MODELO DE PREDIÇÃO DA FERRUGEM DA SOJA BASEADO EM TÉCNICAS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA E IMAGENS DE RPA

David Patrick Zampier (Fundação Araucária), Gislaine Gabardo,
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: Sensoriamento Remoto, VANT, Processamento de Imagens

Resumo
As aeronaves remotamente pilotadas (RPAs) são ferramentas que facilitam a estimativa de doenças e de produtividade, dentre outras informações na agricultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar modelos de predição da ferrugem da soja gerados a partir de técnicas de aprendizado de máquina e de imagens de RPA. Foram efetuados voos na área de estudo e, utilizando dados já coletados em pesquisas anteriores realizadas no mesmo local do experimento, foram gerados modelos de predições para cada safra e verificado o seu comportamento quando aplicados em outras safras. Foi possível observar que o modelo da safra 2015-2016 não é aplicável nas safras posteriores, e que os modelos das safras 2016-2017 e 2017-2018 possuem comportamento semelhante, tendo assim uma capacidade de generalização.

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 (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 (Silva et al., 2000).

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. Entre as várias aplicações de RPAs na agricultura tem-se a identificação de doenças, a qual tem apresentado bons resultados quando usando dados de refletância espectral (RUMPF et al., 2010).

Lacerda (2017) desenvolveu pesquisa buscando estimar a severidade de doença em soja, com base em imagens obtidas por RPA, utilizando dados da safra 2015/2016. Novos dados foram coletados na mesma área nas safras seguintes, os quais podem contribuir para a avalição de um modelo de predição de ferrugem da soja.

Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar modelos de predição da ferrugem da soja gerados a partir de técnicas de aprendizado de máquina e de imagens de RPA.

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. A área foi subdividida em quatro blocos, onde cada bloco foi subdividido em 11 tratamentos.

Na safra de 2015-2016, a soja foi semeada no dia 16 de dezembro de 2015 e a cultivar utilizada foi a Nidera NA 5909 RG. Já na safra de 2016-2017, a semeadura foi realizada no dia 24 de outubro de 2016 com a cultivar TMG 7562. Na safra de 2017-2018, a soja foi semeada no dia 18 de outubro de 2017 e a cultivar utilizada foi a TMG 7562 – a mesma da safra anterior.

Coleta de Dados em Campo

Foram realizados três voos na área de estudo utilizando a RPA eBee (*SenseFly*) com dois tipos de câmera (*Sony CyberShot* WX RGB e *Canon* S110 NIR). As resoluções utilizadas foram de 3,4 cm/pixel (em média 97 e 120 metros de altura para a câmera NIR e RGB, respectivamente) e 15 cm/pixel (em média 420 e 530 metros de altura para a câmera NIR e RGB, respectivamente). Os voos foram realizados nos dias 23 de janeiro, 20 de fevereiro e 03 de abril de 2018.

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 no software QGIS (Open Source) utilizando as posições de 5 GCPs (*Ground Control Points),* cuja posição foi coletada utilizando um aparelho GPS Juno SC (Trimble).

Análise e Mineração de Dados

Para a análise dos dados, foi escolhido o voo de 20 de fevereiro de 2018 com a câmera RGB e resolução espacial de 3,4 cm/pixel, pois próximo a este período também foram efetuados voos com as mesmas configurações nas outras safras (25/02/2016 e 15/02/2017).

Utilizando dados coletados da safra 1 (2015-2016) Lacerda (2017), safra 2 (2016-2017) e safra 3 (2017-2018), foi gerado para cada safra o modelo de predição da severidade da ferrugem utilizando o *software* R (*R Core Team*, 2014). O algoritmo de regressão utilizado foi a Máquina de Vetores de Suporte para Regressão (SVR – do inglês*, Support Vector Regression*) (VAPNIK et al., 1997), com a opção *eps-regression* juntamente com o *kernel Gaussian* RBF, presentes no pacote e.1071 (DIMITRIADOU et al., 2011). Para validação dos modelos de regressão utilizou-se o método de validação cruzada com 10 *folds.*

Após a geração dos modelos, foi avaliada a capacidade de generalização dos mesmos aplicando-os em safras diferentes. Para tanto, foi aplicado o modelo gerado a partir da base de dados da safra 1 (2015-2016) na estimativa da ferrugem nas safras 2 (2016-2017) e 3 (2017-2018). O mesmo procedimento foi realizado para as outras safras, onde o modelo da safra 2 foi aplicado na predição da ferrugem nas

safras 1 e 3; assim como o modelo da safra 3 foi utilizado para a predição da ferrugem das safras 1 e 2.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 mostra os coeficientes de correlação (r) obtidos para os voos nas datas de 25/02/2016, 15/02/2017 e 20/02/2018 utilizando a câmera RGB, com resolução espacial de 3,4 cm/pixel.

Tabela 1 – Resultados obtidos utilizando o *kernel* Gaussian RBF

Modelo	Safra	R
2016	2016	0,70
2016	2017	0,10
2016	2018	0,00
2017	2016	0,12
2017	2017	0,37
2017	2018	0,49
2018	2016	-0,18
2018	2017	0,42
2018	2018	0,53

A maior correlação obtida foi na estimativa da ferrugem para a safra 1, utilizando o modelo do mesmo ano, com coeficiente de correlação de 0,70. Aplicando este mesmo modelo para as safras 2 e 3, a correlação diminui para valores muito baixos, de 0,10 para a safra 2 e 0 na safra 3, não existindo correlação. Quando são aplicados os modelos 2 e 3 na safra 1, observou-se o mesmo comportamento anterior, com baixas correlações de 0,12 e -0,18, respectivamente.

Analisando os modelos 2 e 3, pode-se verificar um comportamento semelhante entre eles. Quando aplicado o modelo 2 na safra do mesmo ano, obteve-se uma correlação de 0,37, e quando aplicado na safra do ano seguinte, a correlação aumentou para 0,49, tendo um aumento de 0,12. Considerando o modelo 3, quando aplicado na safra 2, foi obtido um coeficiente de correlação de 0,42. Quando aplicado na safra do mesmo ano, a correlação foi de 0,53, havendo um aumento de 0,11, da mesma forma como ocorrido com o modelo 2. Esses resultados mostram que os modelos 2 e 3 possuem um comportamento semelhante.

A grande diferença de resultados obtidos entre o modelo 1 e os modelos 2 e 3 pode ter sido causada por diversos fatores. Na safra 1, a cultivar utilizada foi a Nidera NA 5909 RG. Já nas safras 2 e 3, a cultivar utilizada foi a TMG 7562. Outro ponto importante que deve ser destacado, é que na data de aquisição das imagens o estádio fenológico da soja na safra 1 é diferente das safras 2 e 3, visto que a semeadura foi mais tardia que nas safras 2 e 3. As imagens da safra 1 são de 71 dias após a semeadura (DAS). Já para a safra 2, as imagens foram obtidas 114 DAS, e na safra 3, 125 DAS.

Lacerda (2017) obteve um coeficiente de correlação de até 0,96 na estimativa da ferrugem utilizando imagens obtidas por RPA com resolução espacial de 3,4 cm/pixel. Já neste trabalho, foi obtido um coeficiente de correlação de 0,70 para a mesma safra (2016).

Vale ressaltar que diversos fatores influenciam na precisão dos dados. A luminosidade na data e hora em que as imagens foram coletadas é um desses fatores, pois sombras causam manchas escuras nas imagens alterando os valores

da refletância espectral de cada pixel. O vento também é um fator a ser analisado, pois pode aumentar o erro do georreferenciamento, alterando as coordenadas geográficas da imagem, se este estiver muito intenso.

Conclusões

Neste trabalho foi possível verificar o comportamento dos modelos de predição da ferrugem para as três safras da soja. O modelo da safra 1 trouxe bons resultados somente quando aplicado na safra do mesmo ano, não possuindo nenhuma capacidade de generalização. Já os modelos 2 e 3, apresentaram comportamentos similares e correlação maior que o modelo 1, quando aplicados em outra safra.

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. *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 Core Team. **R:** ***A Language and Environment for Statistical Computing***. Vienna, Austria, 2014. Disponível em: <http://www.r-project.org>.

RUMPF, T.; MAHLEIN, A. K.; STEINER, U.; OERKE, E. C.; DEHNE, H. W.; PLÜMER, L. Early detection and classification of plant diseases with Support Vector Machines based on hyperspectral reflectance. **Computers and Electronics in Agriculture**. v. 74, p. 91-99, 2010.

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.

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.