

**SOFTWARE DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS PARA AUXÍLIO A TOMADA DE
DECISÃO NO MANEJO PLANTAS DANINHAS****WESLEY ESDRAS SANTIAGO¹, RAFAEL FARIA CALDEIRA², BÁRBARA JANET TERUEL³**¹ Doutor, Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – campus Unaí, wesley.santiago@ufvjm.edu.br² Mestre, Universidade Estadual de Campinas, Rafael.faria@ufvjm.edu.br³ Doutora, Universidade Estadual de Campinas, barbarat@feagri.unicamp.br

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: O controle de plantas daninhas (PD) é uma etapa crucial em sistemas de produção agrícola, sendo que o manejo realizado inadequadamente pode reduzir a produtividade das culturas e até inviabilizar a operação de colheita. Considerando o atual contexto de inovação tecnológica, este trabalho apresenta um sistema de processamento de imagens para identificar PD em lavouras e estimar a área de solo coberta. Imagens de seis espécies de PD foram capturadas individualmente e em meio a cultura de cana-de-açúcar. Entre o trigésimo e quadragésimo quinto dia após a semeadura imagens foram tomadas diariamente utilizando uma câmera digital (Nikon, modelo Coolpix P520). A região da imagem ocupada por plantas foi segmentada através do método do verde absoluto e a classificação entre PD e cultura utilizou uma técnica de aprendizado supervisionado conhecida como Bag-Of-Words. O desempenho do software mensurado através da exatidão global e coeficiente Kappa apresentou resultados variando de razoável a moderados ($0,4 < \text{Kappa} < 0,6$; exatidão 68,7 a 71,6%). A área de solo coberta na área analisada foi 24,1% por PD, 68,7% por cultura e 7,2% solo exposto. A abordagem aplicada apresentou resultados promissores para a discriminação correta das categorias e obtenção de informações acerca do nível de infestação da imagem.

PALAVRAS-CHAVE: Reconhecimento de padrões, Aprendizado de máquina, Agricultura de Precisão

**IMAGE PROCESSING SOFTWARE TO AID DECISION MAKING IN WEED
MANAGEMENT**

ABSTRACT: Weed control (PD) is a crucial step in agricultural production systems, and inadequate management can reduce crop productivity and even render harvesting unfeasible. Considering the current context of technological innovation, this work presents an image processing system to identify PD in crops and to estimate the area of covered soil. Images of six species of PD were captured individually and in the medium of sugarcane culture. Between the thirty and forty-fifth day after sowing images were taken daily using a digital camera (Nikon, Coolpix P520 model). The region of the image occupied by plants was segmented using the absolute green method and the classification between PD and culture utilized a supervised learning technique known as Bag-Of-Words. Software performance measured through global accuracy and Kappa coefficient presented results ranging from reasonable to moderate ($0.4 < \text{Kappa} < 0.6$; accuracy 68.7 to 71.6%). The area of soil covered in the analyzed area was 24.1% by PD, 68.7% by crop and 7.2% soil exposed. The applied approach presented promising results for the correct discrimination of categories and obtaining information about the level of infestation of the image.

KEYWORDS: Pattern recognition, Machine learning, Precision Agriculture

INTRODUÇÃO:

O controle de plantas daninhas (PD's) é uma etapa crucial em todos sistemas de produção agrícola. Em canaviais, a ocorrência de PD's pode reduzir a produtividade em cerca de 46% (SILVA et al. 2009). Entre as diferentes ferramentas disponíveis para controle de PD's, o controle por meio de herbicidas tem sido o mais utilizado nas últimas décadas.

Este tipo de prática agrícola tem-se demonstrado bastante útil e eficaz, no entanto, o manejo de PD's nas propriedades agrícolas a longo prazo necessita ser modificado, pois o ecossistema vive em

constante mudanças e adaptações. De acordo com Baio et al (2013), o uso extensivo e indiscriminado de herbicidas tem resultado no surgimento de plantas resistentes, exigindo doses maiores que as comumente recomendadas.

Neste trabalho, é apresentada uma nova abordagem para o problema classificação automática de PD's e cultura em imagens digitais, visando operações em tempo real. Esta solução baseia-se no uso de pontos invariantes e característicos de uma região da imagem para criar um dicionário visual de características, construído o dicionário basta criar um vetor (histograma) do número de palavras que está presente na imagem de uma classe para criar um modelo de palavras desta classe. Nossa abordagem estende as metodologias paralelas, uma vez que é independente da resolução da imagem, espaço de cores, distancia de aquisição da imagem, iluminação e tamanho das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS:

Uma câmera digital (Nikon Coolpix P520) foi usada para adquirir imagens de plantas de cana-de-açúcar cultivadas no Campo Experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp.

As imagens digitais foram armazenadas coloridas com 24 bits e resolução de 1024 x 768 pixels, salvas no espaço de cores RGB e formato de arquivo JPEG. Posteriormente as imagens foram processadas utilizando a Toolbox de Processamento de Imagens do Matlab 9.0 R2011 (Mathworks). Foram utilizadas ao todo 30553 imagens, as quais foram divididas em 18331 imagens para treino e 12222 imagens para teste de validação do modelo.

É possível resumir a abordagem introduzida nesse trabalho para classificação automática de plantas daninhas e cultura, dentro de três etapas: Processamento, Treinamento e Classificação. O processamento inclui a captação da imagem no formato RGB, filtragem de ruídos, segmentação, conversão para escala de cinza e extração das características de interesse. A etapa de treinamento consiste na identificação e aprendizado das características marcantes das plantas que as diferenciam uma da outra. Na etapa de classificação, o conhecimento desenvolvido no treinamento é utilizado para atribuir classes a imagens desconhecidas.

A segmentação é realizada a priori da extração de características, pois seu objetivo é promover a separação entre solo e planta de forma rápida e precisa. Embora existam vários métodos de segmentação para imagens coloridas, aqui foi utilizado o método do verde absoluto adotado por Nejati et al. (2008), onde o valor do verde absoluto é obtido por meio do cálculo da distância euclidiana:

$$PCD = \sqrt{\text{pixel}(r)^2 + [\text{pixel}(g) - 1]^2} \quad \text{Equação 1}$$

Onde PCD é a distância do pixel para o verde o absoluto, pixel (r) é o valor atribuído ao pixel no plano vermelho e pixel (g) é o valor atribuído ao pixel no plano verde. O PCD foi aplicado em todos os pixels da imagem, aqueles que tinham a distância Euclidiana maior que um limiar foram designados como fundo.

A etapa de classificação é composta pelas ações de treino e teste, sendo que no treino busca-se identificar e aprender características marcantes das espécies de plantas que as diferenciem uma das outras, enquanto no teste, o conhecimento desenvolvido é utilizado para determinar qual espécie de planta está presente em novas imagens. Em função da versatilidade e promissores resultados encontrados em diversas áreas de visão artificial, para este trabalho foi adotado para o processo de classificação a metodologia do dicionário de palavras (Bag-Of-Words), sendo este configurado para seis tamanhos de dicionário diferentes (50; 150; 250; 350; 450; 550 e 650). A análise de desempenho do método proposto foi realizada com base em medidas de desempenho derivadas da matriz de erros, tais medidas foram: a exatidão global e índice Kappa.

O conjunto de imagens selecionadas foi submetido aos algoritmos de processamento e classificação. Todas as imagens foram subdivididas em subimagens com tamanho de 25 x 25 pixels e duas classes (planta daninha e cultura), assim as subimagens geradas para regiões que existia apenas informações do solo foram descartadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A decomposição das imagens em subimagens de 25x25 pixels seguida da segmentação manual, resultou em 21987 subimagens pertencentes a classe cultura e 8566 subimagens da classe plantas daninhas, ou seja, um total de 30553 subimagens foram obtidas, manualmente rotuladas e submetidas ao aplicativo. A tabela 1 mostra os resultados das medidas de desempenho derivadas da matriz de confusão, para as sete configurações de dicionário.

Tabela 1. Análise de desempenho dos classificadores propostos.

Dicionário	Exatidão global ^a (%)	Kappa
50	68,7	0,37*
150	69,8	0,40*
250	70,4	0,41*
350	71,0	0,42*
450	70,4	0,41*
550	70,8	0,42*
650	71,6	0,43*

Exatidão global^a se refere aos valores obtidos com o conjunto de imagens de teste; * se refere ao resultado ser estatisticamente significativo ao nível de 95% de confiança.

A importância na seleção do tamanho do dicionário de palavras visuais é relatada por vários autores (CHATZICHRISTOFIS et al., 2013; GUO et al., 2013), entretanto, conforme visualizado para os dicionários com tamanho a partir de 350 palavras, seu efeito sobre o desempenho do classificador é limitado (SIKKA et al. 2012). O coeficiente de Kappa proposto por Cohen (1960), o qual avalia o quanto o resultado do classificador difere de uma classificação ao acaso, além de informar o grau de concordância da classificação, revela que os classificadores usando 50 e 150 palavras visuais para compor o dicionário, apresentaram índice considerado razoável ($Kappa < 0,4$). Semelhante ao classificador de áreas cultivadas por citros, desenvolvido por Silva et al. (2012), os demais dicionários apresentaram índice considerados bons ou moderados ($0,4 < Kappa < 0,6$). Por outro lado, os valores de exatidão global indicam que os classificadores obtidos são razoavelmente capazes de identificar corretamente à qual classe a subimagem pertence.

Para as imagens deste experimento, observou-se que em várias imagens ocorreu um substancial número de falsos negativo, causados principalmente pela dificuldade na segmentação manual das classes devido a oclusão ou mesmo sobreposição das folhas. Imagens de regiões com alta densidade de plantas daninhas de folha estreita, além de causarem múltiplos casos de sobreposição de folhas, inibiram a discriminação entre planta daninha e cana-de-açúcar devido a alta semelhança morfológica (Figura 1).



Figura 1. Amostra de imagem com alta semelhança morfológica entre classes e sobreposição de folhas.

CONCLUSÕES:

Um software de processamento de imagens para identificar plantas daninhas em cultivos agrícolas e estimar o nível de infestação utilizando imagens RGB foi desenvolvido, com ênfase no processamento dos dados após a amostragem total da lavoura. A abordagem aplicada apresentou resultados promissores para a discriminação correta das categorias e obtenção de informações acerca do nível de infestação da imagem. Esta pesquisa serve ainda como um prelúdio para que um sistema inteligente de tomada de decisão quanto ao manejo de plantas daninhas seja desenvolvido, podendo a informação gerada pelo software de processamento de imagens, ser utilizada para confecção de mapas de níveis de infestação ou prescrição de aplicações, além de identificação da dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas no solo.

REFERÊNCIAS

- BAIO, F. H. R., PIRES, L. F., and TOMQUELSKI, G. 2013. Mapeamento de picão preto resistente aos herbicidas inibidores da ALS na região sul mato-grossense. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 59-64, Jan./Feb.
- CHATZICHRISTOFIS, S. A., IAKOVIDOU, C., BOUTALIS, Y., MARQUES, O. Color Visual Words Based on Non-Predefined Size Codebooks. *Cybernetics, IEEE Transactions on*, On page(s): 192 - 205 Volume: 43, Issue: 1. 2013.
- COHEN, J. A Coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20 (1):37-46, 1960.
- GUO, J., QIU, Z. and GURRIN, C. Exploring the optimal visual vocabulary sizes for semantic concept detection. *Content-Based Multimedia Indexing (CBMI), 2013 11th International Workshop on*, On page(s): 109 – 114. 2013.
- NEJATI, H., AZIMIFAR, Z., ZAMANI, M. Using fast fourier transform for weed detection in corn fields. *Systems, Man and Cybernetics, 2008. SMC 2008. IEEE International Conference on*, pp.1215,1219, 12-15 Oct. 2008.
- SIKKA, K., W.U, T., SUSSKIND, J., BARTLETT, M. Exploring Bag of Words Architectures in the Facial Expression Domain. *Computer Vision – ECCV 2012. Workshops and Demonstrations, Springer Berlin Heidelberg*. P. 323 p. 2012.
- SILVA, I.A.B., KUVA, M.A., ALVES, P.L.C.A., SALGADO, T.P. Interferência de uma comunidade de plantas daninhas com predominância de *Ipomoea hederifolia* na cana-soca. *Planta daninha*. vol.27, n.2, pp. 265-272. 2009

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) por concederem recursos para execução desta pesquisa e participação no evento.