples, em que apenas uma classe de interesse precisa ser separada do restante dos dados. Este método compara o modelo do sistema criado com os resultados da análise de pragas e doenças de plantas (HPT) [1] como um padrão de referência para obter quatro valores: Verdadeiro Positivo (VP), Verdadeiro Negativo (VN), Falso Positivo (FP) e Falso Negativo (FN).

O percentual de sensibilidade, de especificidade e de precisão foram calculados usando as fórmulas:

$$\text{Sensibilidade} = VP / (VP + FN) \quad (4)$$

$$\text{Especificidade} = VP / (VP + VN) \quad (5)$$

$$\text{Precisão} = (VP + VN) / (VP + VN + FP + FN) \quad (6)$$

”Neste estudo, os resultados da análise de imagens de pragas de folhas de palmeira de óleo da HPT serão utilizados como padrão de referência.” [1].

Onde o Verdadeiro Positivo indica o número de ovos de lagarta identificados como ovos de pragas de folhas de palmeira tanto pelo sistema quanto pelo HPT. Verdadeiro Negativo indica o número de ovos de lagarta de pragas de folhas de palmeira de óleo identificados como não sendo ovos de lagarta de folhas de palmeira de óleo com base tanto na HPT quanto na verificação do sistema. Falso Positivo indica o número de ovos de lagarta identificados como ovos de pragas de folhas de palmeira de óleo que não foram identificados como ovos de lagarta de pragas de folhas de palmeira de óleo com base na verificação da HPT, mas foram identificados como ovos de lagarta de pragas de folhas de palmeira de óleo pelo sistema. Falso Negativo indica o número de ovos de lagarta de pragas de folhas de palmeira de óleo identificados como ovos de lagarta de folhas de palmeira de óleo com base na verificação da HPT, mas não identificados como ovos de lagarta de pragas de folhas de palmeira de óleo pelo sistema.

III. RESULTADOS



Fig. 1. Imagem original

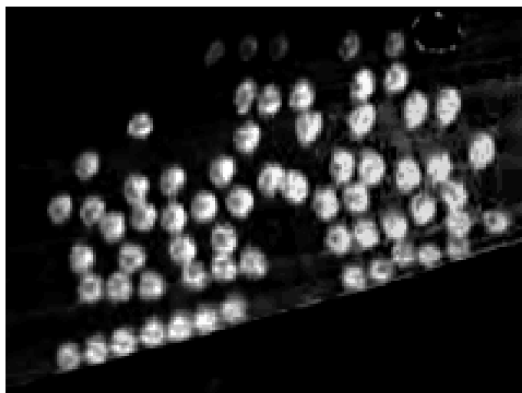


Fig. 2. Imagem pré-processada

resultado depois da imagem do pré processamento, nela o brilho foi reduzida para ajudar na segmentação.

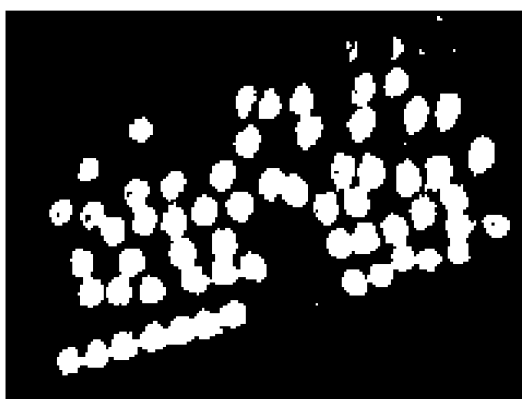


Fig. 3. Imagem binarizada

Com a realização da binarização.

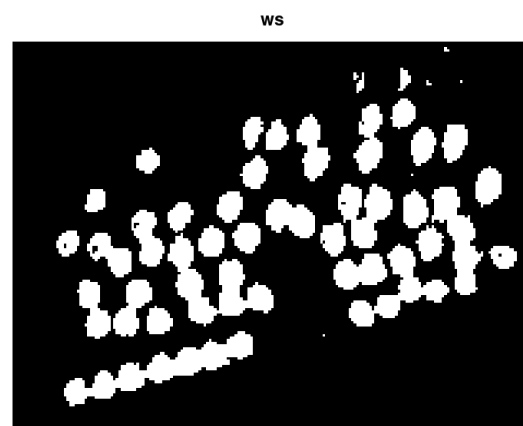
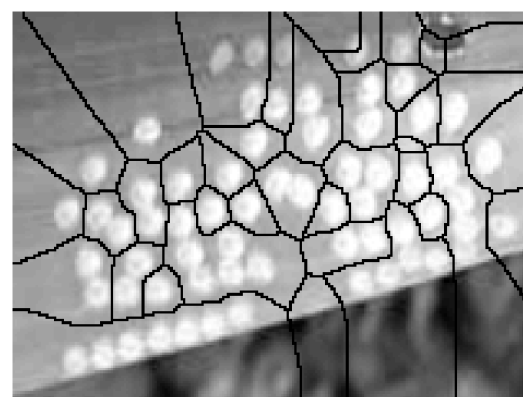
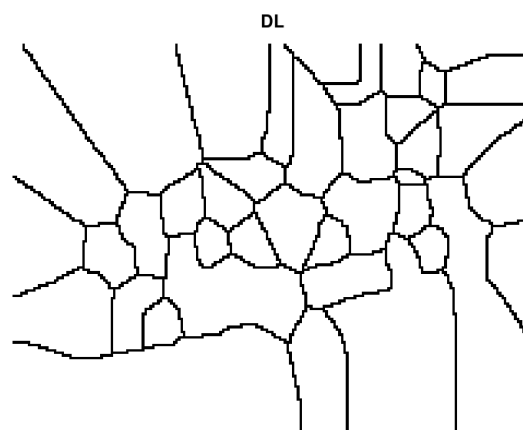


Fig. 4. Marcador, Marcador com a imagem pré processada e imagem segmentado respectivamente.

Imagens resultante depois de realizar o watershed, com a transformada foi obtido os Marcadores Externos, percebe que não foi uma segmentação perfeita, tendo alguma partes em que não foram segmentados.

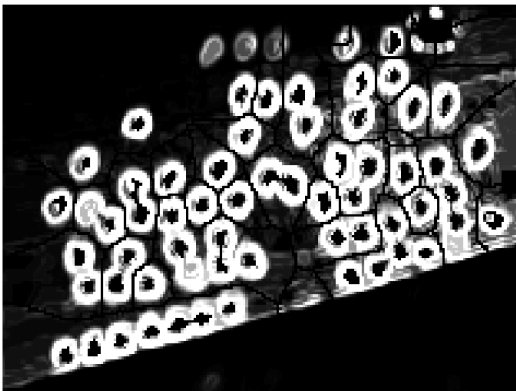
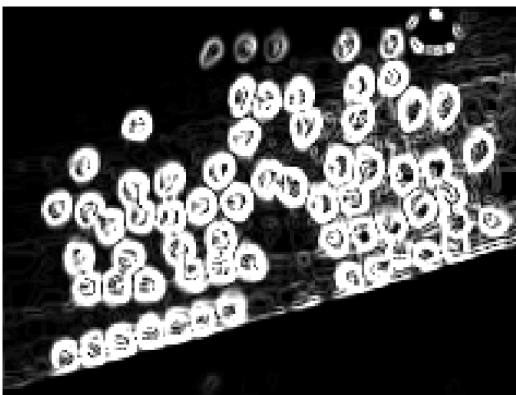
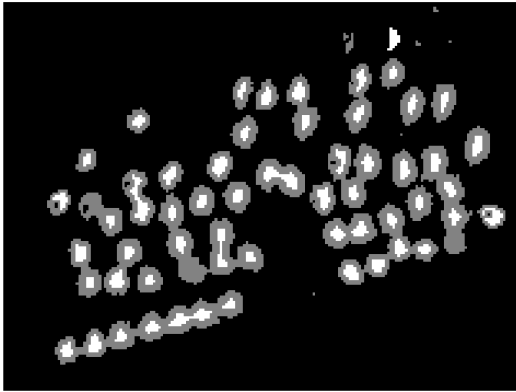


Fig. 5. Imagem do marcador interno, gradiente da imagem e a junção dos marcadores com o gradiente.

Calculado a marcação interna, é possível realizar o watershed junto com a gradiente da imagem e os marcadores

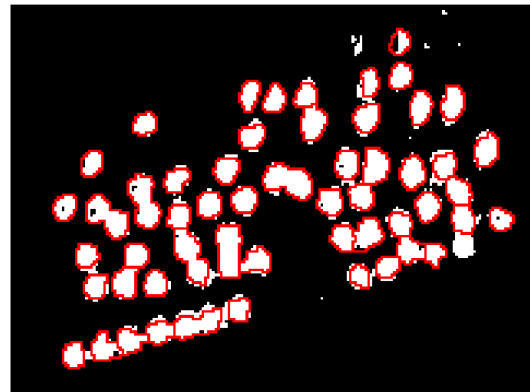
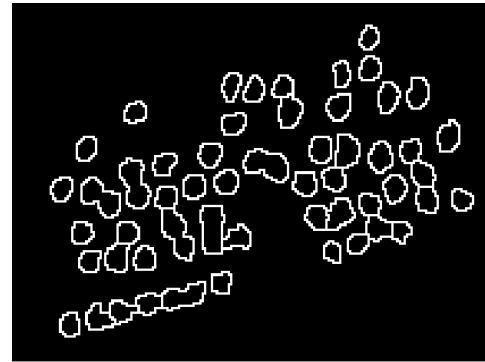


Fig. 6. Imagem do marcador interno, gradiente da imagem e a junção dos marcadores com o gradiente.

E por fim o resultado da segmentação, colocando em cima da primeira imagem resultante do watershed.

A. O teste de credibilidade do sistema

O resultado do sistema de credibilidade foi:

- Verdadeiro Positivo (VP): 54
- Verdadeiro Negativo (VN): 0
- Falso Positivo (FP): 0
- Falso Negativo (FN): 11

O percentual de sensibilidade é de 83,2% significando que 16,8% dos ovos de lagarta de pragas das folhas da palma de óleo não são identificados. Isso ocorre pelo fato de alguns ovos terem apenas um centro, Além disso, existem ovos de lagarta das folhas da palma de óleo que não são identificados como tais pelo padrão de referência, mas são identificados como ovos de lagarta de pragas das folhas da palma de óleo pelo sistema, como mostrado na Figura.

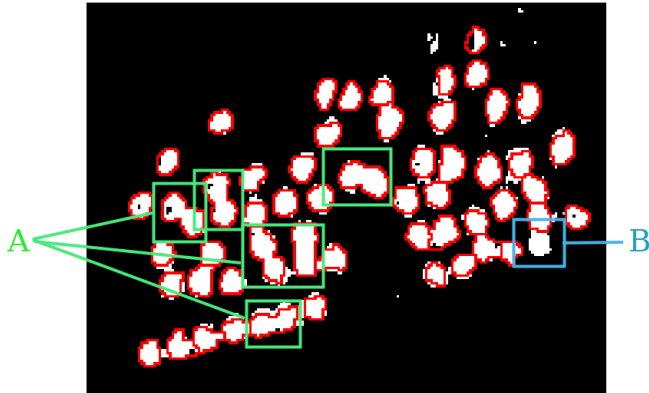


Fig. 7.

Na imagem nas setas verdes (B) mostra que alguns ovos não foram detectados, enquanto na seta (A) tiveram alguns ovos que foram identificados como somente um ovo. Enquanto os resultados da porcentagem de Especificidade foram obtidos como 0 e a precisão do sistema foi obtida como 81,8%.

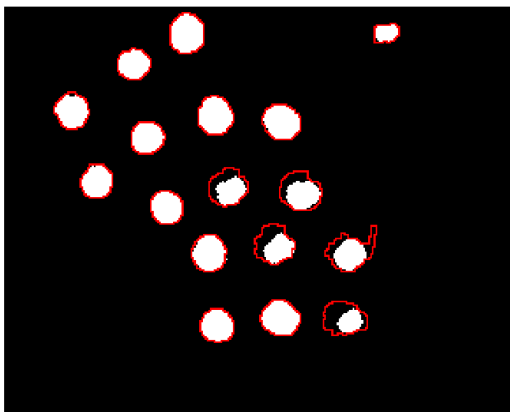


Fig. 8.

Nesse exemplo mostra que não identificou três ovos, enquanto ele identificou um Falso Positivo (FP) como é mostrado na imagem. Obtendo os seguintes resultados no teste:

- sensibilidade: 84,2%
- Especificidade: 0%
- precisão: 80%

IV. CONCLUSÃO

As etapas de processamento de imagem digital para ler imagens de pragas de folhas de palmeira de óleo e determinar a população de ovos de lagarta começam com o processo de recorte da imagem de entrada e, em seguida, prosseguem com a segmentação de cor HSV para produzir uma imagem de valor que é usada como uma imagem binária para a segmentação de ovos de lagarta usando a técnica do watershed com marcadores. A segmentação do watershed com marcadores é muito útil na identificação de objetos a serem analisados, facilitando assim a separação de objetos empilhados. Com base nos testes de credibilidade do sistema, foi obtido um valor de sensibilidade de 83,2% e a precisão do sistema foi obtida em 81,8%. No segundo teste a sensibilidade foi de 84,2%, a especificidade igual a 0 e a precisão foi de 80%. A distribuição da população de ovos de lagarta para pragas de folhas de palmeira de óleo não pode ser realizada devido a dados limitados sobre imagens de ovos de lagarta para pragas de folhas de palmeira de óleo, isso ocorre devido ao fator de alta pluviosidade, fazendo com que os ovos de lagarta caiam das folhas de palmeira de óleo.

REFERENCES

- [1] Yulianti, Ana and Labellapansa, Ause and Pertiwi, Hanafia and Listia Rosa, Sri and Rizki Fadhilah, M. and Haryadi, Octadino, "image segmentation of palm leaf pests to determine caterpillar egg populations using marker watershed", 3rd ICon EEI, 2022, pp. 186-189.