USO DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA E TÉCNICAS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA ESTIMATIVA DE INDICADORES EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO INTEGRADOS

Jonathan Lucas de Matos Diniz (PIBIC), Bruno Ricardo Asato, Alaine Margarete Guimarães (Orientadora), email: guimaraesalaine@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Informática

Ciência da Computação - Metodologia e Técnicas da Computação.

Palavras-chave: RPA, Floresta, Aprendizado de Máquina.

Resumo

Sistemas Integrados de Produção Agrícola (SIPA) fornecem uma combinação que beneficia tanto ao produtor quanto ao meio ambiente, pois proporciona o uso eficiente dos recursos, tais como uso do solo e maquinário, além de reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa. Para o gerenciamento adequado desses sistemas, alguns indicadores são essenciais, dentre eles, o nível de área sombreada, que influencia tanto na qualidade do gado, quanto do solo. Uma alternativa para coleta de indicadores que demonstra sucesso ao longo do tempo em sistemas de produção convencionais é o sensoriamento remoto, que trata-se de um método não destrutivo e menos exaustivo, capaz de fornecer grandes bases dados. Em conjunto com esse método, a mineração de dados pode ser aplicada para descobrir conhecimento nas imagens obtidas. Neste estudo, a mineração de dados foi empregada em imagens para classificar e medir o nível de área sombreada no campo em sistemas integrados de produção agrícola, obtendo satisfatórios índices de avaliação, mostrando que tais técnicas têm potencial também para serem empregadas em SIPA.

Introdução

Os Sistemas Integrados de Produção Agrícola (SIPA) trazem benefícios tanto aos agricultores quanto ao meio ambiente, já que a combinação da lavoura, pecuária e floresta na mesma área permite um aumento na eficiência do uso da solo e do maquinário, ao mesmo tempo em que reduz a emissão de gases que causam efeito estufa, pois permite melhor regulação do ciclo biogeoquímico e diminuição de fluxos ambientais para a atmosfera através da associação de sistemas de pastagem e cultivo, e de melhor conexão de ciclos de C e N (LEMAIRE et al, 2014). Além disso, esses sistemas se mostram uma alternativa para o aumento da demanda de produção com a restrição de áreas por políticas ambientais. (MANABE et al., 2018)(CAR de M et al, 2017).

Os indicadores para o SIPA são importantes para a avaliação da configuração do sistema de forma que toda a produção possa ter máxima eficiência. Um deles é o nível de área sombreada. O nível de qualidade do pasto para o gado relaciona-se com esse indicador, uma vez que as espécies forrageiras podem suportar diferentes níveis de estresse a depender do grau de sombreamento em que são submetidas. Isso impacta diretamente na eficiência e desempenho da ingestão pelo gado, como indicado por Geremia et al. (2018). Ao conduzir um estudo sobre o impacto do sombreamento no crescimento do pasto, bem como a qualidade da digestão do

gado sobre estes, os autores mostraram que um regime de sombra moderada ou baixa pode ser favorável a produção animal e a produtividade nesses sistemas.

Em outro estudo, Crestani et al. (2017) avaliaram as características estruturais e o acúmulo de forragem em áreas com três níveis de sombreamento diferentes no Cerrado. Além disso, foi medida uma menor concentração de água no solo perto das árvores. Em relação a área não sombreada, o acúmulo de forragem foi menor para todos os níveis de sombra. Outro ponto a ressaltar é que a sombra reduziu a radiação fotossinteticamente ativa.

O sensoriamento remoto (SR) tem sido amplamente utilizado e já obteve diversos bons resultados quando utilizado em sistemas integrados, como foi o caso de Manabe et al. (2018) na identificação de áreas de integração lavoura-pecuária (ILP) no estado de Mato Grosso, onde foi desenvolvido um framework para mapear áreas de ILP a partir de séries temporais de índice de vegetação obtidas com espectrorradiômetro de imagem de média resolução, em associação ao uso do método de classificação Dynamic Warping Time-Weighted Dynamic (DWTWD), atingindo uma precisão geral de 86% nas classificações.

Em conjunto com a mineração de dados, o SR pode fornecer uma alternativa rápida e não destrutiva para a extração de dados de campo relevantes para o auxílio de tomadas de decisões pelo agricultor (CHANG, 2017). A utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs – Remotely Piloted Aircraft) no SR, demonstra grande potencial devido ao seu baixo custo e alta resolução espacial e temporal.

A mineração de dados, por sua vez, é um importante passo no Processo de Descoberta de Conhecimento em Dados (KDD - Knowledge Discovery Database) que faz uso de ferramentas automatizadas para empregar algoritmos sofisticados afim de descobrir padrões, associações, anomalias ou estruturas ocultas em uma grande quantidade de dados, possibilitando uma classificação ou predição a partir do conhecimento de padrões que descrevem os dados (Mitra et al, 2002). Atualmente, esse processo também vem sendo aplicado para mineração de dados em imagens que consiste, em conjunto com outras técnicas, na descoberta de conhecimento em imagens.

Esse trabalho teve como objetivo obter o nível de área sombreada a partir da classificação de sombra em sistemas de integração lavoura pecuária utilizando sensoriamento remoto por RPA e mineração de dados em imagem.

Material e Métodos

Foi definido para esse trabalho, uma área experimental da Estação Experimental Fazenda Modelo do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) - Unidade de Ponta Grossa (PR), com 13,07 ha, destinada a pesquisas referentes ao sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. As espécies de árvores presentes na área são eucalipto, pimenta rosa e grevílea, plantadas em fileiras simples com espaçamento de três metros entre cada árvore e 14 metros entre as fileiras, totalizando 6,09 ha plantados. No momento dos voos, porém, alguns desbastes já haviam ocorrido, mudando a configuração para 9 metros entre árvores e 28 metros entre fileiras, e a presença apenas da espécie eucalipto.

A coleta das imagens foi realizada nos meses de março e abril de 2019 nas resoluções de 3,4cm/pixel e 15cm/pixel utilizando a RPA eBee (SenseFly) com as câmeras RGB modelo Sony Cyber-shoot DSC-WX22 de 18 megapixels e NIR modelo Canon PowerShot S110 NIR de 12,1 megapixels.

No mês de março os voos foram executados durante a manhã, em intervalos de meia hora, alternando as câmeras RGB e NIR. Em cada voo, as imagens de

3,4cm/pixel e 15cm/pixel foram capturadas. Já em abril, foram realizados voos tanto de manhã quanto a tarde, seguindo os mesmos intervalos e resoluções de captura das imagens. Para a pesquisa, as imagens RGB de melhor qualidade foram selecionadas, sendo elas dos voos 1 e 3 de março e 2 e 4 de abril.

Cada uma das imagens foi submetida ao georreferenciamento, realizado no software eMotion2 (SenseFly) com os dados salvos pela RPA no momento da captura de cada imagem. Logo após, o ortomosaico de cada conjunto de imagens 3,4 e 15cm/pixel foi gerado no software Pix4D (PIX4D, 2017). Estes passaram por um recorte e delimitação de cada linha por um polígono para então seguir com a extração dos dados das imagens. Uma malha de pontos dentro dos polígonos foi gerada e cada ponto recebeu as bandas (RGB) correspondentes ao seu pixel. A extração dos dados foi realizada e seguiu-se como o pré-processamento dos dados.

No pré-processamento uma análise estatística dos dados de cada banda auxiliou na determinação do atributo meta para cada instância. Com a linguagem R, o algoritmo Máquina de Vetores de Suporte foi aplicado, numa primeira abordagem, utilizando como base de treino a menor linha de cada imagem e em seguida validando o modelo nas outras linhas. Na segunda abordagem, para a base de treinamento, 30% das instâncias de cada linha foram selecionadas e a validação ocorreu na imagem inteira. As imagens com alta quantidade de dados foram segmentadas para a aplicação do modelo.

Resultados e Discussão

Na primeira abordagem de treinamento com as imagens de 3,4cm/pixel do mês de março, a linha 6 do Voo 1 foi a que apresentou melhor resultado, com kappa de 0,81. Entretanto, a medida que as linhas se distanciavam da linha 7 com a qual o modelo foi treinado, notou-se uma diminuição no nível de acurácia da classificação. O mesmo padrão de comportamento foi notado ao testar o modelo em outra imagem coletada no mesmo dia do mês de março também de 3,4cm/pixel. Nesta segunda imagem, o maior índice kappa obtido foi de 0,68 ao aplicar o modelo na linha 7.

A partir disso, optou-se por extrair dados de todas as linhas para realizar o treinamento, de maneira a garantir o maior número possível de características de toda a imagem, diminuindo assim a tendenciosidade do modelo. Com a extração de 30% de pixels de cada linha de uma imagem, o novo modelo mostrou melhores resultados em todos os testes.

Ao avaliar os modelos na mesma imagem em que foi gerado, obteve-se um kappa de 0,96 na imagem de 3,4cm/pixel e 0,97 na resolução de 15cm/pixel. No segundo teste, nas imagens do Voo 3 (março) e Voo 4 (abril), com os modelos de 3,4 e 15cm/pixel, respectivamente, os índices de avaliação permaneceram altos, sem queda significativa.

Com base nas matrizes de confusão resultantes de cada imagem, a partir da segunda abordagem de classificação, o nível de sombreamento da área foi coletado e tabelado em cada voo para cada resolução como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Nível de sombreamento em cada imagem.

	RGB 3,4cm/pixel		RGB 15cm/pixel
Voo 1 (Março)	0,29	Voo 1 (Março)	0,23
Voo 3 (Março)	0,24	Voo 2 (Abril)	0,28
Voo 4(Abril)	0,28	Voo 4 (Abril)	0,27

ISSN 1676-0093

Algumas variações no nível de sombra podem estar correlacionadas com o horário e condições climáticas sob os quais os voos foram realizados. Ainda assim, o nível de sombreamento nos voos analisados não apresentou uma alta variação, mesmo sendo executados em diferentes dias e horários.

Conclusões

Com base nos resultados, foi possível perceber que a classificação de aspectos de imagem, como a sombra, pode ser realizada através do uso da mineração de dados em conjunto com a análise das bandas espectrais. A resolução das imagens obtidas também não interfere significativamente nos resultados, podendo assim fazer uso de imagens com baixa resolução espacial, o que aumenta a rapidez no processamento. Isto fornece ao agricultor uma ferramenta a mais para tomadas de decisão para gerenciamento de SIPA.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro, à professora Alaine Margarete Guimarães pela oportunidade da participação na pesquisa científica e à equipe do mestrado em Computação Aplicada da UEPG pela orientação e ajuda durante a pesquisa.

Referências

CRESTANI, Steben et al. Sward structural characteristics and herbage accumulation of Piatã palisade grass (Brachiaria brizantha) in a crop–livestock–forest integration area. **Crop and Pasture Science**, v. 68, n. 9, p. 859-871, 2017.

GEREMIA, Eliana Vera et al. Sward structure and herbage intake of Brachiaria brizantha cv. Piatã in a crop-livestock-forestry integration area. **Livestock Science**, v. 212, p. 83-92, 2018.

LEMAIRE, Gilles et al. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 4-8, 2014.

MANABE, Víctor; MELO, Marcio; ROCHA, Jansle. Framework for Mapping Integrated Crop-Livestock Systems in Mato Grosso, Brazil. **Remote Sensing**, v. 10, n. 9, p. 1322, 2018.

MITRA, Sushmita; PAL, Sankar K.; MITRA, Pabitra. Data mining in soft computing framework: a survey. **IEEE transactions on neural networks**, v.13, n.1, p. 3-14, 2002.

PEZZOPANE, José Ricardo Macedo et al. Forage productivity and nutritive value during pasture renovation in integrated systems. **Agroforestry Systems**, p. 1-11, 2017.

REGO, CAR de M. et al. Cost analysis of corn cultivation in the setup of the crop-livestock-forest integration system to recover degraded pastures. **Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017.