

Использование метода молекулярной динамики для децентрализованной системы автономного самоуправления БЛА

В.И. Протасов¹, З.Е. Потапова¹, Р.О. Мирахмедов¹

¹Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия
protonus@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены компьютерная модель и результаты испытаний децентрализованной самоуправляемой системы БЛА, использующей метод молекулярной динамики и различные формы потенциала взаимодействия. В этой модели каждый БЛА заменяется «квазимолекулой» с точечными размерами и массой, равной массе БЛА. Движение этих «квазимолекул» рассчитывается с помощью ньютоновской механики с учетом потенциального поля сил от других «квазимолекул». В состав системы входят группа БЛА, выполняющих различные упорядоченные построения в соответствии с заданной миссией, а также препятствия и «охотники», пытающиеся столкнуться с БЛА. «Охотники» также представляются точечными «квазимолекулами». Это позволяет моделировать наличие в системе как активных, так и пассивных помех движению БЛА. При моделировании пассивных помех «охотники» располагаются на поверхности некоего препятствия в узлах поверхностной сетки, накладываемой на него. При моделировании движения БЛА с учетом взаимодействия их друг с другом, активными и пассивными помехами использовались специально сконструированные потенциалы взаимодействия. Проведены многочисленные испытания системы в этих условиях. Столкновения БЛА между собой, с препятствиями или с «охотниками» не наблюдались. Это подтверждает надежность разработанных принципов управления движением группы БЛА в условиях воздействия интенсивных активных и пассивных помех. Главным отличием представленной работы от существующих является то, что выполнение разнообразных миссий группами БЛА выполняется без внешнего управления по данным системы технического 3D-зрения в рамках достаточно простой модели молекулярной динамики за счет изменения формы потенциалов взаимодействия.

Ключевые слова: самоуправление БЛА, группировки БЛА, активные помехи, коллективный разум, компьютерное моделирование, метод молекулярной динамики, потенциал взаимодействия

Для цитирования: Протасов В.И., Потапова З.Е., Мирахмедов Р.О. Использование метода молекулярной динамики для децентрализованной системы автономного самоуправления БЛА // Прикладная информатика. 2023. Т. 18. № 6. С. 67–80. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-6-67-80

Using molecular dynamics method for a decentralized UAV autonomous self-governance system

V. Protasov¹, Z. Potapova¹, R. Mirakhmedov¹

¹Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia
protonus@yandex.ru

Abstract. A computer model and test results of a decentralized self-controlling UAV system using the molecular dynamics method and various forms of interaction potential are presented. In this model, each UAV is replaced by a “quasi-molecule” with point dimensions and a mass equal to the mass of the UAV. The motion of these “quasi-molecules” is calculated using Newtonian mechanics, taking into account the potential force field from other “quasi-molecules”. The system consists of a group of UAVs performing various ordered formations in accordance with a given mission, as well as obstacles and “hunters” trying to collide with the UAV. “Hunters” are also represented by point-like “quasi-molecules”. This allows us to simulate the presence in the system of both active and passive interference with UAV movement. When modeling passive interference, “hunters” are located on the surface of an obstacle at the nodes of a surface mesh superimposed on it. When modeling the movement of UAVs, taking into account their interaction with each other, active and passive interference, specially designed interaction potentials were used. Numerous tests have been carried out on the system under these conditions. No collisions of the UAVs with each other, with obstacles or with “hunters” were observed. This confirms the reliability of the developed principles for controlling the movement of a group of UAVs under conditions of intense active and passive interference. The main difference between the presented work and existing ones is that various missions are carried out by groups of UAVs without external control according to data from a technical 3D vision system within the framework of a fairly simple molecular dynamics model by changing the shape of interaction potentials.

Keywords: UAV self-governance, UAV formations, active interference, collective intelligence, computer modeling, molecular dynamics method, interaction potential

For citation: Protasov V., Potapova Z., Mirakhmedov R. Using molecular dynamics method for a decentralized UAV autonomous self-governance system. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2023, vol.18, no.6, pp.67-80 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-6-67-80

Введение

Исследование посвящено решению актуальной задачи совершенствования систем беспилотных летательных аппаратов (БЛА) с использованием междисциплинарного подхода к разработке и созданию коллективного интеллекта БЛА, способных к квазиразумному групповому поведению при выполнении различных миссий. Ключевой задачей является обеспечение живучести группы при безусловном выполнении поставленных

группе задач в приемлемые сроки без опоры на внешние ресурсы. Известно, что в настоящее время не полностью решена проблема целостности группировки БЛА при выполнении миссий в условиях воздействия активных и пассивных помех. В настоящей работе предпринята попытка решения этой проблемы.

В данной работе считается, что связь и обмен информацией происходят внутри группы с использованием ближнего радиоизлучения и/или оптических каналов связи. Система управления БЛА может использо-