

ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОДХОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Тарик Е.П., Дмитриев П.А., Вардуни Т.В., Купрюшкин Д.П., Игнатова М.А.

Южный Федеральный Университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Традиционные методы, используемые в растениеводстве, приводят к загрязнению окружающей среды при этом производители несут излишние затраты. Новейшие тенденции развития сельского хозяйства направлены в сторону точного земледелия. Инструменты для эффективного и точного земледелия видятся в идентификации данных дистанционного зондирования и использовании спектральных датчиков, оперативно определяющих требуемые показатели. Для развития данного направления необходима точная идентификация спектральных характеристик сорных растений.

Ключевые слова. Сельское хозяйство, сорная растительность, точное земледелие, дистанционное зондирование, спектральные данные.

EFFECTIVE APPROACHES TO IDENTIFYING WEEDS USING DIGITAL TECHNOLOGIES

Tarik E.P., Dmitriev P.A., Varduny T.V., Kupryushkin D.P., Ignatova M.A.

South Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. Traditional methods used in crop production lead to environmental pollution and producers incur unnecessary costs. The latest trends in the development of agriculture are directed towards precision farming. Tools for efficient and accurate farming are seen in the identification of remote sensing data and the use of spectral sensors that quickly determine the required indicators. For the development of this direction, it is necessary to accurately identify the spectral characteristics of weeds.

Keywords. Agriculture, weeds, precision farming, remote sensing, spectral data.

Культивируемые растения испытывают нагрузку от различных типов биотических и абиотических факторов среды, таких как дефицит питательных веществ и засоренность посевов сорняками, что ведёт к снижению их урожайности (1).

Сорные растения внедряются в сельскохозяйственные системы спонтанно, напрямую конкурируя за природные ресурсы, что оказывает негативное влияние на урожайность культурных растений (2).

Мониторинг количественных и качественных показателей растительного покрова необходим для принятия оптимальных решений в культивации растений (3).

При химическом методе борьбы с сорняками используются гербициды. Внесение химикатов в большинстве случаев проводится равномерно по всей площади, чрезмерное применение гербицидов на площадях, не зараженных сорняками, приводит к негативным экологическим последствиям. Еще одной причиной необходимости уменьшения применения гербицидов, является тенденция развития устойчивости к ним некоторых сорняков (5).

Растет интерес к сельскохозяйственной робототехнике, относящейся к применению точного земледелия (5,6). С помощью дистанционного зондирования земли можно сделать вывод о распределении растений в пространстве (7,8). Сегодня определение засоренности полей является сложной задачей, по-прежнему в большинстве случаев проводится опытными специалистами (агрономами) ручным трудоёмким процессом (9).

В последние годы для идентификации сорняков в посевах некоторые сельхозпроизводители используют спектральные датчики. Выявление локаций сорняков и местное внесение гербицидов позволяет сократить их использование (10). Однако для точного внесения гербицидов необходимо выявление очагов заражения сорными растениями. Успешная идентификация одного вида сорняков с другим зависит от наличия или отсутствия минимальных, но измеримых различий между видами (11).

Изучается потенциал фотограмметрии и спектральной визуализации на основе БПЛА в качественной и количественной оценке посевов. Некоторые исследования показывают, что данные дистанционного зондирования полученные с беспилотника дали высокую точность для оценки параметров биомассы и качества посевов при точной калибровке, предлагая превосходный инструмент для эффективного и точного земледелия (12).

Рекомендуется проводить меры борьбы с сорняками, когда растения находятся в стадии роста рассады. Во многих культурах невозможно применять лечение от сорняков на поздних стадиях из-за токсичности гербицидов. В этом случае лечение откладывается на следующий год. Картографирование сеянцев сорняков в начале сезона является сложной задачей, которую невозможно решить с помощью обычных воздушных или спутниковых снимков, из-за отсутствия возможности получать данные высокого пространственного расширения (13).

В большинстве исследований идентификация изображений основана на пиксельном анализе, но такие методы могут привести к неточным результатам из-за спектрального сходства между пикселями сорняков и культурных растений. Чтобы устранить эту проблему разрабатывается и внедряется объектно-ориентированный анализ изображений (OBIA). OBIA идентифицирует пространственно и спектрально однородные единицы (объекты), создаются путем группировки соседних пикселей в соответствии с процедурой, известной как сегментация и, далее, она сочетает в себе несколько особенностей локализации, текстуры, близость и иерархические отношения, которые, с учетом спектров каждого объекта, резко увеличивают эффективность классификации изображений (14).

Оптические характеристики растений зависят от таких показателей как содержание пигментов, воды и сухого вещества, что можно использовать в их идентификации (LOUARGANT et al., 2018). Последние достижения позволяют собирать больше данных, прослеживая динамику роста и развития растений (16).

При применении подобных технологий в сельском хозяйстве, на поздних стадиях роста (обычно на стадии цветения), отмечается сокращение внесения гербицидов более чем на 50%. (17,18).

Контроль сорной растительности на конкретных участках с применением данных дистанционного зондирования с беспилотных летательных аппаратов позволит:

- усовершенствовать датчики, которые будут устанавливаться на БПЛА;
- разработать автоматические и надежные процедуры анализа изображений для картирования сорняков и оценки урожая;
- для оптимизации применения гербицидов или других технологий в борьбе с сорняками.

Список использованных источников

1. Draycott AP. Sugar beet. London: Wiley; 2008.
2. LAMEGO, F.P.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T.E.; GALLON, M.; BASSO, C.J.; SANTI, A.L. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas. Planta Daninha, Viçosa, v.31, n.3, p.521–531, 2013.
3. Aasen, H., Burkart, A., Bolten, A., Bareth, G., 2015. Generating 3D hyperspectral information with lightweight UAV snapshot cameras for vegetation monitoring: From camera calibration to quality assurance. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 108(2015), pp. 245–259.
4. Liebisch F, Pfeifer J, Khanna R, Lottes P, Stachniss C, Falck T, Sander S, Siegwart R, Walter A, Galceran E. Flourish—a robotic approach for auto-mation in crop management. In: Workshop computer-Bildanalyse und
5. Page 17 of 18 Unbemannte Autonom Fliegende Systeme in der Landwirtschaft, 2016; 21:2016.
6. Hoffmann C. Changes in N composition of sugar beet varieties in response to increasing N supply. J Agron Crop Sci. 2005;191(2):138–45.
7. Duckett T, Pearson S, Blackmore S, Grieve B. Agricultural robotics: the future of robotic agriculture. arXiv preprint arXiv 1806.06762 2018
8. De Baerdemaeker J. Precision agriculture technology and robotics for good agricultural practices. IFAC Proc Vol. 2013;46(4):1–4.
9. Walter A, Khanna R, Lottes P, Stachniss C, Siegwart R, Nieto J, Liebisch F. Flourish—a robotic approach for automation in crop management. In: Pro-ceedings of the international conference on precision agriculture (ICPA) 2018.
10. Ghosal S, Blystone D, Singh AK, Ganapathysubramanian B, Singh A, Sarkar S. An explainable deep machine vision framework for plant stress pheno-typing. Proc Natl Acad Sci. 2018;115(18):4613–8.
11. Nevalainen, O., Honkavaara, E., Tuominen, S., Viljanen, N., Hakala, T., Yu, X., Hyypä, J., Saari, H., Pölonen, I., Imai, N.N., Tommaselli, A.M.G., 2017. Individual Tree Detection and Classification with UAV-Based Photogrammetric Point Clouds and Hyperspectral Imaging. Remote Sensing, 9(3), 185, doi.org/10.3390/rs9030185
12. Chaerle L, Pineda M, Romero-Aranda R, Van Der Straeten D, Baron M. Robotized thermal and chlorophyll fluorescence imaging of pepper mild mottle virus infection in nicotiana benthamiana. Plant Cell Physiol. 2006;47(9):1323–36.
13. Lottes P, Hoferlin M, Sander S, Müter M, Schulze P, Stachniss LC. An effective classification system for separating sugar beets and weeds for precision farming applications. In: Robotics and automation (ICRA), 2016 IEEE international conference on, 2016:5157–5163. IEEE.

14. Lopez-Granados, F. 2011. Weed detection for site-specific weed management: mapping and real-time approaches. *Weed Res.* 51(1): 1–11.
15. Blaschke, T., G.J. Hay, M. Kelly, S. Lang, P. Hofmann, E. Addink, R. Queiroz Feitosa, F. van der Meer, H. van der Werff, F. van Coillie, and D. Tiede. 2014. Geographic Object-Based Image Analysis – Towards a new paradigm. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 87: 180–191.
16. Laliberte, A.S., M.A. Goforth, C.M. Steele, and A. Rango. 2011. Multispectral Remote Sensing from Unmanned Aircraft: Image Processing Workflows and Applications for Rangeland Environments. *Remote Sens.* 3(11): 2529–2551.
17. Granier C, Aguirrezabal L, Chenu K, Cookson SJ, Dauzat M, Hamard P, Thioux J-J, Rolland G, Bouchier-Combaud S, Lebaudy A, et al. Phenopsis, an automated platform for reproducible phenotyping of plant responses to soil water deficit in *arabidopsis thaliana* permitted the identification of an accession with low sensitivity to soil water deficit. *New Phytol.* 2006;169(3):623–35.
18. Peña-Barragán, J.M., F. López-Granados, M. Jurado-Expósito, and L. García Torres. 2007. Mapping *Ridolfia segetum* patches in sunflower crop using remote sensing. *Weed Res.* 47(2): 164–172.
19. De Castro, A.I., M. Jurado-Expósito, J.M. Peña-Barragán, and F. López-Granados. 2012. Airborne multi-spectral imagery for mapping cruciferous weeds in cereal and legume crops. *Precis. Agric.* 13(3): 302–321.