

БЕЗПИЛОТНИТЕ ЛЕТАТЕЛНИ АПАРАТИ - ЧАСТ ОТ РОБОТИЗИРАНИ ПЛАТФОРМИ В СЕЛСКОТО СТОПАНСТВО

Теодора Петрова, Живо Петров
teodorapetrova33@abv.bg, zhpetrov@gmail.com
Тракийски университет-Стара Загора, ВА „Г. С. Раковски“-София

Резюме: Настъпилите научни и технологични промени водят до трансформация в операциите и бизнес процесите на отраслите в селското стопанство. При използване на безпилотни летателни апарати в съвременните агротехнологии е необходимо подобряване на функциите им като търсене, разпознаване и манипулационно-роботизираните действия. В тази статия се разглеждат проблемите на икономическата ефективност на въздушната фотография с помощта на безпилотни летателни апарати с фотографски системи от нисък клас. Показана е структурата и ефективността на работата.

Ключови думи: безпилотни летателни апарати, роботизирани платформи, прецизно земеделие, селско стопанство

JEL: O22

UNMANNED AIRCRAFT VEHICLES - PART OF ROBOTIC PLATFORMS IN AGRICULTURE

Petrova Teodora, Petrov Zhivo
teodorapetrova33@abv.bg, zhpetrov@gmail.com
Trakia University-Stara Zagora, National Defence College -Sofia

Abstract: The scientific and technological changes that have occurred are leading to a transformation in the operations and business processes of the agricultural industries. When using unmanned aerial vehicles in modern agricultural technologies, it is necessary to improve their functions such as search, recognition and manipulation-robotic actions. This paper examines the cost-effectiveness issues of aerial photography using unmanned aerial vehicles with low-end photographic systems.

Key words: unmanned aerial vehicles, robotic platforms, precision farming, agriculture

JEL: O22

БЕЗПИЛОТНИТЕ ЛЕТАТЕЛНИ АПАРАТИ - ЧАСТ ОТ РОБОТИЗИРАНИ ПЛАТФОРМИ В СЕЛСКОТО СТОПАНСТВО

Теодора Петрова, Живо Петров
teodorapetrova33@abv.bg, zhpetrov@gmail.com
Тракийски университет-Стара Загора, ВА „Г. С. Раковски“-София

Въведение

В развитието на обществото всички отрасли на агропромишления комплекс, включително селското стопанство, преживяват значителни научни и технологични революции, всяка от които повишава нивото на организация на производството и ефективността на работата. По време на прехода от една научно-техническа революция към друга, средствата и предметите на труда се усъвършенстват, организацията на производството се подобрява, което води до увеличаване на добивите на културите, продуктивността на животните, повишаване на производителността на труда и други значителни икономически и финансови резултати в селскостопанските сектори [2, 6, 10]. Прогнозите за бъдещето се свеждат до цифровизация на селското стопанство, която ще позволи да се задоволяват нуждите на населението от селскостопански продукти чрез промяна на връзките на селското стопанство с въвеждането на „умни“ технологии, които в крайна сметка ще трансформират земеделието и животновъдството към по-прецизно земеделие и животновъдство [4, 5, 9]. Част от приложенията на тези технологии са:

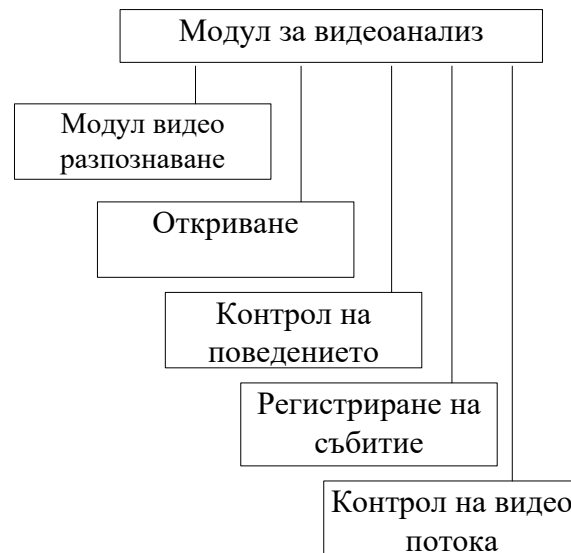
- Прецизно земеделие – навигационни системи, геоинформационни системи, разделно торене;
- Роботика – безпилотни летателни апарати (БЛА) – за мониторинг на определени области, цифрови сензори;
- Системи с изкуствен интелект – за контрол и обработка на данните събрани от различни сензори;
- Големи масиви от данни – за анализ на информацията от сензорите, за изработване на предварителни планове и стратегии.

Традиционно в селското стопанство се използват БЛА за мониторинг на селскостопанските култури, подпомагане на мелиорацията, ефективен контрол на стадото, инвентаризация на земята, контролиране параметрите на агротехнологичните процеси, пръскане с химикали, охрана на съоръжения и др. Постоянният пълен мониторинг на условията за извършване на селскостопанските процеси, динамиката на промените в състоянието на земеделските земи, характеристиките на технологичните процеси с помощта на технически средства за наблюдение в реално време е най-важното необходимо условие за осъществяване на високопроизводителни и ефективни земеделски технологии. Информацията за земеделската земя се използва за формиране на реални електронни почвени и други карти, контрол на динамиката на промените в състоянието, характеристиките на биообекта на селскостопанското производство, оперативно регулиране на протичащите технологични процеси [1,4, 11].

Модули за видеоанализ и компютърна интеграция

Проучването на възможностите за автоматизиране на видеонаблюдението в системите за сигурност и приложенията им в селскостопанско стопанство дава възможност да се идентифицират нови

възможности на модулите за видеоанализ и на софтуерните модули за компютърна интеграция, които могат да се използват за по-нататъшно подобряване на системите за управление на процесите в растениевъдството и животновъдството [3, 5, 6]. На фиг. 1 е обобщена схема на модули за видеоанализ, които са интегрирани в единна система за цифрово управление на селскостопанско производство.



Фиг. 1. Схема на видеоаналитични модули, интегрирани в единна система за управление

Модул видео разпознаване - транспортни мобилни превозни средства (контролиран автоматизиран достъп до територията на земеделското стопанство); идентификационният номер на животно, прикрепен към определено място; баркод върху технологично оборудване, техническо съоръжение или върху движещ се обект на конвейера; разпознаване на наличието или липсата на номер, етикет, символ върху обекта [8].

Откриване - открива и въвежда информативни данни и признаци за човек в базата данни; 3D мониторинг (бонитировка на животните, описание на сортовете и видови характеристики на земеделските култури);

Контрол на поведението - контрол на персонала (следене на присъствието и дейността на персонала на работното място); контрол на животните (следене на присъствието и маршрутите на движение на животните в стадото); контрол на растенията (мониторинг на растежа, развитието и плодородието).

Регистриране на събитие - определяне на дължината на опашката от животни до машината за доене (броят на индивидите в опашката, съобщение за превишаване на определения праг); детектор за натрупване на животни, хора (отчита броя на индивидите или хората в тълпата и уведомява при превишаване на прага); детектор за дим и пожар (открива признаци на дим и огън в зрителното поле на камерата); детектор за саботиране на работата (открива неизправности на камерата или умишлено повреждане); детектор за изоставен предмет (открива изоставен предмет и лицето, което го е оставило); детектор за силен звук (открива шум, който надвишава определен праг); преброяване на животни и хора (преброяване на броя на индивидите в стадо, в група).

- Ъгловата скорост при обръщане на оптичната ос на обектива $\Omega = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2}$ да има ограничение. При имитационно моделирана система „оптично устройство - оператор” се получава, че ъгловата скорост на обръщане на оптичната ос не може да бъде по-голяма от $(0,06 \dots 0,07)/L$ (L - наклоненото разстояние до центъра на оглежданата област в метри).

- Ъгловата скорост на обръщане на обектива зависи от скоростта на полета, поради което е необходимо да се отчете $V_{\text{пол}}$ и стойността на ъгловата скорост на въртене на ЛА спрямо нормалната координатна система при съвършена еволюция. В противен случай, на екрана ще се види размазано изображение, от което нищо няма да се види.

- По теоретичните разчети, обозримата площ има формата на кръг и се допуска, че земната повърхност е гладка и близка до повърхността на сфера с радиус равен на радиуса на Земята. В действителност, земната повърхност съществено се различава от идеалната по всички показатели получени за идеална повърхност.

- Търсеният обект обикновено се намира там, където никой не го търси. Условната вероятност за откриване на обект със зададени параметри може да се определи чрез израза:

$$P_{\text{оби}} = P_{\text{но}} \cdot P_{\text{во}} \cdot P_{\text{ноо}},$$

където $P_{\text{но}}$ е вероятността в даден момент от време обектът да се намира в границите на обозримата площ. Този тактически параметър не зависи от свойствата и характеристиките на оптичната система. Поради което се приема, че е равен на 1,0; $P_{\text{ноо}}$ - вероятността търсеният обект да се намира в площта $F_{\text{оц}}$. Не се вижда този параметър да зависи от стратегията на търсенето (т.е. от закона за изменение пространственото положение на оптичната ос на обектива във времето) за летателни апарати (ЛА), имащи $V_{\text{пол}} > 0$. Тази зависимост, както ще се види по-късно, няма никакъв смисъл. Поради което стойността на $P_{\text{ноо}}$ може да се определи от израза:

$$P_{\text{ноо}} = K_{\text{зон}} \cdot \frac{\Delta F_{\text{обз}}}{F_{\text{обз}}}.$$

В случая $V_{\text{пол}} > 0$ трябва да се отчита, когато обозримата площ във времето има форма различна от кръг. Тогава:

$$P_{\text{ноо}} = \frac{\Delta F_{\text{обз}}}{\pi R_{\text{обз}}^2 + 2V_{\text{пол}} R_{\text{обз}}}.$$

е вероятността за мигновено отделяне на обекта на фона на постилащата повърхност. Тя зависи от обема информация, която пристига за търсения обект. Ако обемът от информация е достатъчен за приемане на хипотезата се потвърждава, че това е именно обектът, който търсим, то $P_{\text{BO}} = 1,0$.

За простота и нагледност се приема условието: ако проекцията на обекта заема 1 пиксел и повече от екрана на оператора, то $P_{\text{BO}} = 1,0$.

Ограничената ъглова скорост на обръщане на оптичната ос на обектива съществено ограничава потенциалните възможности, които са заложени в оптикоелектронното устройство на жиростабилизираната платформа. Анализът показва, че при скорост на полета от 30 км/ч такова устройство става безполезно: то не може да реализира своите възможности, а вероятността да попадне на търсения обект в площта едва достига стойност от 0,05.

Увеличаването на радиуса на обзора рязко ограничава вероятността да се попадне на търсения обект в площта. В това отношение оптичната система като основно устройство, което е твърдо свързано с конструкцията на БЛА (авиационни фотоапарати, TV-камери гледащи надолу и т.н.) има значително преимущество: при тях $P_{ноо}$ достига стойности от порядъка на 0,95-0,98.

Изхождайки от данните, могат да се направят няколко извода:

- при избора на оптична система за БЛА трябва да бъде много старателно обмислено какво се очаква като краен резултат от безпилотната авиационна система,

- наличието на борда на БЛА и на най-съвършената от техническа гледна точка оптична система все още не гарантира нейното успешно прилагане на практика,

- колкото е по-голям размерът на областта на търсене от земната повърхност, толкова е по-трудно да се използва малък БЛА и микро-БЛА за решаване на практическите задачи: тяхната ефективност в този случай няма да издържи на никакви критики.

За практическото провеждане на прецизно селскостопанско производство са необходими нови роботизирани технически средства, особено в условията на географски разпръснато разположение на селскостопанските съоръжения и при липса на достатъчно човешки ресурси. В животновъдството, за индивидуална грижа за животните и ефективно управление на стадата, е перспективно да се създаде „видео пастир“ на базата на многофункционална мобилна единица за видеонаблюдение със сигнализиране за събития с операции за самообучение и саморегулиране. В растениевъдството, при прилагане на технология на диференцирано земеделие, като се отчита състоянието на всяко растение, е необходимо да се създаде „полеви видеотехнолог“ на базата на разработен многофункционален мехатронно-изпълнителен мобилен блок за видеонаблюдение с елементи на самонасочване и самоорганизация. В управлението на природните ресурси в горските, рибните и ловните стопанства, е препоръчително да се създаде „видеоинспектор на територии“ чрез разработване на многофункционален разузнавателно-търсещ мобилен блок за видеонаблюдение, с алгоритми за самообучение и самоорганизация.

Възможно е и друго използване както на локални, така и на интегрирани системи за видеонаблюдение в селското стопанство, които да осигурят бързо визуално представяне на информация за здравословното състояние и поведението на животните, за растежа и развитието на растенията, за функционалните характеристики и работа на технически и технологични устройства, за взаимодействието на географски разпръснати обекти. развитието на технологията за видеонаблюдение позволява автоматизиране на процеса на управление на видеопотока чрез модули за видеоанализ и компютърна интеграция, извършване на оперативна обработка, дългосрочно съхраняване и анализ на видео данни, откриване на негативни събития и визуализация на прогнозни решения. Съвместното използване на системи за видеонаблюдение дава много възможности за получаване на синергичен ефект: при оценка на индивидуалното състояние на животното (идентификация и местоположение на животното в стадото, индивидуален контрол и отчитане на параметрите на животното, водене на календар и история на животното), в процеса на доене (мониторинг на работата на оператора и поведението на животното), по време на хранене (продължителност на хранене, дъвчене на храна, наддаване на живо тегло), в процеса на осеменяване (идентифициране на еструс, наблюдение на

отелването на животното), при оценка на подвижността на животното (контрол на движенията, двигателната активност на животното, поведенчески признаци), при извършване на ветеринарномедицинска дейност (бонитировка, идентифициране на заболявания, съставяне на календар на ветеринарномедицинските дейности).

Заклучение

В селскостопанските дейности все още има информационен и управленски ресурс за развитие и подобряване на агротехнологичните процеси, които предстоят да навлезат в обслужването чрез по-широко използване и интегриране на оборудване за видеонаблюдение в единна самоорганизираща се система. За усъвършенстване на агротехнологичните процеси, увеличаване на скоростта и точността на управлението, трябва да се разработват системи за управление на роботизираните агротехнологични комплекси, които използват мобилни дистанционни системи за автоматизирано видеонаблюдение, видео анализ и видеоадминистриране. Нови възможности за подобряване на комфорта и интелектуалността на труда е да се осигури при проектирането на системи за контрол на географски разпределено селскостопанско производство използване на мобилно и дистанционно видеонаблюдение, автоматизация на безпилотни видео услуги, видео работи, отдалечени уеб клиенти - включени в единна интегрирана система за самоконтрол и организиране на земеделското стопанство.

Използвани източници

Марков Н., 2020, Состояние и тенденции развития скотоводства в Болгарии в период 2015-2019 годы, Вісник Асканія Нова, Нова Кахеловка, №13, Україна, с.385-394

Калев Р., Иванова Т., Марков Н., 2020, Проучване върху поведенческите реакции на крави с бозаещи телета от породата Абердин Ангус при пасищни условия, Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, Troyan,23,(4),44-52

Марков Н., 2020, Дерматоглифика и фенетика в говедовъдството-обзор, Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, Troyan,23,(2)

Andriychuk V. G., Varshavskij A. V. Tochnoe zemledelie v povyshenii effektivnosti deyatelnosti agrarnykh predpriyatij [Precision farming in improving the efficiency of agricultural enterprises], Formirovanie rynochnykh otnoshenij v Ukraine [Formation of market relations in Ukraine], 2018, No. 12 (2011), pp. 48–55.

Igoshin A. N., Gruzdeva V. V. Tendencii razvitiya zernovogo sektora na period do 2020 goda [Trends in the development of the grain sector for the period until 2020], Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii [Competitiveness in the global world: economics, science, technology], 2017, No. 7–4 (54), pp. 29–33.

Lyasnikov N. V. Cifrovoy agrarnyj sektor Rossii: obzor proryvnykh tekhnologij chetvertogo tekhnologicheskogo uklada [The digital agrarian sector of Russia: an overview of breakthrough technologies of the fourth technological order], Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost' [Food policy and security], 2018, Vol. 5, No. 4, pp. 169–182.

Markov N., T. Bozhanska, I. Nedeva, 2020. Behaviour of beef bulls reared together with lactating cows and calves on a pasture/meadow complex. *Trakia Journal of Sciences*, 18, 1, 31-36.

Petrova T., Zh. Petrov, (2021). Analysis of efficiency of the unmanned aerial vehicles use in contemporary agrotechnologies, *International Journal on Information Technologies and Security*, ISSN 1313-8251, vol. 13, No 4, 2021, pp. 25-34.

Shilova N. V. О neobhodimosti vnedreniya sistemy tochnogo zemledeliya pri proizvodstve zerna [On the need to introduce a precision farming system in grain production, *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* [Models, systems, networks in the economy, technology, nature and society]], 2014, No. 4 (12), pp. 93–98.

Zaikin V. P., Igoshin A. N., Mart'yanychev A. V., Shamin A. E., Cheryomuhin A. D. Sovremennye i istoricheskie aspekty otechestvennogo proizvodstva zerna [Modern and historical aspects of domestic grain production], *Azimuth nauchnyh issledovaniy: ekonomika i upravlenie* [Azimuth of scientific research: economics and management], 2020, Vol. 9, No. 4 (33), pp. 145–150.

Kabakchieva, T. (2020). Sources of Funding and Financing Opportunities for Agricultural Business. *Izvestia Journal of the Union of Scientists - Varna. Economic Sciences Series*, 9(3), pp.72-79. DOI: <https://doi.org/10.36997/IJUSV-ESS/2020.9.3.72>

