

Д.Ю. Петров, В.В. Рыбко

ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСА МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Предложен подход к разработке комплекса мобильных роботов для ведения разведки местности на основе искусственного интеллекта и современных информационных технологий.

Мобильный робот, комплекс, групповое управление, искусственный интеллект, информационные технологии, UML

D.Yu. Petrov, V.V. Rybko

LEAD-UP TO ELABORATION OF COMPLEX MOBILE'S ROBOTS

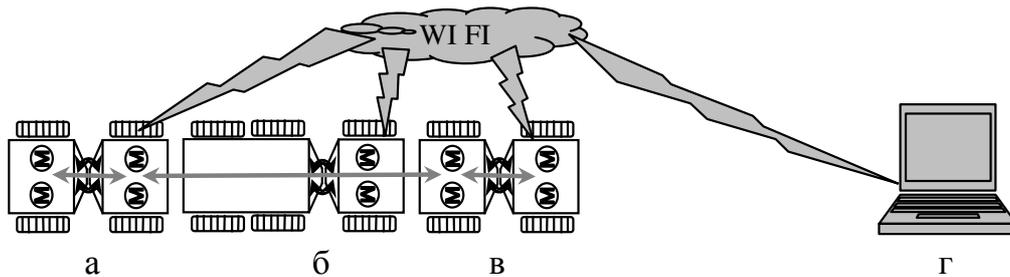
It was proposed lead-up to elaboration of complex mobile's robots to directing of reconnaissance place on base of artificial integrity and modern informatics technologies.

Mobile's robot, complex, group control, artificial integrity, informatics technologies, UML

Введение. Современные мобильные роботы (МР) могут быть использованы для решения различных задач в экстремальных условиях, в частности в области охраны и мониторинга, для патрулирования потенциально опасных мест химических предприятий, в военной области: для установки, поиска и обезвреживания мин; поиска, обнаружения целей и наблюдения за ними; транспортировки боеприпасов и других средств боевого обеспечения; доставки оружия на огневой рубеж и уничтожения целей; для проведения спасательных и аварийных работ в зонах экологических катастроф. Таким образом, большая часть мобильных роботов разрабатывается для работы во вредных или опасных для человека условиях. Важную роль при этом играет проблема создания интеллектуальной системы управления, позволяющей роботу или их группе автономно выполнять поставленную задачу при минимальном участии человека.

1. Комплекс мобильных роботов. Наиболее сложными из существующих типов МР являются роботы для бездорожья, военных применений, мобильных патрулирований, а также для чрезвычайных ситуаций с функцией обеспечения автоматического возврата, так как они создаются для выполнения сложных задач в трехмерном пространстве в непредсказуемых условиях недетерминированной внешней среды. К таким задачам относятся задачи разведки местности, патрулирования, доставки груза в условиях вредных для человека. МР для движения по пересеченной местности нужна адаптивная подвеска, позволяющая приспосабливаться к изменениям рельефа местности. Дополнительные возможности МР дает объединение их в группу.

Рассмотрим комплекс МР, представляющий собой лабораторное средство для изучения студентами методов управления МР и их группой. Каждый МР может взаимодействовать с другими МР и со стационарным центром управления и мониторинга (СЦУМ) через WiFi. МР могут объединяться для преодоления сложного участка пути и для транспортировки отказавшего МР на базу для выполнения технического обслуживания. На рисунке показано объединение трех МР в единый под управлением операционной системы жесткого реального времени QNX Neunrino. Серой стрелкой на рисунке показана сеть Qnet, объединенной при объединении трех МР в единый МР, где а и в – МР для разведки местности, б – транспортный МР, г – СЦУМ.



Комплекс мобильных роботов

Основу комплекса составляют модульные, сочлененные МР. Сборка МР из модулей позволяет разрабатывать специализированные МР для оптимального решения определенного круга задач. СЦУМ обеспечивает решение следующих задач: передача каждому МР целей функционирования комплекса; мониторинг состояния каждого МР; дистанционное управление МР; долговременное хранение трассы каждого МР и препятствий, которые они обнаружили; анализ информации, предоставленной МР и формирования подробной карты местности. Автономность МР составляет 1 час, максимальная скорость движения 5 км/ч, дальность связи СЦУМ с мобильным роботом не более 2 км.

Каждый МР состоит из двух модулей. Модули могут быть активными и пассивными (прицеп). В состав активного модуля входят: по два мотор-редуктора с силовыми контроллерами, аккумуляторы, процессоры 1 и 2 обработки видеоизображения с камеры по интерфейсу USB или Ethernet, процессор 3 ориентации робота, обработка данных периферийных устройств (акселерометр, гироскоп, ГЛОНАСС, GPS) по интерфейсам USB, Ethernet, CAN), процессор 4 планирования трассы робота, управление движением (DO, AO), обработка информации с датчиков (DI, AI) и периферийных устройств (WiFi, сервоприводы и др.) по интерфейсам USB, Ethernet, RS232/485. Вычислительная нагрузка на процессоры может перераспределяться на основе применения сети QNet.

2. Алгоритмы группового управления МР. Анализируя технические, социальные и природные группы, можно выделить две крайние стратегии группового управления – стратегия централизованного управления и стратегия децентрализованного управления.

Суть стратегии централизованного управления заключается в наличии устройства, на которое возлагается задача планирования и управления действиями всех объектов группы. Последующая тенденция – постепенное развитие децентрализации с передачей на местный уровень части функций центра. Суть стратегии группового управления заключается в том, что в системе нет какого-либо центрального устройства управления или командира, а каждый член группы самостоятельно принимает решение о своих действиях, пытаясь при этом внести максимально возможный вклад в достижение общей групповой цели. Основные достоинства такого подхода: наилучший учет местных условий, наибольшая точность относительной координации соседних объектов и надежность, а также освобождение от таких недостатков централизованного управления как большая размерность и объем обработки всей информации в центре, невысокая надежность.

Можно выделить два типа систем, использующих децентрализованную стратегию группового управления: система с коллективным принципом управления и система со стайным принципом управления. Коллективная стратегия подразумевает, что объекты, входящие в группу, имеют возможность обмениваться друг с другом информацией с целью оптимизации групповых действий по средствам некоторого канала обмена информацией. Стайная стратегия управления подразумевает, что каждый объект, входящий в группу, не имеет никакой информационной связи с другими объектами, более того, даже может не знать, сколько еще объектов входит в его группу и их параметры. Тем не менее на основании косвенной

информации об изменениях состояния среды, вызванных действиями других объектов, входящих в группу, каждый объект должен уметь «подстраивать» свои действия под действия всех остальных объектов группы с тем, чтобы совместными усилиями достичь общей групповой цели [1]. В [2] рассмотрена проблематика моделирования сложных систем управления со слабой координацией на основе стайных принципов поведения, построена общая модель «стаи» и решены задачи покрытия круговой цели. На основе данной модели разработано программное обеспечение для рассматриваемого комплекса МР.

3. Программирование и моделирование поведения комплекса МР. Разработка системы управления комплексом начинается с определения требований к нему. При этом для хранения сформулированных требований и их изменения в процессе разработки системы управления комплексом МР используется программный пакет Doorgs. Требования передаются в среду моделирования Rhapsody, которая обеспечивает модельно-управляемую разработку программного обеспечения. Rhapsody позволяет протестировать текущие результаты на любом этапе процесса разработки, от анализа требований до готовой встраиваемой системы, и сократить его до 30%. Rhapsody поддерживает инструменты конфигурационного управления (Subversion, CVS и др.). Для моделирования системы управления комплексом МР в Rhapsody разработаны: диаграмма прецедентов, структурная диаграмма, диаграммы последовательности и диаграммы состояний.

При моделировании в Rhapsody одновременно выполняется автоматическая кодогенерация для C, C++, Java в интегрированной среде разработки QNX Momentics IDE. QNX Momentics IDE позволяет, помимо разработки и компиляции приложений встраиваемых систем для работы в ОС QNX Neutrino для нескольких аппаратных платформ, выполнять их отладку, анализ производительности и системное профилирование. Системное профилирование позволяет проанализировать взаимодействия процессов и потоков, эффективность обработки прерываний, т.е. поведение системы в целом в условиях ограничений по времени.

Применение среды моделирования Rhapsody повышает эффективность разработки системы управления комплексом МР. Полученная программная модель системы управления обеспечивает легкую адаптацию ее к различным областям применения (патрулирование территории, экологический мониторинг и разведка местности) с учетом их специфических требований к функционированию и дополнительным аппаратным средствам.

4. Оценка надежности комплекса мобильных роботов. Моделирование и расчет вероятностных характеристик надежности комплекса МР выполняются в программном комплексе (ПК) «Арбитр», который содержит специальное графическое средство представления структур систем – схему функциональной целостности (СФЦ) [3]. С помощью аппарата СФЦ могут представляться как типовые монотонные структурные модели (блок-схемы, графы связности, деревья отказов, деревья событий), так и новый класс немонотонных структурных моделей надежности и безопасности систем. ПК «Арбитр» позволяет строить модели надежности структурно-сложных системных объектов и процессов на основе общего логико-вероятностного метода для расчета надежности, стойкости, живучести, риска и безопасности структурно-сложных систем. Применение системы позволило провести анализ структуры комплекса МР, в результате которого выделены причины отказов и определены найдены наиболее эффективные пути повышения его надежности.

Методы группового управления и технологии управления жизненным циклом программного обеспечения позволяют повысить эффективность, качество и скорость разработки сложных автономных мобильных комплексов специального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каляев И.А. Стайные принципы управления в группе объектов / И.А.Каляев, А.Р. Гайдук // Мехатроника, автоматизация, управление. 2004. №12. С. 27-38

2. Скобелев В.Г. Стайная модель управления группой объектов / В.Г.Скобелев, Е.В. Тыкулов // Труды ИПММ НАН Украины. Донецк: ИПММ НАН Украины, 2005. С.126-136.

3. СЕВЗАПМОНТАЖАВТОМАТИКА [Электронный ресурс]: ПК АРБИТР. Режим доступа: <http://www.szma.com/pkasm.shtml>.

Петров Дмитрий Юрьевич –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Рыбко Вячеслав Вячеславович –

магистрант Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.099