

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS COMPUTACIONAIS PARA IDENTIFICAÇÃO DE PLANTAS INVASORAS UTILIZANDO *THRESHOLDING*

LUCAS RENATO TREVISAN¹, LEONARDO PINTO DE MAGALHÃES², FABRÍCIO ROSSI³

¹Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Universidade de São Paulo – Piracicaba (ESALQ/USP), lucas.renato.trevisan@usp.br

²Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Universidade de São Paulo – Piracicaba (ESALQ/USP), leonardo.magalhaes@usp.br

³Professor Doutor do Departamento de Engenharia de Biosistemas, Universidade de São Paulo - Pirassununga (FZEA/USP), fabricao.rossi@usp.br

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: A detecção de plantas invasoras utilizando visão computacional (VC) vem sendo explorada para proporcionar, por exemplo, redução na utilização de defensivos químicos. A utilização da VC em classificação por cor é uma ferramenta eficiente na detecção de plantas invasoras. A média de intensidades nas imagens possibilita distinguir *background* e *foreground* para identificar objetos na imagem. A técnica de *thresholding* é capaz de segmentar imagens de forma simples, baseando-se nas intensidades dos pixels. O método de Otsu apresenta uma forma de limiarização otimizando contrastes entre o *background* e o *foreground* de uma imagem, no entanto o método falha na detecção de plantas invasoras devido a introduzir ruídos. Este trabalho apresenta um novo método para determinação do valor do *threshold* para segmentação e obtenção da porcentagem de plantas invasoras em uma cena, baseada em amostras retiradas das plantas invasoras presentes na própria imagem. Os resultados mostraram melhor desempenho do novo método por amostras, o qual se mostra uma alternativa para rápida detecção de plantas invasoras em áreas de cultivo, auxiliando de forma eficiente a tomada de decisão no manejo destas áreas.

PALAVRAS-CHAVE: visão computacional, plantas invasoras, limiarização

COMPARISON BETWEEN COMPUTATIONAL METHODS FOR IDENTIFYING WEED USING *THRESHOLDING*

ABSTRACT: Weed detection using computer vision (CV) has been explored to provide, for example, reduction in the application of chemicals. The use of CV in color classification is an efficient tool for detecting weeds. Using average intensities from the images, it is possible to distinguish background and foreground to identify objects. The thresholding technique is able to segment images in a simple way, according to the intensities of the pixels. The Otsu method presents a way of thresholding by optimizing contrasts between the background and the foreground of an image. However, the method fails to detect weed due to noise introduction. This work presents a new method for determining the threshold value for segmenting and obtaining the percentage of weed in a scene, based on samples colors collated from weeds present in the image itself. The results showed a better performance of the new method by samples, which is an alternative for the rapid detection of weeds in cultivated areas, efficiently helping the decision making in the management of these areas.

KEYWORDS: computer vision, weed, thresholding

INTRODUÇÃO: Detecção de plantas invasoras em áreas de cultivo é um tema recorrente dentro da agricultura de precisão, sendo um fator que pode proporcionar melhor planejamento e otimização na utilização de produtos químicos devido à possibilidade de georreferenciamento das plantas invasoras e utilização de aplicações à taxa variada (NAIME et al., 2011). No entanto, devido à busca de redução de custos e, principalmente, a problemas ambientais, cada vez mais busca-se a redução de aplicações de herbicidas (EL-FAKI et al., 2001). Neste contexto, sistemas de classificação de plantas invasoras baseados em cor utilizando visão computacional podem representar uma ferramenta eficiente devido à possibilidade de distinguir a cor média do *foreground* (planta invasora) e diferenciá-la das cores presentes no *background* (solo e/ou cultura) da imagem. Essa separação entre planta invasora e cultura/solo pode ser obtida através do processo clássico de limiarização (*thresholding*) da imagem, baseada nas médias das intensidades dos pixels dos objetos de interesse. O método de limiarização de Otsu (OTSU, 1979) busca otimizar o valor de σ_1 (*threshold*) tomando por base as médias dos valores de intensidade do *foreground* (objetos de interesse) e *background* (fundo), de modo a determinar o melhor limiar para segmentação da imagem (TOROKI, 2016). No entanto, o método de Otsu quando aplicado em situações na detecção de plantas invasoras pode apresentar erros devido à misturar intensidades de verde presentes na planta invasora e na cultura da área, levando à falsa detecção de plantas invasoras. Instiga-se então a utilização de um *threshold* obtido baseado na média das intensidades de verde que pertencem apenas a plantas invasoras.

Dessa forma, este trabalho apresenta uma ferramenta computacional baseada em *thresholding* determinado por meio de amostras das intensidades de verde das plantas invasoras presentes na imagem (média de intensidade nas amostras), e realiza a comparação com o método de Otsu, aplicados para obtenção da porcentagem de invasão em áreas cultivadas, trazendo uma ferramenta simples que possa propiciar melhor planejamento na aplicação de defensivos e um manejo otimizado.

MATERIAL E MÉTODOS: Toda a programação envolvida na segmentação e posterior processamento das imagens foi desenvolvida em Python, utilizando OpenCV, e está disponível, juntamente com as imagens, em (<https://github.com/lucastrevisan90/Plantas-invasoras.git>). A Figura 1 apresenta uma imagem aérea de uma área de cultivo contendo a) cultura (coast-cross), b) planta invasora (braquiária) e c) solo.



FIGURA 1. (a) Área de cultivo apresentando A) cultura, B) planta invasora e C) solo. (b) Seleção das amostras dentro da imagem.

Primeiramente, foi desenvolvido um algoritmo para segmentação das imagens por *threshold* utilizando o método de Otsu, calculado através da função *cv2.threshold* com a tag *cv2.THRESH_OTSU*, que determina o *threshold* baseado na Equação (1).

$$\sigma_I^2 = P_B(m_B - m_T)^2 + P_F(m_F - m_T)^2 \quad (1)$$

em que,

σ_I – limiar a ser otimizado pela equação

P_B – número de pixels no background

P_F – número de pixels no foreground

m_B – média dos valores de intensidade no background

m_F – média dos valores de intensidade no foreground

m_T – média dos valores de intensidades na imagem como um todo

Em seguida um novo algoritmo foi desenvolvido no qual o valor do *threshold* pôde ser determinado através de médias de intensidades das amostras retiradas da imagem. Neste algoritmo, quatro amostras de plantas invasoras foram selecionadas, sendo a imagem segmentada nas intensidades vermelha, verde e azul e a média das intensidades de verde dentro de cada amostra selecionada calculada. Após, determinou-se a média das intensidades de verde entre as quatro amostras da imagem (média das médias). Uma vez que a média de intensidades no modelo proposto foi baseada em quatro amostras da imagem, o processo de segmentação foi repetido 3 vezes para cada imagem, a fim de conhecer a variância das intensidades ao longo da imagem. O método de Otsu foi conduzido uma única vez para cada imagem, pois neste os valores de intensidade não são alterados quando há repetições.

Por fim, este valor foi utilizado como *threshold* para a segmentação das plantas invasoras da imagem. A Figura 1b demonstra a seleção das amostras dentro da imagem para determinação do valor do *threshold*. Após a segmentação pelos dois métodos apresentados, a porcentagem de plantas invasoras presentes nas imagens foi determinada obtendo a relação entre pixels pertencentes às plantas invasoras e o total de pixels da imagem. Para avaliar o método, uma imagem exemplar obtida da área experimental localizada na Universidade de São Paulo, cidade de Pirassununga, coletada utilizando um drone DJI Phantom 4 Pro foi segmentada em 8 parcelas e o teste de comparação de médias (teste t-student) foi utilizado para obter significância a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 2 exemplifica os resultados da segmentação binarizada das imagens, onde pixels brancos são as plantas invasoras. É possível observar visualmente que a utilização do método de Otsu (Figura 2a) apresentou muito mais ruídos na imagem, ou seja, detecção de falsas plantas invasoras.



FIGURA 2. Segmentação por (a) método de Otsu (b) modelo de média das amostras.

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que dentre as imagens utilizadas para comparação, 7 das 8 imagens apresentaram menor área coberta por planta invasora, concordando com o previamente descrito. O teste de média mostra que das 8 amostras de imagens, 5 apresentaram diferença entre os métodos de processamento. Os valores relativamente altos do desvio padrão (σ) entre as repetições de medidas no método utilizando média das amostras mostram alta variância nos índices de verde que indicam plantas invasoras, indicando também a necessidade de um método de determinação do *threshold* que considere tais variações.

TABELA 1. Porcentagem de cobertura do solo por plantas invasoras.

Índice da imagem	Método de Otsu ¹	Média de mostras ^{1,2}	σ ⁴
1	37,68 ^{a3}	45,62 ^b	1,3
2	37,16 ^a	25,95 ^b	4,3
3	41,70 ^a	43,25 ^a	1,0
4	45,75 ^a	45,14 ^a	4,1
5	45,12 ^a	36,38 ^b	1,6
6	33,57 ^a	20,72 ^b	3,2
7	46,26 ^a	33,15 ^b	4,2
8	62,43 ^a	57,68 ^a	4,0
Média	43,71 ^a	38,49 ^b	

¹ Porcentagem da área coberta por planta invasora.

² Média de três repetições no método das amostras.

³ Letras diferentes nas linhas indicam significância estatística ($p < 0,05$).

⁴ Desvio padrão das repetições de medição nas amostras em cada imagem.

CONCLUSÕES: Os resultados mostram que o método de Otsu apresentou maior nível de ruído, identificando falsas plantas invasoras e, conseqüentemente, aumentando as porcentagens de área coberta por planta invasora nas imagens. Em contrapartida, o novo método proposto apresentou menos ruídos e possibilitou determinação de plantas invasoras de forma mais confiável. Testes estatísticos mostraram diferença significativa entre as médias dos métodos à nível de significância de 5%.

AGRADECIMENTOS: À CAPES, aos membros do GEBio – Sistemas e Engenharia da FZEA/USP e aos professores e funcionários dos Departamentos de Engenharia de Biossistemas da ESALQ/USP e da FZEA/USP.

REFERÊNCIAS:

EL-FAKI, M. S.; ZHANG, N.; PETERSON, D. E. Weed detection using color machine vision. **Transactions of the ASAE**, v. 43, n. 6, p. 1969, 2000.

NAIME, J. de M.; CAMARGO NETO, J.; VAZ, Carlos Manoel Pedro. Avaliação geral, resultados, perspectivas e uso de ferramentas de agricultura de precisão. **Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2011.

OTSU, Nobuyuki. A threshold selection method from gray-level histograms. **IEEE transactions on systems, man, and cybernetics**, v. 9, n. 1, p. 62-66, 1979.

TOROK, L.; CONCI, A. Método de Otsu. **Instituto de Computação (UFF)**, 2016.