ESTUDO DA CULTURA DA SOJA POR PROCESSAMENTO DE IMAGENS OBTIDAS COM AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA

David Patrick Zampier (BIC/Fundação Araucária/UEPG), e-mail: davidzampier@gmail.com, Alessandro Stachak, Gislaine Gabardo, Antônio David Viniski (Co-orientador), Alaine Margarete Guimarães (Orientadora), e-mail: alainemg@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Informática.

Área do conhecimento: 1.03.00.00-7 Ciência da Computação
Subárea: 1.03.03.00-6 Metodologia e Técnicas da Computação.

Palavras-chave: VANT, agricultura de precisão, sensoriamento remoto.

Resumo
A utilização de imagens obtidas por meio de aeronave remotamente pilotada (RPA) pode facilitar a estimativa de doenças na soja. Uma dificuldade está na determinação da melhor data para realizar o voo, visando identificar a doença o mais cedo possível, em seus estados iniciais, para assim poder tratá-la. Este trabalho teve como objetivo investigar a cultura da soja por meio de imagens de RPA considerando a incidência da ferrugem asiática. Foram efetuados voos na resolução de 15 cm/pixel utilizando câmeras RGB e NIR numa área experimental com duas cultivares diferentes da soja, situada em Ponta Grossa - PR. Foram gerados mapas de refletância a partir das imagens coletadas, os quais foram submetidos a uma correção geométrica. Os dados extraídos destes mapas foram minerados utilizando algoritmo de Máquina de Vetores de Suporte para Regressão (SVR), disponível na ferramenta R. Como resultado, foram obtidas altas correlações (r acima de 0,8 para as câmeras NIR e RGB).

Introdução

A quantificação de danos é um ponto chave na definição de qualquer estratégia de controle de doenças (Hikishima et al, 2010). Tradicionalmente, estimativas visuais identificam uma doença com base em seus sintomas característicos na planta (lesões, ferrugem, perda de vigor, murchas, apodrecimento, etc.) ou sinais visíveis do patógeno. Essas estimativas visuais são realizadas por especialistas treinados e têm sido objeto de intensas pesquisas e investigações (Mahlein, 2016).

As técnicas de sensoriamento remoto, que consistem da obtenção de informações de um objeto sem que haja contato físico entre o instrumento de medida e o objeto, vêm sendo empregadas com sucesso em estudos de manejo de doenças.

Atualmente, as Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs – *Remotely Piloted Aircraft*), também conhecidas como DRONE, VANT ou ainda UAV (do inglês *Unmanned Aerial Vehicle*), vêm se tornando alternativas às técnicas convencionais de sensoriamento remoto, devido ao seu baixo custo, altas resoluções espaciais e temporais das imagens.

Segundo Mahlein et al. (2012), a resolução espacial tem uma forte influência na detecção de doenças em plantas ou em interações planta-patógeno. Nas altas resoluções espaciais, cada pixel da imagem representa uma área menor do alvo que se deseja detectar, conforme se diminui a resolução espacial, cada pixel passa a representar uma área maior do alvo.

Garcia-Ruiz et al. (2013) obtiveram resultados melhores em seu estudo com a resolução de 5,45 cm/pixel, comparada com 50 cm/pixel, na detecção da *Greening* nas plantas cítricas. Também, Lacerda (2017) obteve bons resultados com resolução alta

(3,4 cm/pixel) em seu estudo, que visava estimar a severidade de ferrugem asiática na soja.

Atualmente, ainda são poucos os estudos analisando a severidade da ferrugem na soja através de imagens de RPA. Com isso, este trabalho teve como objetivo estudar a cultura da soja por meio de imagens obtidas por RPA, para estimativa de severidade de ferrugem asiática.

Materiais e Métodos

Área de estudo

A área de estudo situa-se na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, localizada na cidade de Ponta Grossa – PR e compreende 2 parcelas (B3 e B4). Cada parcela foi subdividida em quatro blocos, com 11 tratamentos por bloco. A soja foi semeada no dia 13/12/2016. As parcelas B3 e B4 continham as cultivares TMG 7262 e 5969 Nidera, respectivamente.

Coleta de dados em campo

Foram realizados voos semanais com a RPA eBee (SenseFly), na resolução de 15 cm/pixel (em média 420 e 530 metros de altura para a câmera NIR e RGB, respectivamente), com dois tipos de câmera (Sony *CyberShot* WX RGB e Canon S110 NIR).

Antes de cada voo, 5 marcadores foram posicionados em pontos estratégicos definidos no primeiro dia, para realizar a correção das coordenadas geográficas atribuídas às imagens pelo RPA. A geração do plano de voo que cobria toda a área de estudo, assim como o acompanhamento da execução do mesmo foram realizados no *Software* eMotion 2 (SenseFly).

Processamento

Utilizando o software eMotion 2, as informações de cada voo (latitude, longitude, altitude) foram atribuídas nos metadados de suas respectivas imagens. Após isso, foram gerados o Ortomosaico e o Mapa de Refletância de cada voo, utilizando o Software Pix4D (Pix4D SA). As coordenadas de GPS dos Mapas e Ortomosaicos foram corrigidas utilizando as posições dos 5 marcadores e o Software QGIS (*Open Source*). A posição de cada marcador foi coletada com um GPS Juno SC (*Trimble*), como representado em cada ponto vermelho na Figura 1.

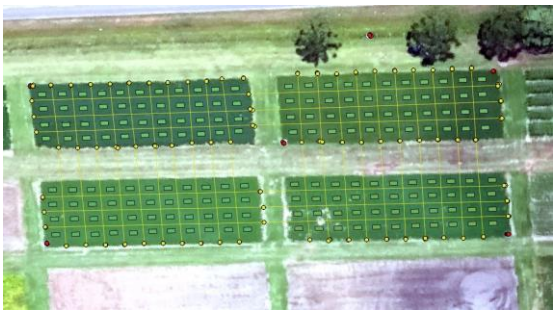


Figura 1 – Mapa de Refletância da área de estudo do dia 15/02/2017 gerado a partir das imagens da câmera RGB na resolução de 15 cm/pixel

Na Figura 1, os pontos e linhas amarelas representam as divisões dos blocos dentro de cada parcela. Os pontos foram adquiridos também com o GPS Juno SC. Os retângulos verdes dentro de cada bloco representam as áreas das quais os dados serão extraídos. Foram gerados 80 pontos aleatórios dentro de cada retângulo, o que

representa aproximadamente 10% de sua área total, para assim extrair as informações da imagem em cada ponto.

Análise e Mineração de Dados

Realizou-se a análise de regressão a fim de estimar os índices de severidade da ferrugem. O algoritmo de regressão utilizado foi a Máquina de Vetores de Suporte para Regressão (SVR – do inglês*, Support Vector Regression*) (VAPNIK et al., 1997) no Software R (*R Development Core Team*, 2008), opção *eps-regression* (tipo de SVM para problemas de regressão usando o parâmetro epsilon) com o *kernel* Gaussian RBF (Função de Base Radial Gaussina) (SMOLA; SCHÖLKOPF, 2004), presente no pacote e1071 (DIMITRIADOU et. Al. 2011), método de Máquina de Vetor de Suporte (SVM – do inglês, *Support Vector Machine*) (VAPNIK, 1963). Os parâmetros *cost, gamma* e *épsilon*, utilizados na SVR, foram definidos com os valores 1, 0,33 e 0,1, respectivamente.

Resultados e Discussão

Tabela 3 – Resultados de correlação dos canais das câmeras com os dados de severidade da Ferrugem Asiática

Data Voo	Data Avaliação	Câmera	R	rmse	mae
08/02/2017	05/02/2017	RGB	0,45	0,71	0,50
08/02/2017	05/02/2017	NIR	0,32	0,77	0,55
15/02/2017	15/02/2017	RGB	0,75	4,33	2,67
15/02/2017	15/02/2017	NIR	0,84	3,51	2,07
21/02/2017	20/02/2017	RGB	0,85	4,21	2,56
21/02/2017	20/02/2017	NIR	0,77	5,01	3,08

r - Coeficiente de Correlação; rmse – Raiz do Erro Quadrático Médio; mae – Erro Médio Absoluto

As maiores correlações obtidas foram de 0,85 com a câmera RGB – 70 dias após a semeadura e 0,84 com a câmera NIR – 64 dias após a semeadura. Há a possibilidade de as correlações aumentarem mais depois dessa data, mas devido ao mau tempo, não foi possível realizar mais voos nas áreas.

Lacerda (2017) obteve coeficiente de correlação de até 0,96 na estimativa da ferrugem na soja, utilizando imagens obtidas através de RPA, com resolução espacial de 3,4 cm/pixel e o algoritmo SMOREG, do software WEKA. A diferença de correlação de nosso trabalho (r = 0,86) com o de Lacerda (2017) pode ser atribuída a vários fatores como a resolução espacial, clima, época de semeadura e estádio fenológico da planta, pois correspondem a safras diferentes e tais variáveis não foram analisadas nos modelos de regressão. Outro fator que interfere nos resultados é a luminosidade no momento da captura das imagens, pois sombras causam manchas escuras nas imagens alterando os valores da refletância espectral de cada pixel.

Conclusões

Os dados espectrais obtidos pela câmera RGB e NIR foram eficientes apresentando correlação acima de 0,8 na estimativa da severidade da ferrugem asiática, mostrando que a mineração de dados obtidos por meio de RPA foi uma metodologia adequada para análise dos mesmos.

Como trabalhos futuros, podem ser realizados estudos testando o desempenho das diferentes câmeras utilizadas (RGB e NIR), visando estabelecer um critério para definir qual é mais eficiente em diferentes contextos.

Agradecimentos
À Fundação Araucária pelo auxílio financeiro durante o projeto.

Referências

DIMITRIADOU, E. et al. e1071: *Misc Functions of the Department of Statistics (e1071), TU Wien. R package version* 1.5-27. 2011.

HIKISHIMA, M. et al. Quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. ***Tropical Plant Pathology***, v. 35, n. 2, p. 96-103, 2010.

LACERDA, V. S. **Estimativa do índice de severidade de ferrugem asiática na cultura da soja por meio de imagens obtidas com aeronave remotamente pilotada.** Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2017.

MAHLEIN, A. et al. *Hyperspectral imaging for small-scale analysis of symptoms caused by different sugar beet diseases.* ***Plantmethods****,* v. 8, n. 1, p. 3, 2012.

MAHLEIN, A. *Plant disease detection by imaging sensors – parallels and specific demands for precision agriculture and plant phenotyping.* ***Plant Disease***, v. 100, n. 2, p. 241-251, 2016.

R Development Core Team (2008)**. R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org.

SILVA, E. A. et al. Perspectivas no manejo e controle localizado de doenças das culturas: uma abordagem no manejo do nematóide do cisto da soja. **Viçosa, Editora UFV. 453p**, 2000.

SMOLA, A. J.; SCHOLKOPF, B. *A tutorial on support vector regression. Statistics and computing,* ***Springer****,* v. 14, n. 3, p. 199–222, 2004.

VAPNIK, V. *Pattern recognition using generalized portrait method****. Automation and remote control****,* v. 24, p. 774–780, 1963.

VAPNIK, V. et al. *Support vector method for function approximation, regression estimation, and signal processing. Advances in neural information processing systems,* ***Morgan Kaufmann Publishers***, p. 281–287, 1997.