

УДК 004.896+681.3

ГИБРИДНЫЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ С ВЕРИФИКАЦИЕЙ ОРИЕНТИРОВ

Михнев С.С.¹, Канаев С.В.²

¹Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина,

²Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, Украина

Рассматриваются основные этапы обработки информации в структуре интеллектуальной системы управления мобильной робототехнической системой. Предложен метод обработки информации, позволяющий подготовить данные для автономного принятия решения МРТС. Указанный гибридный метод предполагает использование гибридных интеллектуальных технологий, включающих совокупность вычислительных средств нейросетевых технологий, генетических алгоритмов, нечетких систем, мультигридов, теории графов и геометрического моделирования.

Введение

Современный этап развития мобильной робототехники характеризуется тенденцией интеграции в мобильную робототехническую систему (МРТС) способности к автономному интеллектуальному принятию решения в процессе автономного функционирования данной системы [1].

Для реальных условий, в которых функционирует МРТС характерно наличие нелинейных зависимостей и недетерминированных событий во внешней среде, влияющих на работу МРТС. В связи с этим, во время автономного выполнения задач МРТС может столкнуться с неопределенными ситуациями [2], которые усложняют достижение поставленной перед МРТС цели и требуют применения гибких интеллектуальных технологий синтеза поведения МРТС [1,3]. При этом для получения приемлемого результата за приемлемое время необходимо достичь компромисс между требованиями к: скорости выполнения задачи; интеллектуальности автономно принимаемых решений; ограничений на количество обрабатываемой информации; технической оснащенности МРТС.

Вышеуказанные задачи обуславливают актуальность разработки эффективных автономных систем управления МРТС на базе гибридных интеллектуальных информационных технологий, которые объединяют средства и методы искусственного интеллекта (Artificial Intelligence), вычислительных интеллектуальных технологий (Computational Intelligence) и моделирования.

Решение задачи

Решение задачи планирования маршрута автономного передвижения МРТС можно разбить на два уровня: стратегический и тактический. Стратегический уровень планирования предполагает решение многокритериальной оптимизационной задачи прокладки генеральной траектории перемещения МРТС по местности в масштабах описанных картой местности, которая используется в качестве априорных данных. Тактический уровень планирования предполагает синтез поведения МРТС в условиях локальных неопределенностей, таких как динамические (движущиеся препятствия), препятствий соизмеримых с размерами МРТС, шумовых препятствий, препятствий не нанесенных на карту и препятствий, обусловленных сезонными явлениями.

Для решения задачи стратегического планирования маршрута перемещения МРТС, управляющая система МРТС должна выполнять следующие этапы преобразования информации:

- обработка априорных картографических данных;
- трансформация априорных данных в формат пригодный для решения многокритериальной оптимизационной задачи;
- решение оптимизационной задачи;

- локальные уточнения первоначального решения;
- уточняющие решения на основе дополняющих данных.

Важным этапом решения задачи синтеза гибридной интеллектуальной управляющей системы МРТС является формализация и реализация этапа подготовки априорной информации о карте местности по которой планируется перемещение МРТС. При этом, по полученной априорной информации необходимо построить структуры данных, на которых возможно решение многокритериальных оптимизационных задач с учетом возникающих неопределенностей. Под неопределенностью подразумевается один из видов по классификации приведенной в [2]. На рис. 1 приведена обобщенная модифицированная структура информационной модели системы управления АМР, которая разработана на базе структуры модели приведенной в [4].

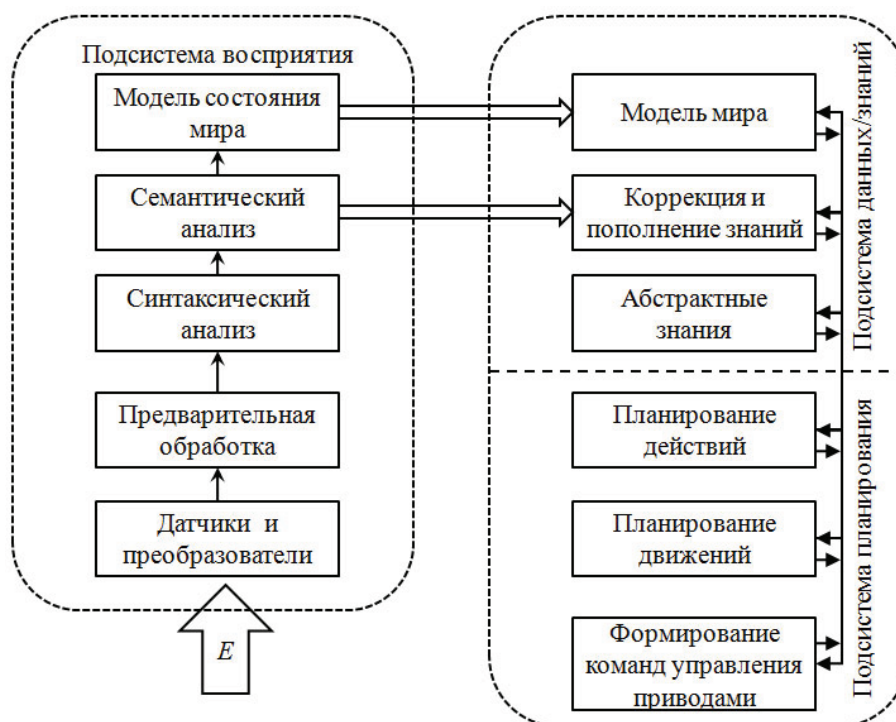


Рисунок 1. Обобщенная структура модели информационного обмена автономного мобильного робота и внешней среды

На рис. 1 E представляет собой вектор значимых значений, характеризующих состояние внешней среды.

Одним из источников неопределенности является незнакомый рельеф при передвижении АМР по пересеченной местности. Для решения задачи прохождения из точки в точку с наименьшими потерями при условии выполнения миссии, необходимо обеспечить возможность уменьшения неопределенности за счет способности ориентироваться на местности по ориентирам, описанным в априорной модели внешней среды (мира) АМР.

В работе [5] предложено хранить информацию об объектах реального мира с помощью векторного информативно-значимого ассоциативного (ВИЗА-данные) представления. На текущем этапе развития представление включает следующий минимальный набор атрибутов для объекта-ориентира, описывающего реальный объект в априорной модели мира:

- уникальный идентификатор объекта (в пределах загружаемого участка реального мира);
- координаты условного центра объекта (X_c, Y_c) в декартовой системе координат;
- вектор точек в локальной полярной системе координат определяющий вершины объекта, который должен содержать количество точек достаточное для восстановления проекции по заданному методу проецирования;
- набор ассоциативных данных (название, характеристики) в формате «ключ→значение»;

- набор ассоциативных данных в формате «ключ→значение» для определения типа данных характеристики объекта и набора допустимых операций над характеристикой.

Перед выполнением задачи мобильным роботом, априорная модель мира содержит начальные версии объектов-ориентиров на карте. По ходу выполнения миссии или движения вдоль траектории спроектированной в блоке стратегического планирования происходит верификация основных объектов-ориентиров с выполнением классификации и относительной привязкой объектов отсутствующих в модели мира к объектам-ориентирам. Новые объекты помещаются в базу «приобретенных» объектов.

Верификация ориентиров и корректировка нового маршрута содержит следующие этапы:

- фотографирование предполагаемого объекта ориентира;
- предварительная обработка изображения (применение фильтров и выделение контуров);
- моделирование на базе ВИЗА-данных с помощью объектно-ориентированного подхода контура объекта-ориентира с использованием методов геометрического моделирования [6];
- идентификация и сопоставление полученного изображения с образом, полученным в результате моделирования;
- уточнение, в случае неполного соответствия на базе нейросетевых технологий;
- оценка рисков, с учетом уточненной информации;
- проверка необходимости расчета новой оценки оптимальности маршрута;
- многокритериальная оценка оптимальности (при необходимости) с помощью аппарата генетических алгоритмов;
- подтверждение рассчитанного маршрута, либо выбор вновь рассчитанного.

Для выполнения поставленных задач управляющая система АМР должна содержать блоки геометрического моделирования, нейросетевые блоки распознавания и уточнения, блоки нечеткой оценки, блоки многокритериальной оптимизации на базе генетических алгоритмов. Все блоки должны обмениваться данными в унифицированном формате на базе ВИЗА-данных по единой информационной шине.

В качестве инструмента многокритериальной оптимизации предлагается использование генетических алгоритмов на графе [7]. Стоимости переходов задаются векторами критериев оптимизации, что позволяет применять аппарат многокритериальной оптимизации. Таким образом, первые два этапа должны генерировать граф по исходным данным. В качестве инструмента трансформации предлагается использовать мультигриды [8] с последующей генерацией графа с учетом восьмисвязной топологии мультигрида.

Процесс наложения мультигрида на исходную карту показан на рис. 2.

На рис. 2 на каждой итерации разбиения мультигрида вновь получаемые элементы меньших размеров обозначены более темным цветом. Применение мультигридов позволяет разбить исходную карту на сектора-элементы, в которых можно осреднить значения критериев оптимизации и тем самым уменьшить количество обрабатываемых данных при решении задачи многокритериальной оптимизации.

В результате наложения мультигрида получается иерархическая система покрытий с восьмисвязной топологией, которые позволяют задать для полученных элементов конечного восьмисвязного пространства обобщенные значения по критериям оптимизации и связи между элементами. Что в дальнейшем позволяет получить двунаправленный граф, вершинами которого являются элементы пространства, ребрами являются соединения между элементами, а стоимость перехода задается векторами значений для критериев оптимизации.

В ходе дальнейших исследований планируется разработать критерии информативной значимости и провести оценку достаточного количества данных для геометрического моделирования объекта-ориентира и дать формальное описание формата представления ВИЗА-данных.

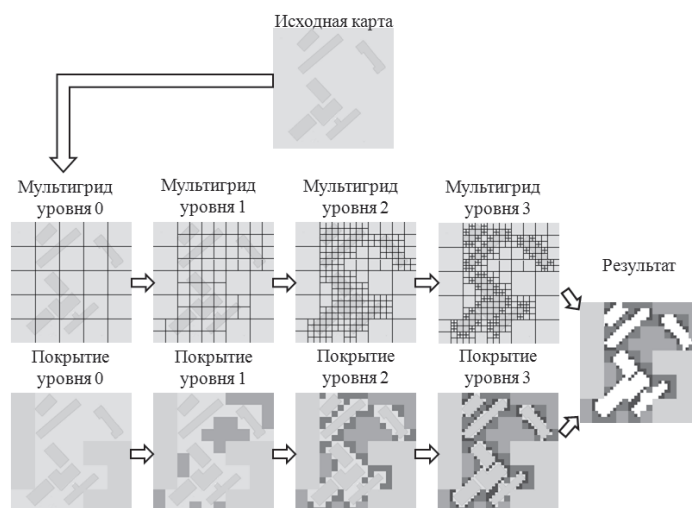


Рисунок 2. Процесс наложения мультигрида на исходную карту по одному из критериев оптимизации

Выводы

В предложенном методе отображены основные этапы обработки информации для обеспечения возможности автономного принятия решения интеллектуальной системой управления МРТС.

Предложен поход к формализации исходных данных на базе мультигридов с помощью преобразования данных из формата растровой карты в двунаправленный граф с представлением априорных данных в виде пригодном для решения задачи многокритериальной оптимизации.

Также рассмотрены основные характеристики, которые необходимы для решения задачи автономного ориентирования МРТС в пространстве при помощи векторного информативно-значимого ассоциативного (ВИЗА) представления информации об объектах-ориентирах.

Вышеуказанные составляющие являются основой для разработки эффективной интеллектуальной системы управления автономной МРТС.

Литература

- [1] Юревич Е.И. Основы робототехники. – 2-е изд., перераб. и доп./ Е.И. Юревич – СПб.:БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
- [2] Пономарев О.С. Нечеткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решения: учебное пособие./ О.С. Пономарев - Харьков: НТУ «ХПИ», 2005. -232 с.
- [3] Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы/ Д. Рутковская, М. Пилинский, Д. Рутковский – М.: Горячая линия-телеком, 2006. – 457с.
- [4] Гаврилов А.В. Системы искусственного интеллекта/ А.В. Гаврилов – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001 – Ч.1. – 67с.
- [5] Квасніков В.П. Структура інтелектуальної системи управління мобільним роботом з верифікацією орієнтирів / В.П. Квасніков, С.С. Міхнев // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2011. – № 32. – С. 33 – 37.
- [6] Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование/ Н.Н. Голованов -М.:Издательство Физико-математической литературы, 2002. – 472 с.
- [7] Погорілий С.Д. Генетичний алгоритм розв'язання задачі маршрутизації в мережі// Погорілий С.Д. Білоус Р.В./Проблеми програмування.- 2010. -№1.-С. 171-177.
- [8] William L. Briggs. A multigrid tutorial/ William L. Briggs, Van Emdem Henson, Steve F. McCormick/ SIAM, 2000. – 193 p.