Управление движением ансамблей мобильных агентов в трёхмерном пространстве

**Е.М. Варварин1, Г.В. Осипов1**

1) ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Синхронизация - это процесс, описывающий коллективную динамику большого ансамбля взаимодействующих между собой элементов, таких как мигающие светлячки, нейроны мозга или даже люди, шагающие по мосту. Широко рассматривалась как синхронизация одномерных фазовых осцилляторов [1, 2], которая нашла своё отражение в робототехнике [3, 4], так и более сложных моделей [5-7]. Значительных вклад принесли и сами исследования новых способов синхронизации мобильных агентов [8, 9]. Кроме того, отдельно выделим и исследования, в которых каждый мобильный агент ансамбля мог взаимодействовать только с элементами, находящимися достаточно близко к нему [10, 11]. В данной работе именно такой тип взаимодействия мобильных агентов и рассматривается.

В качестве мобильного агента будем рассматривать материальную точку, движущуюся в пространстве (x, y, z) таким образом, что её траектория совпадает с траекторией аналогичного хаотического осциллятора. В данной работе не нарушая общности, рассмотрим осциллятор Рёсслера (1):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

где - положительные параметры.

1. Xiang Ling, Wen-Bin Ju, Ning Guo, Chao-Yun Wu, Xiao-Ming Xu, Explosive synchronization in network of mobile oscillators, Physics Letters A, Volume 384, Issue 35, 2020, 126881, ISSN 0375-9601.
2. Freitas, V.L.S., Yanchuk, S., Grande, H.L.C. et al. The effects of time-delay and phase lags on symmetric circular formations of mobile agents. Eur. Phys. J. Spec. Top. 230, 2857–2864 (2021).
3. Vander L.S. Freitas, Serhiy Yanchuk, Michael Zaks, Elbert E.N. Macau, Synchronization-based symmetric circular formations of mobile agents and the generation of chaotic trajectories, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Volume 94, 2021, 105543, ISSN 1007-5704.
4. Jie Zhou , Gaoxi Xiao and H Eugene Stanley Control of mobile chaotic agents with jump-based connection adaption strategy [New Journal of Physics](https://iopscience.iop.org/journal/1367-2630), [Volume 22](https://iopscience.iop.org/volume/1367-2630/22), [July 2020](https://iopscience.iop.org/issue/1367-2630/22/7).
5. Tongfeng Weng, Xiaolu Chen, Zhuoming Ren, Jin Xu, Huijie Yang, Multiple moving agents on complex networks: From intermittent synchronization to complete synchronization, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Volume 614, 2023, 128562, ISSN 0378-4371.
6. Soumen Majhi, Dibakar Ghosh, and Jürgen Kurths Emergence of synchronization in multiplex networks of mobile Rössler oscillators Phys. Rev. E 99, vol. 99, 4 January 2019, 012308.
7. Chen, L., Yang, Q., Li, C. et al. Controlling Dynamic Formations of Mobile Agents Governed by Euler-Lagrange Dynamics. Int. J. Control Autom. Syst. 19, 1740–1750 (2021).
8. Emilda Shajan, Dibakar Ghosh, Jürgen Kurths, Manish Dev Shrimali; Direction-dependent noise-induced synchronization in mobile oscillators. Chaos 1 May 2023; 33 (5): 053108.
9. Jie Zhou , Gaoxi Xiao and H Eugene Stanley Control of mobile chaotic agents with jump-based connection adaption strategy [New Journal of Physics](https://iopscience.iop.org/journal/1367-2630), [Volume 22](https://iopscience.iop.org/volume/1367-2630/22), [July 2020](https://iopscience.iop.org/issue/1367-2630/22/7).
10. S. N. Chowdhury, S. Majhi and D. Ghosh, "Distance Dependent Competitive Interactions in a Frustrated Network of Mobile Agents," in IEEE Transactions on Network Science and Engineering, vol. 7, no. 4, pp. 3159-3170, 1 Oct.-Dec. 2020.
11. Arturo Buscarino, Luigi Fortuna, Mattia Frasca, Salvatore Frisenna; Interaction between synchronization and motion in a system of mobile agents. Chaos 1 November 2016; 26 (11): 116302.