

УДК 631.004.02

MACHINE VISION AND SENSOR TECHNOLOGIES OF MACHINES FOR HORTICULTURE

Derkach I. O.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Machine vision systems are at the heart of many innovations in precision farming, especially when picking fruit. These systems are used to automate fruit detection, quality assessment, and robot control during harvesting [1]. In orchards, accurate detection of ripe fruit and orchard canopy management are essential to optimize yields and resource utilization [2].

Machine vision technology uses cameras and sensors to capture images of the environment, which are then analyzed using computer algorithms [3]. These systems can provide valuable data for orchard management, such as tree health identification, canopy growth monitoring, and pest detection [4]. The most notable application of machine vision in agriculture is fruit detection, where the technology helps identify ripe fruit for harvesting [5].

In recent years, machine vision systems have increasingly used advanced algorithms such as deep learning and artificial intelligence (AI) to improve their accuracy and efficiency. For example, the use of Convolutional Neural Networks (CNN) [6] is gaining popularity in fruit detection even in challenging environments, where occlusion by leaves or changing light conditions can make it difficult for traditional fruit detection systems to work effectively.

An important example of this is the use of machine vision to estimate canopy density, which plays a critical role in irrigation and fertilization decisions [7]. Estimating canopy density using ground-based stereo vision systems [8] provides accurate tree health data that helps farmers optimize the allocation of resources, such as nitrogen fertilizers, according to each tree's needs [9]. This not only improves yields, but also minimizes the environmental impact of excessive fertilizer use.

Fruit detection is one of the most important tasks in automated picking systems. Identification of fruit for further harvesting, assessment of its ripeness and avoidance of crop damage require a combination of high-precision vision systems and advanced AI models. In fruit picking, machine vision systems are often combined with robotic arms [10] or picking mechanisms that rely on these systems to detect the exact location and size of the fruit on the tree.

However, fruit detection in orchards is greatly complicated by factors such as occlusion by leaves, fruit crowding, and changing light conditions, making it difficult for traditional 2D vision systems to accurately detect all fruits. These challenges have led to the development of 3D vision techniques that provide additional spatial information, making it easier for systems to distinguish between fruits and other objects in the environment [7]. To detect apples in clusters, new deep learning models such as Occluder-Occludee Relational Network (O2RNet) have been developed [6]. This model solves the occlusion problem: when fruit is partially hidden by leaves or other fruit. O2RNet improves the accuracy of fruit detection by learning the relationships between closed and uncovered parts of the fruit, achieving a detection accuracy of 94% and an F1-score of 0.88 [11].

For complex environments, studies of the use of monocular and stereovision schemes for fruit detection are actively being conducted [12]. Although cost-effective, monocular vision systems that rely on a single camera often struggle in variable light conditions. Stereo vision systems, on the other hand, use two cameras to capture depth information, making them more effective in complex environments, although they are more resource intensive.

In addition to fruit detection, machine vision systems play a significant role in orchard canopy management. Canopy management is critical to maximizing sunlight exposure, optimizing irrigation and improving fruit quality. Advanced machine vision systems use 3D imaging techniques such as laser scanning (LiDAR) and structured light systems to create detailed maps of the garden canopy [11]. LiDAR systems are particularly useful when creating a 3D model of a garden, as they measure the distance between the sensor and objects by analyzing the return time of the laser light after reflecting off the object. These 3D models help farmers understand the spatial structure of the canopy, allowing them to make informed decisions about pruning, irrigation and fertilization [13]. These systems allow the detection of individual fruits in dense canopies, increasing the accuracy of robotic picking systems and reducing the number of missed fruits

during picking [2]. The ability to accurately map canopies also helps optimize garden planning and improve overall garden management [9].

Artificial intelligence has revolutionized fruit detection, allowing machines to "learn" to detect fruit with greater accuracy than traditional image processing methods. AI models, such as deep learning algorithms, can be trained on large image sets to recognize patterns associated with ripe fruit, detect occlusions, and adapt to changing lighting conditions [4].

AI-based machine vision systems are particularly effective in situations where traditional detection methods fail [5]. For example, AI models can be trained to detect subtle changes in fruit color, size, and texture, which are often indicators of ripeness. These models are able to process data from multiple sensors, including RGB cameras, multispectral sensors and thermal imaging cameras, to make a comprehensive analysis of fruit quality and their readiness for harvesting [6]. The use of AI to analyze canopy density has shown high correlation with traditional measures of canopy volume, providing a more efficient and less time-consuming method of orchard management [9]. Likewise, the integration of AI with big data systems enables continuous monitoring of orchard health, providing farmers with real-time feedback to adjust harvesting and resource management strategies.

Multispectral and hyperspectral imaging [7] are valuable tools in precision agriculture, especially in fruit detection and quality assessment. These imaging techniques capture data in different wavelengths of light, providing information that is not visible to the human eye or traditional RGB cameras [6]. This data can be used to assess internal fruit quality, detect disease and monitor stress levels in plants. Hyperspectral [5] imaging is used to detect early signs of diseases or nutrient deficiencies in fruit crops by analyzing the spectral characteristics of leaves and fruits. This technology can be integrated with drones or UAVs to capture aerial images of orchards, allowing farmers to survey large areas of farmland quickly and efficiently [8]. For example, a spectrometer that captures data in the near-infrared range can provide accurate measurements of total soluble solids (TSS) and pH levels, which are key indicators of fruit ripeness. This technology allows farmers to assess fruit quality without damage, reducing the need for time-consuming manual inspections [6].

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. *Monograph*. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128.

6. Rogovskii I. L., Hneniuk M. V. Research on losses of technical preparedness of forage harvesters combines by level of seasonal service accumulation. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1679. P. 042035.

7. Rogovskii I., Titova L., Shatrov R., Bannyi O., Nadtochiy O. Technological effectiveness of machine for digging seedlings in nursery grown on vegetative rootstocks. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 924–929. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF290>.

8. Sheichenko, V., Petrachenko, D., Rogovskii, I., Dudnikov, I., Shevchuk, V., Sheichenko, D., Derkach, O., Shatrov, R. (2024). Determining patterns in the separation of hemp seed hulls. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (130)), 54–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.309869>.

9. Aulin, V., Rogovskii, I., Lyashuk, O., Tykhyi, A., Kuzyk, A., Dvornyk, A., Derkach, O., Lysenko, S., Bannyi, O., Hrynkiv, A. (2024). Revealing patterns of change in the tribological efficiency of composite materials for machine parts based on phenylone and polyamide reinforced with arimide-T and fullerene. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (12 (129)), 6–19. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.304719>.

10. Rogovskii Ivan, Sivak Igor, Shatrov Ruslan, Nadtochiy Oleksandr. Agroengineering studies of tillage and harvesting parameters in soybean cultivation. *Engineering of Rural Development*. 2024. Vol. 23. P. 965-970. DOI: 10.22616/ERDev.2024.23.TF195.

11. Yablonskyi P., Rogovskii I., Sobczuk H., Virchenko G., Volokha M., Vorobiov O. (2024). Computational approach to geometric modeling of plow bodies. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*, Vol. 11(1), 2024, pp. E9–E18. [https://doi.org/10.21272/jes.2024.11\(1\).e2](https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(1).e2)

12. Sheichenko, V., Petrachenko, D., Koropchenko, S., Rogovskii, I., Gorbenko, O., Volianskyi, M., Sheichenko, D. (2024). Substantiating the rational parameters and operation modes for the hemp seed centrifugal dehuller. *Eastern-*

European Journal of Enterprise Technologies, 2 (1 (128)), 34–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300174>.

13. Aulin, V., Rogovskii, I., Lyashuk, O., Titova, L., Hrynkiv, A., Mironov, D., Volianskyi, M., Rogatynskyi, R., Solomka, O., Lysenko, S. (2024). Comprehensive assessment of technical condition of vehicles during operation based on Harrington's desirability function. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (3 (127)), 37–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.298567>.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
Механіко-технологічний факультет
Кафедра сільськогосподарських машин
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



Київ – 2024

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42

З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.

Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.

Тонха О.Л. – д.с.-г.н., проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.

Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.

Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.

Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.

Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.

Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.

Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.

Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.

Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.

Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.

Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.

Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.

Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».

Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.

Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.

Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.

Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.

Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.

Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.

Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.

Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.

Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».

Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.

Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».

Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.

Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.

Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.

Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.

Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».

Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.

Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.

Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.

Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.