УДК 004.94

Применение алгоритмов пространственного покрытия робототехническими системами в задачах поисково-спасательного обеспечения

Лисина Татьяна Борисовна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. В работе рассматривается применение алгоритмов покрытия территории DARP, STC для задач поисково-спасательных операций с использованием группы роботов. Проведено экспериментальное исследование на основе имитационного моделирования в среде NetLogo.

Ключевые слова: поисково-спасательные операции, DARP, STC, беспилотные летательные аппараты, надземные роботы, имитационное моделирование.

Одной из ключевых задач при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций является оперативное обследование зоны бедствия и обнаружение пострадавших. Применение кооперированных групп беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволяет существенно сократить время поиска и повысить вероятность обнаружения [1]. Однако задача планирования маршрутов группы роботов для обеспечения полного покрытия заданной области остается вычислительно сложной. Программная реализация таких алгоритмических комплексов требует формирования единой технологической и методической основы для разработки и поставки пакетов прикладных исследований, обеспечивающих стандартизацию вычислительных процедур [2].

Перспективным направлением решения данной проблемы является использование алгоритма DARP [3], который осуществляет декомпозицию рабочей зоны между роботами с учетом их начальных позиций, в комбинации с алгоритмом покрытия на основе остовного дерева (STC) [4]. Данный подход позволяет генерировать непересекающиеся маршруты без избыточных проходов,

обеспечивая при этом балансировку вычислительной и энергетической загрузки роботов. Следует отметить, что функционирование распределенных робототехнических систем требует не только эффективных алгоритмов планирования, но и надежной информационной поддержки, а также обеспечения защищенности систем управления и каналов передачи телеметрических данных от несанкционированного вмешательства [5]. Кроме того, этап предварительной верификации разработанных алгоритмов и подготовки операторов к управлению группой БПЛА может быть эффективно реализован на базе моделей интерактивных обучающих систем, имитирующих поведение группы роботов в виртуальной среде [6].

Имитационная модель реализована в среде NetLogo. Рабочая зона представлена клеточной сеткой. Пример разбиения, формируемого моделью привёден на рис.1

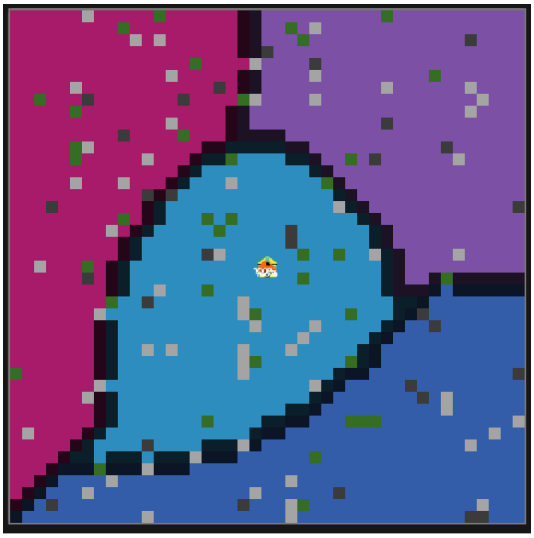


Рис. 1. Разбиение зоны обследования алгоритмом DARP

В экспериментах на площадях 0,5–1,0 км² БПЛА обнаруживали пострадавших, а наземные роботы выезжали для их верификации. Из 864 прогонов (лимит 5000 тиков симуляции) 97,6% завершились успешно. Оценка процента покрытия, числа обнаруженных и верифицированных пострадавших, времени миссии и остатка заряда батарей показала: ключевым ограничением эффективности системы является время выполнения, а не качество покрытия.

Таблица 1. Результаты эксперимента

Площадь, км^2	Среднее время (mean), тики	Количество прогонов симуляции
0.5	347.1	282
0.8		279
1.0		282

Анализ показал, что площадь зоны является основным фактором, определяющим время миссии. Увеличение площади с 0,5 до 1,0 км² приводит к росту среднего времени выполнения миссии примерно в 1,7 раз.

Список литературы

Писаренко Л.В., Гуменюк С.А., Потапов В.И. О возможностях и значении беспилотных летательных аппаратов для догоспитального этапа медицинской п

o 2. Yakimov I., Tregubov V., Tumbinskaya M. Creation of a unified industrial basis for the development and supply of applied research program packages at the Kazan computer factory. В сборнике: Selected Papers - 2017 4th International Conference "Computer Technology in Russia and in the Former Soviet Union", SoRuCom 2017. 4. 2017. С. 126-130.

. 3. Kapoutsis A. Ch., Chatzichristofis S. A., Kosmatopoulos E. B. DARP: Divide Areas Algorithm for Optimal Multi-Robot Coverage Path Planning // Journal of Intelligent & Robotic Systems. 2017. Vol. 86, no. 3–4. P. 663–680.

y 4. Gabriely Y., Rimon E. Spanning-tree based coverage of continuous areas by a

Тумбинская М.В. Информационная поддержка при обеспечении защищенности систем интернет-банкинга // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Т. 11. № 15 (300). С. 48-58.

Александрова Л.А., Тумбинская М.В. Модель интерактивной обучающей системы // Программные продукты и системы. 2009. № 2. С. 39.