



СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

УДК 629.78

DOI: 10.31799/2077-5687-2022-3-3-6

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МАЛЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ВОКРУГ ОХРАНЯЕМОГО ОБЪЕКТА

А. Ю. Федоринов, В. В. Перлюк, В. В. Карпенко

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Рассматривается задача эффективного позиционирования летательных аппаратов вокруг охраняемого объекта с последующим внедрением роевого интеллекта в алгоритм, что будет положительно сказываться на скорости отработки алгоритма. Первичное решение задачи в декартовой системе координат позволит оценить работу алгоритма и наглядно продемонстрирует шаги вычисления.

Ключевые слова: метод позиционирования, алгоритм построения, равномерное распределение вокруг объекта.

Для цитирования:

Федоринов А. Ю., Перлюк В. В., Карпенко В. В. Разработка метода позиционирования малых летательных аппаратов вокруг охраняемого объекта // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №3(33), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП., 2022 – с.3-6. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2022-3-3-6.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR POSITIONING SMALL AIRCRAFT AROUND A PROTECTED OBJECT

A. Y. Fedorinov, V. V. Perlyuk, V. V. Karpenko

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

The problem of effective positioning of aircraft around a protected object is considered, followed by the introduction of swarm intelligence into the algorithm, which will have a positive effect on the speed of algorithm development. The primary solution of the problem in the Cartesian coordinate system will allow you to evaluate the work of the algorithm and clearly demonstrate the steps of calculation.

Keywords: positioning method, construction algorithm, uniform distribution around the object.

For citation:

Fedorinov A.Y., Perlyuk V. V., Karpenko V. V. Development of a Method for positioning small Aircraft around a Protected Object // System analysis and logistics.: №3(33), ISSN 2007–5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2022 – p 3-6. DOI: 10.31799/2077-5687-2022-3-3-6.

Введение

В настоящее время военные технологии сильно развиты, и ни один конфликт с применением силы не обходится без использования ракет. Поддержка с воздуха так же необходима в борьбе сторон, как и "живая" сила на земле. Заметим, что при некоторых условиях войну могут вести даже без участия пехоты, а только лишь применяя воздушную технику и силы, яркий пример – ядерное сдерживание: именно та сторона, которая сможет доставить свою ракету в нужную точку и будет считаться фаворитом (даже если запуск никогда и не произойдет). Из вышесказанного вытекает актуальность разработки алгоритмов доставки и позиционирования необходимых объектов куда-либо. В статье будет предложен и рассмотрен метод позиционирования малых летательных аппаратов вокруг охраняемого объекта, что приведет к достижению вышесказанных целей. Актуальность нахождения оптимальных алгоритмов позиционирования охраняемых объектов позволит расширить класс решаемых задач, откроет новые возможности применения как новых, так и старых разработок, связанных с доставкой необходимого объекта куда-либо, находясь под возможным вражеским подавлением или же мешающим фактором. Отметим, что внимание сфокусировано именно на разработке универсального алгоритма, а рассмотрение на данном примере считается более наглядным для понимания, множество задач может быть решено с участием этого метода.



Постановка задачи

Рассматривается задача позиционирования некоего числа так называемых вспомогательных аппаратов для охраны главного объекта [1]. Поставленная задача состоит в том, чтобы некий важный объект долетел до заданной цели, находясь под угрозой уничтожения/сбития, защита ему будет обеспечена путем применения охранного порядка специальных вспомогательных аппаратов, которые сами по себе не будут представлять большую ценность. Для простоты понимания эту задачу можно рассматривать на примере ракет. Допустим, ставится задача поразить особо мощной ракетой некоторую недружественную цель, враг будет предпринимать попытки сбития угрожающего ему объекта, однако для защиты сверхмощной ракеты будут использоваться ракеты малой мощности, так что при полете вражеских снарядов, удар будут по очереди принимать охранные ракеты малой мощности. В конечном итоге потенциал защиты будет зависеть от количества ракет сопровождения и их порядка при следовании. Эффективность позиционирования такой системы можно оценить по тому, как быстро будет получаться отражать вражеские снаряды и возможность перестроения в новые ряды для продолжения эффективного сопровождения [2]. Поскольку эта задача сводится к рассмотрению метода группировки неких объектов в трехмерном пространстве вокруг одного объекта, всю работу следует разделить на этапы:

1. Для начала следует проделать заданную операцию в двухмерной плоскости для четкого понимания работы алгоритма и понятия его оптимальности.
2. Далее следует выбрать наилучших геометрических фигур для охранного позиционирования в конкретных ситуациях.
3. Осуществить переход к трехмерному пространству.

Следует отметить, что так называемое охранные позиционирование далеко не новый термин, на сегодняшний день изучено и доказано, что круговое построение является самым эффективным при отражении атак со всех возможных направлений и при угрозе окружения противником [1]. Для лучшего понимания приведен рисунок 1, где А – исходный объект, который необходимо защищать и который принят за начало координат; В – желаемая “орбита”, траектория движения вспомогательных объектов; С – вспомогательные объекты, выполняющие роль защиты; R – расстояние удаления вспомогательных объектов от защищаемого объекта.

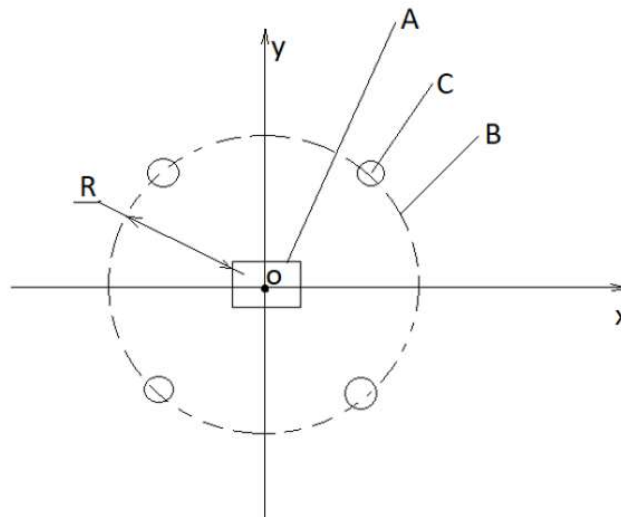


Рис. 1. Схематичное представление кругового построения

Теоретически решая поставленную задачу в декартовой системе координат, необходимо и достаточно будет лишь соблюсти ограничения по области распределения объектов



(выполняя условия формул):

$$\begin{cases} y_k = R * \sin \frac{2\pi K_n}{n} & (1) \\ x_k = R * \cos \frac{2\pi K_n}{n} & (2) \end{cases},$$

n – количество объектов, K_n – порядковый номер.

Однако на практике не потребуется таких вычислений, так как информацию о взаимных расстояниях объектов можно будет легко получить, следовательно, всю предыдущую систему уравнений можно трактовать так:

- (1) удаленность отдельного спутника от центра системы
- (2) расстояние между спутником 1 и 2, 2 и 3, ... (которые в идеале должны быть равны)

Исходя из условия выполнения этих уравнений, объекты будут выстраиваться в определенные фигуры, вписанные в окружность, а центром же этой окружности будет необходимый нам объект. Следующим шагом конечно же станет переход в трехмерное измерение, и построение сферы из защитных объектов, и описание условий и уравнений усложнится. Однако следует предположить, что при ограниченном наборе защитных элементов целесообразней будет располагать их по ходу движения в горизонтальной плоскости, хотя такую теорию еще и следует доказать путем моделирования, что может стать следующим шагом в работе. Стоит заметить, что выбор защитного порядка будет сводиться к составлению фигур в пространстве [4], а это в свою очередь изменит цель исследования, внимание будет переключено на нахождения более подходящей фигуры для конкретных условий [5].

Заключение

Предложенный метод может решить проблему сохранности ценных грузов, а при внедрении роевого интеллекта [6] в систему управление объектов сопровождения могут быть достигнуты невероятные результаты, так как выстраивание вручную определенного построения [7] под воздействием множества факторов просто невозможно для оператора. Также большим дополнением можно считать перспективы развития метода, ведь дальнейшее его усовершенствование позволит автоматизировать сложнейшие процессы группировки и построения, что позволит достигать наиболее эффективного позиционирования охранных систем [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Общевойсковая академия вооруженных сил Российской Федерации, кафедра тактики И.Н. Воробьев, тактика – искусство боя, Учебник, Рекомендовано Главным штабом Сухопутных войск в качестве учебника для вузов и частей Сухопутных войск Москва – 2002
2. П.А. Галобурда. Основы устройства реактивного оружия, его состояние и развитие в капиталистических государствах (по данным иностранной печати). Часть 2. Учебное пособие под редакцией конт-адмирала З. В. Еремеева. - Военно-морской флот, 1961
3. Paul Stone. Creatures Feature Possible Defense Applications // American Forces Press Service.
4. Researchers Abuzz About Land Mine Detecting Bees // American Forces Press Service.
5. Григорьев И. В., Мустафина С. А. РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА РОЯ ЧАСТИЦ НА NVIDIA CUDA // Науч.Форум, 2014.
6. Водолазский, И. А. Роевой интеллект и его наиболее распространённые методы реализации / И. А. Водолазский, А. С. Егоров, А. В. Краснов. — Текст:



- непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 4 (138). — С. 147–153.
7. Алгоритм роя частиц. Описание и реализации на языках Python и C# // jenyay.net. 2011.
 8. Сорокин, А. А. Роевой интеллект и групповая робототехника в решении различных задач / А. А. Сорокин, Р. А. Коваленко, Е. А. Яковлева. — Текст: непосредственный // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы VII Междунар. науч. конф. (г. Казань, июль 2020 г.). — Казань: Молодой ученый, 2020. — С. 23–31.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Федоринов Алексей Юрьевич –

Аспирант

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: Fedorinov.aleksey@mail.ru

Перлюк Владимир Владимирович –

кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

Карпенко Виталий Викторович –

студент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Fedorinov Alexey Yurievich –

graduate student

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

190000, St. Petersburg, st. Bolshaya Morskaya, 67, lit. A

E-mail: Fedorinov.aleksey@mail.ru

Perlyuk Vladimir Vladimirovich –

PhD. tech. Sciences, associate Professor

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

190000, St. Petersburg, st. Bolshaya Morskaya, 67, lit. A

Karpenko Vitaly Viktorovich –

graduate student

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

190000, St. Petersburg, st. Bolshaya Morskaya, 67, lit. A