

Применение многоагентных робототехнических систем в сельском хозяйстве

М. И. Анчёков^{✉1}, Ж. Х. Курашев², А. М. Лешкенов²

¹Институт информатики и проблем регионального управления –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а

²Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук
360010, Россия, Нальчик, ул. Балкарова, 2

Аннотация. Статья посвящена применению мультиагентных робототехнических систем в сельском хозяйстве. Рассматриваются различные примеры применения мультиагентных систем, такие как оптимизация маршрутов, механическая прополка, картографирование сорняков и уборка урожая. Также рассматривается вопрос об экономической целесообразности применения коллективов роботов, приводится сравнение с существующими на рынке системами.

Ключевые слова: искусственный интеллект, роботы, мультиагентные системы, точное земледелие

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ota J. Multi-agent robot systems as distributed autonomous systems. *Advanced Engineering Informatics*. 2006. Vol. 20. No. 1. Pp. 59–70. DOI: 10.1016/j.aei.2005.06.002
2. Ju C., Kim J., Seol J., Son H. II. A review on multirobot systems in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2022. Vol. 202. P. 107336. DOI: 10.1016/j.compag.2022.107336
3. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход: пер. с англ. М.: И. Д. Вильямс, 2016. 1408 с.
Russell S., Norvig P. *Iskusstvennyy intellekt: sovremennyy podkhod* [Artificial Intelligence: A Modern Approach]. Moscow: I.D. Vil'yams, 2016. 1408 p. (In Russian)
4. Нагоев З. В. Интеллектика, или Мышление в живых и искусственных системах. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2013. 213 с.
Nagoev Z.V. *Intellektika, ili Myshleniye v zhivykh i iskusstvennykh sistemakh* [Intellectics, or Thinking in Living and Artificial Systems]. Nalchik: Izdatel'stvo KBNTS RAN, 2013. 213 p. (In Russian)
5. Chevalier A., Copot C., Keyser R.D., Hernandez A. A multi agent system for precision agriculture. *Studies in Systems, Decision and Control*. 2015. Pp. 361–386. DOI: 10.1007/978-3-319-26327-4_15
6. Botteghi N. et al. Multi-agent path planning of robotic swarms in agricultural fields. *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* 2020. Vol. 1. 2020. Pp. 361–368.
7. Laporte G. The traveling salesman problem: An overview of exact and approximate algorithms. *European Journal of Operational Research*. 1992. Vol. 59. No. 2. Pp. 231–247. DOI: 10.1016/0377-2217(92)90138-Y
8. Christofides N. Worst-case analysis of a new heuristic for the travelling salesman problem. *Operations Research Forum*. 2022. Vol. 3(1). Pp. 1–4. DOI: 10.1007/s43069-021-00101-z
9. Dorigo M., Maniezzo V., Colomi A. Ant system: optimization by a colony of cooperating agents. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*. 1996. Vol. 26. No. 1. Pp. 29–41. DOI: 10.1109/3477.484436

10. Held M., Karp R.M. A dynamic programming approach to sequencing problems. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*. 1962. Vol. 10. No. 1. Pp. 196–210. DOI: 10.1137/011001
11. McAllister W., Osipychev D., Davis A., Chowdhary G. Agbots: Weeding a field with a team of autonomous robots. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2019. Vol. 163. P. 104827. DOI: 10.1016/j.compag.2019.05.036
12. Albani D., Haken R., Ijsselmuiden J., Trianni V. Monitoring and mapping with robot swarms for agricultural applications. *XIV IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS)*. 2017. Pp. 1–6. DOI: 10.1109/AVSS.2017.8078478
13. Припотнев М. С., Диане С. А.К., Акуловский Д. В. Модели и алгоритмы управления группой мобильных роботов в задаче уборки урожая // *Машиностроение: сетевой электронный научный журнал*. 2023. Т. 10. № 4. С. 32–37. DOI: 10.24892/RIJE/20230407
- Pripotnev M.S., Diane S.A.K., Akulovsky D.V. Models and algorithms for controlling a group of mobile robots in the problem of harvesting. *Mashinostroyeniye: setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal* [Mechanical Engineering: a network electronic scientific journal]. 2023. Vol. 10. No. 4. Pp. 32–37. DOI: 10.24892/RIJE/20230407. (In Russian)
14. Мещеряков Р. В., Широков А. С. Постановка задачи гетерогенного группового взаимодействия роботов при решении задач умного сада // *Вестник ЮУрГУ. Серия: Математика. Механика. Физика*. 2024. № 2. С. 41–49. DOI: 10.14529/mmph240204
- Meshcheryakov R.V., Shirokov A.S. Statement of the problem of heterogeneous group interaction of robots in solving smart garden problems. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematics. Mechanics. Physics*. 2024. No. 2. Pp. 41–49. DOI: 10.14529/mmph240204. (In Russian)
15. Albiero D., Garcia A.P., Umezuru C.K., Leme de Paulo R. Swarm robots in mechanized agricultural operations: A review about challenges for research. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2022. Vol. 193. P. 106608. DOI: 10.1016/j.compag.2021.106608
16. Guo H., Miao Zh., Ji J.C., Pan Q. An effective collaboration evolutionary algorithm for multi-robot task allocation and scheduling in a smart farm. *Knowledge-Based Systems*. 2024. Vol. 289. P. 111474. DOI: 10.1016/j.knosys.2024.111474

Информация об авторах

Анчёков Мурат Инусович, науч. сотр., отдел «Мультиагентные системы», Институт информатики и проблем регионального управления – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд 37-а;
murat.antchok@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8977-797X>, SPIN-код: 3299-0927

Курашев Жираслан Хаугиевич, зав. лабораторией «Молекулярная селекция и биотехнология», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9442-6122>, SPIN-код: 8549-2620

Лешкенов Аслан Мухамедович, зав. лабораторией «Сельскохозяйственная робототехника», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;
aslan.leshchenov@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9516-3213>, SPIN-код: 7494-4370