Научная статья
Original article
УДК 623.8

СТРАТЕГИИ МОРСКОГО КООПЕРАТИВНОГО ПОИСКА И ОПТИМИЗАЦИИ ПУТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕСКОЛЬКИХ ПЛАТФОРМ

STRATEGIES FOR MARITIME COOPERATIVE SEARCH AND PATH OPTIMIZATION USING MULTIPLE PLATFORMS

Богаевский Антон Сергеевич, Бакалавр, магистр 2-го курса РУТ (МИИТ), Россия, г. Москва

Bogaevsky Anton Sergeevich, Bachelor, Master of the 2nd year of RUT (MIIT), Russia, Moscow

Аннотация: Учитывая монотонность поисковой платформы и поведение традиционного планирования пути морского покрытия, а также отсутствие кооперации, в данной статье устанавливается математическая модель задачи поиска морского кооператива с использованием нескольких платформ и исследуются стратегии поисковой кооперации и оптимизации пути. В терминах кооперативного поиска даны определения однородных и гетерогенных стратегий кооперативного поиска, а также разработаны имитационные сценарии различных масштабов.

Что касается оптимизации траектории, то стратегии, основанные на поведении и интеллектуальных алгоритмах, разрабатываются в соответствии с поисковыми характеристиками различных морских платформ. На этой

основе проводятся сравнения эффектов от различных совместных поисков и стратегий оптимизации траектории в различных морских сценариях. Показано, что стратегия оптимизации траектории с использованием гибридных интеллектуальных алгоритмов обладает более высокой производительностью, чем стратегия, основанная на поведении, и одиночный алгоритм.

Гетерогенная стратегия кооперативного поиска, вероятно, использует преимущества различных платформ, компенсируя их недостатки, способствуя более высокой прибыли, чем одиночный и однородный кооперативный поиск.

Abstract: Taking into account the monotony of the search platform and the behavior of the traditional planning of the sea coverage path, as well as the lack of cooperation, this article establishes a mathematical model of the task of searching for a marine cooperative using several platforms and examines the strategies of search cooperation and optimization of the path. Definitions of homogeneous and heterogeneous cooperative search strategies are given in terms of cooperative search, and simulation scenarios of various scales are developed.

As for trajectory optimization, strategies based on behavior and intelligent algorithms are developed in accordance with the search characteristics of various offshore platforms. On this basis, comparisons are made of the effects of various joint searches and trajectory optimization strategies in various marine scenarios. It is shown that a trajectory optimization strategy using hybrid intelligent algorithms has higher performance than a behavior-based strategy and a single algorithm.

A heterogeneous cooperative search strategy is likely to take advantage of different platforms, compensating for their disadvantages, contributing to higher profits than a single and homogeneous cooperative search.

Ключевые слова: мультиплатформенный кооперативный поисковый путь, оптимизация поведения на основе интеллектуального алгоритма.

Keywords: multiplatform cooperative search path, behavior optimization based on an intelligent algorithm

С ростом спроса на морские ресурсы со стороны стран всего мира, а также диверсифицированным развитием морских миссий и морских технологий морские поисковые платформы, представленные кораблями, самолетами и спутниками, все чаще используются в морском поиске и спасании, разведке и съемке, спутниковых измерениях и контроле, и военная разведка и другие области. В современной задаче морского поиска технология планирования маршрута морского поиска всесторонне учитывает ресурсы и ограничения, а также реализует поиск покрытия целевого морского района с помощью интеллектуальной оптимизации и технологии принятия решений, которая играет жизненно важную роль в сокращении времени поиска и стоимости платформы и повышении эффективности поиска. Однако на эффект планирования траектории поиска существенно влияют режим поиска и поисковые возможности морской платформы. Единой поисковой платформе трудно эффективно справляться с растущими масштабами и сложностью задач современных задач поиска на шельфе.

Поэтому, инвестируя в поисковые режимы и поисковые платформы с различными возможностями поиска, поисковый режим проведения морских многоплатформенных совместных операций имеет более сильную инженерную применимость и широкие исследовательские перспективы.

Существующая проблема морского поиска часто упрощается до задачи планирования пути покрытия (CPP). Проблема CPP возникла в области робототехники и в последние годы широко используется в таких областях как мониторинг местности, поиск целей, топографическая съемка и растениеводство. Определен метод патрулирования и поиска ”8-символьного" корабельного формирования, реализующий непрерывный охват и тактическую блокаду целевого морского района через стратегию региональной сегментации. Разработан “спиральный” алгоритм покрытия мобильного робота, и эффективное пересечение нерегулярных областей реализуется введением границы робота, следующей за поведением. На основе поведения поиска «Бустрофедон» и стратегии сегментации площади стратегия

покрытия БПЛА оптимизируется жадным алгоритмом. С учетом поисковых характеристик вертолетных подвесных РЛС разработана стратегия поиска “обратной” матрицы расширения с квадратной матрицей и проведено сравнение поисковых эффектов одномашинного поиска и многомашинного взаимодействия. Кроме того, не придерживались определенного поведения поиска, а растрировали область поиска, дополняли коррекцию управления динамикой полета на основе оптимизации сеточной траектории и реализовывали эффект распределенного совместного поиска несколькими БПЛА. Комбинируя сеточную обработку и стратегию поиска "скотоводство", решаются задачи многопогружного покрытия летательных аппаратов и динамического обхода препятствий на основе нейросетевых алгоритмов.

Большинство вышеперечисленных исследований основано на единой платформе или изоморфных коллаборативных стратегиях выполнения поисковых задач и редко предполагает многоплатформенный гетерогенный коллаборативный поиск. По сравнению с одноплатформенными или изоморфными задачами совместного поиска гетерогенный совместный поиск имеет следующие характеристики: 1) Существует большая разница в скорости поиска между платформами; 2) существует большая разница в методах поиска между платформами; 3) существует большая разница в затратах на поиск между платформами.

Ключ к многоплатформенной совместной оптимизации поисковых путей состоит в том, чтобы в полной мере использовать преимущества поиска различных платформ, дополнять преимущества и недостатки друг друга и сотрудничать друг с другом, чтобы достичь наивысшей эффективности охвата поиска.В связи с этим в данной работе создается многоплатформенная модель совместной оптимизации траектории поиска путем инвестирования в три типа поисковых платформ с различным поведением: корабли, самолеты и спутники. На этой основе исследуются эффекты морских стратегий совместного поиска и стратегий оптимизации траектории различных размеров.

Для того чтобы наглядно описать проблему многоплатформенной совместной оптимизации пути поиска, необходимо в определенной степени уменьшить масштаб и сложность задачи, а также сделать некоторые обоснованные предположения:

1) Учитывая, что скорость волны относительно мала по сравнению с поисковой платформой, цель поиска рассматривается как статическая частица, а задача упрощается до задачи CPP.

2) Учитывая, что высота волн относительно мала по сравнению с высотой беспилотника, целевой морской район имеет такую же высоту уровня моря, и задача упрощается до двумерной плоской модели.

3) Принимая во внимание большую площадь области поиска, поисковая платформа рассматривается как модель частиц, и на нее не влияет предел радиуса поворота и динамическое уклонение при встрече нескольких платформ.

В задаче многоплатформенного совместного поиска взаимодополняемость между режимом поиска платформы, скоростью и стоимостью значительно влияет на эффективность совместного поиска. Поэтому изучение форм поиска, в которых хороша каждая поисковая платформа, и избегание повторяющегося поведения поиска имеют большое значение для решения многоплатформенных задач совместного поиска. В задаче морского совместного поиска в этой статье были использованы следующие три поисковые платформы:

1) Судовые платформы. Полезная модель относится к морской надводной поисковой платформе, которая обнаруживает определенный веерообразный участок в направлении носовой части путем установки аппаратуры обнаружения на носу судна и проводит непрерывные поиски по направлению следа.

2) Авиационные платформы. Полезная модель относится к воздушной поисковой платформе роторного типа, которая обнаруживает определенный

круговой участок вокруг фюзеляжа путем установки на фюзеляже аппаратуры обнаружения и проводит скачкообразный поиск по направлению трассы.

3) Спутниковые платформы. Космическая поисковая платформа, обнаруживающая определенную прямоугольную область под звездой путем установки на ней аппаратуры обнаружения и ведущая непрерывные поиски по орбитальному направлению.

Морские поисковые операции, опирающиеся на корабли, самолеты и спутники, являются основными формами современных морских военных миссий, изысканий ресурсов и аварийно-спасательных работ. В связи с проблемой единой поисковой платформы и поведения, а также отсутствием синергии в традиционных методах, в данной работе создается многоплатформенная морская совместная модель оптимизации траектории поиска, разрабатывается многоплатформенная морская совместная стратегия поиска и оптимизации траектории, проводится моделирование оптимизации траектории поиска различных масштабов и делается следующий вывод: два вывода исследования:

1) Эффект оптимизации пути, основанный на гибридном интеллектуальном алгоритме, как правило, лучше, чем у стратегии поиска на основе поведения и одиночного алгоритма. Среди гибридных интеллектуальных стратегий наилучший эффект имеет генетическая стратегия табу, за которой следует стратегия табу и которая имеет меньшее стандартное отклонение.

2) Гетерогенные стратегии совместного поиска могут в полной мере использовать преимущества каждой платформы и извлекать уроки из сильных сторон друг друга. При крупномасштабных и среднемасштабных морских поисках эффект дохода значительно лучше, чем при одноплатформенных и изоморфных совместных поисках.

В то же время, из-за менее релевантных исследований в стране и за рубежом, эта статья значительно упростила процесс моделирования, и существует также много возможностей для улучшения стратегий совместной

оптимизации. Ввиду выявленных недостатков отметим следующие два момента содержания будущих исследований:

1) С точки зрения платформенной совместной работы, основанной на мультиагентной технологии, изучить стратегию оптимизации распределенного пути многоплатформенного взаимодействия с целью повышения автономности поиска, параллелизма и робастности.

2) С точки зрения совместной работы алгоритмов распределенные алгоритмы, такие как алгоритмы распределенной оценки и алгоритмы коэволюции, используются для решения крупномасштабных, многоцелевых и сильно ограниченных оптимизационных задач многоплатформенного совместного поиска.

Литература

1. 1.Варела Г., Каамано П., Орджалес Ф. и др. Автономные поисковые операции на базе БПЛА с использованием эволюционных алгоритмов ограниченной выборки
2. Ди Бинь, Чжоу Жуй, Дин Цюаньсинь. Распределенное совместное гетерогенное распределение задач с несколькими ДРОНАМИ [J]. Контроль и принятие решений, 2013, 28(2): 274-278.
3. 3.Марченко С. С. Проблема модернизации российского флота путем создания новых конкурентоспособных судов / С. С. Марченко // Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России: материалы III Межвуз. науч.-практ. конф. студентов и аспирантов, 15-16 мая 2012 г. — СПб.: СПГУВК, 2012. — 453 с.
4. Шадрина Г. В. Экономический анализ: учеб. пособие, практикум, тесты / Г. В. Шадрина; Московский гос. ун-т экономики статистики и информатики. — М., 2007. — 229 с.
5. Райзберг Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2006. — 495 с.
6. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года.

Literature

1. Varela G., Caamano P., Orjales F. et al. UAV-based autonomous search operations using limited sampling evolutionary algorithms
2. Di Bin, Zhou Rui, Ding Quanxin. Distributed Collaborative Heterogeneous Distribution of Tasks with Multiple DRONES [J]. Control and Decision Making, 2013, 28(2): 274-278.
3. Marchenko S. S. The problem of modernization of the Russian fleet by creating new competitive vessels / S. S. Marchenko // Modern trends and prospects for the development of water transport in Russia: materials of the III Interuniversity. scientific-practical. conf. students and graduate students, May 15-16, 2012 - St. Petersburg: SPGUVK, 2012. - 453 p.
4. Shadrina GV Economic analysis: textbook. manual, workshop, tests / G. V. Shadrina; Moscow state. University of Economics, Statistics and Informatics. - M., 2007. - 229 p.
5. Raizberg B. A. Modern economic dictionary / B. A. Raizberg, L. Sh. Lozovsky, E. B. Starodubtseva. - 5th ed., revised. and additional — M.: INFRA-M, 2006. — 495 p.
6. Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030.

© Богаевский А.С., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022.

Для цитирования: Богаевский А.С., СТРАТЕГИИ МОРСКОГО КООПЕРАТИВНОГО ПОИСКА И ОПТИМИЗАЦИИ ПУТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕСКОЛЬКИХ ПЛАТФОРМ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022.