

УДК 623.6:335.4

Бойхурозов М.Р., Турсинов Ш.Б.

МОБИЛЬНЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Академия МЧС Республики Узбекистан, г. Ташкент

Приведены перспективные направления работ по использованию мобильных робототехнических комплексов в различных областях человеческой деятельности, будь то промышленность или повседневное использование, а также такой наиболее быстро развивающейся области робототехники, как мобильная робототехника.

Ключевые слова: мобильный робототехнический комплекс, пожарно-спасательные работы, движитель, аппаратное обеспечение, алгоритмическое обеспечение.

M.R. Boykhurozov, Sh.B. Tursinov

MOBILE ROBOTIC COMPLEXES FOR FIREFIGHTING

Academy of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan, Tashkent

Perspective areas of using the mobile robotic systems in various areas of human activity, whether it is industry or everyday using, as well as such the most rapidly developing area of robotics as mobile robotics, are given.

Keywords: mobile robotic complex, firefighting and rescue operations, hardware, algorithmic support.

Технический прогресс приводит к возрастанию рисков возникновения техногенных аварий и катастроф, в том числе пожаров в замкнутых пространствах. В таких условиях работа пожарных становится более опасной вследствие усложнения технологических процессов, насыщенности их различными пожаровзрывоопасными веществами, широкого использования токсичных и радиоактивных веществ. Можно сказать, что пока в полной мере не решена проблема защиты пожарных от действия лучистых потоков пламени при тушении пожаров резервуарных парков, технологического оборудования нефте-

и газоперерабатывающих заводов, лесов, газонефтяных фонтанов, складов лесопиломатериалов, а также в зонах повышенного выделения радиации при аварийных ситуациях на АЭС или там, где опасно и нежелательно присутствие людей.

Перспективным направлением совершенствования пожарной техники является создание мобильных робототехнических комплексов, с помощью которых можно осуществлять круглосуточный контроль объектов, оперативную разведку и оценку пожарной обстановки, тушение загораний, охлаждение технологического оборудования и строительных конструкций, проведение

аварийно-спасательных работ, эвакуацию людей из зоны пожара и спасение материальных ценностей. Значительное упрощение работы пожарно-спасательного расчета возможно благодаря использованию современной техники, в число которой входят пожарно-спасательные мобильные роботы современного поколения.

Роботы в настоящее время широко используются в промышленности, на транспорте, в медицине, военном деле, космонавтике и других областях. Альтернативы роботам не существует в ситуациях, когда выполнение некоторой задачи находится за пределами возможностей человека либо сопряжено с чрезмерной угрозой его здоровью и жизни [1].

Современная робототехника возникла во второй половине XX века, когда в ходе развития производства появилась потребность в универсальных манипуляционных машинах-автоматах. Объективными предпосылками ее возникновения явились потребность исключения человека из непосредственного участия в машинном производстве и недостаточность для этих целей традиционных средств автоматизации; необходимость гибкой автоматизации в промышленности.

Мобильный робототехнический комплекс – это электромеханическое, пневматическое, гидравлическое устройство с программным обеспечением либо их комбинация, работающая без участия человека и выполняющая действия, обычно осуществляемые человеком.

Другими словами, робот – это автоматическое устройство, имити-

рующее движения и действия человека. Мобильные робототехнические комплексы определяют как автоматическое устройство, созданное по принципу живого организма. Действуя по заранее заложенной программе и получая информацию о внешнем мире от датчиков, РТК самостоятельно осуществляет операции, выполняемые обычно человеком, при этом они могут иметь связь с оператором (получать от него команды) или действовать автономно [2].

Создание дистанционно и автономно управляемых роботов специального назначения позволяет существенно повысить безопасность работы спасателей, а также эффективность работы спасательных подразделений в чрезвычайных ситуациях. Мобильный робот – это техническое средство, которое выполняет функции, предписанные виды работ или операции без непосредственного участия человека в опасной зоне [3].

Мобильный робот перемещается для решения тех или иных задач, получает данные с внешних датчиков и должен постоянно обрабатывать информацию, чтобы управлять своим движением. Все эти процессы происходят непрерывно и тесно взаимосвязаны друг с другом. Можно сказать, что существует огромное число мобильных роботов различного назначения, которые используются практически во всех окружающих нас средах. Характерной особенностью мобильных робототехнических комплексов считается способность частично или полностью выполнять двигательные и интеллектуальные функции человека. От обычной автоматической системы робототехниче-

ские комплексы отличаются многоцелевым назначением, большей универсальностью, возможностью перестройки на выполнение разнообразных функций.

Мобильный робототехнический комплекс призван заменить человека в случаях, когда выполнение задачи находится за пределами человеческих возможностей либо сопряжено с чрезмерной угрозой здоровью и жизни спасателя [4].

Мобильных роботов для аварийно-спасательных работ можно классифицировать по следующим признакам: область применения (разведка в очагах возникновения пожаров в условиях повышенного радиационного фона, химического заражения и осколочно-фугасного поражения, ликвидация химических, радиоактивных, взрывоопасных аварий, пожаротушения и другие аварийно-спасательные работы); степень подвижности (стационарные, мобильные); тип системы управления (программные, адаптивные, интеллектуальные); функциональное назначение (манипуляционные, транспортные, информационные, комбинированные); уровень универсальности (специальные, специализированные, универсальные); тип исполнительных приводов (электрические, гидравлические, пневматические).

Несмотря на различия, все роботы имеют три основные общие черты, на которые необходимо опираться при проектировании: определенный набор механических свойств (форма, размер, используемые материалы и т.д.), необходимых для выполнения поставленных задач; определенный набор электронных ком-

понентов; определенный уровень компьютерного программного кода.

Мобильную робототехнику можно разделить на два класса. Первый класс – это дистанционно управляемые оператором роботы, второй класс – это роботы, способные выполнять определенные действия в автономном режиме. В большинстве случаев управление роботом осуществляет человек-оператор на уровне движений, при этом от человека требуется непрерывное наблюдение за роботом и оперативное управление его действиями. Такой подход определяется неспособностью робота принимать самостоятельные решения и имеет ряд недостатков. К ним можно отнести необходимость организации и постоянной поддержки канала связи с человеком-оператором, что существенно ограничивает область применения робота.

Кроме того, человек не всегда может правильно оценить обстановку по данным телеметрии и осуществить адекватное управление. Возможны ситуации, когда мобильный робот оказывается вне зоны наблюдения или связь с ним теряется. В этих случаях робот должен автоматически определять типы возникающих перед ним препятствий и выбирать соответствующий способ их преодоления. Тем самым происходит снижение зависимости робота от человека.

Основные свойства мобильного робота, которые следует учитывать при проектировании движений мобильного робота: скоростные свойства; влияние ускорения; надежность; уровень потребления энергии [5]. Конструктивно мобильный ро-

бот включает в себя движители, манипуляторы и их схваты, двигатели, различные датчики, устройства связи и т.д. Специфическими для роботов являются первые два типа устройств.

Для представления эффективности роботов рассмотрим проблемы, связанные с проектированием движителей и манипуляторов роботов, а также их схватов. Для обеспечения перемещения мобильного робота можно определить отличительные характеристики, которые непосредственно зависят от физических свойств среды. Для этого можно рассматривать наземных мобильных роботов, которые перемещаются на: конечностях или ногах; колесной базе; гусеничной базе.

Движителем для мобильных роботов можно называть то устройство, которое преобразует энергию двигателя или внешнего источника в полезную работу по перемещению в соответствующей среде. Тип движителя робота определяется реализуемым им способом передвижения в пространстве, который в свою очередь обусловлен средой, в которой должен функционировать робот.

Можно различать движители для перемещения по земле и под землей, по воде и под водой, в атмосфере, космосе, а также движители для робототехнических комплексов для спасательных и других неотложных работ, где есть большая опасность для жизни человека. Наряду с этим для роботов разработано большое число других движителей.

Чаще всего при конструировании движителей роботов используют бионический подход, то есть спосо-

бы передвижения земных живых существ. Зоологи выделяют шесть способов передвижения животных.

Для пожарно-спасательных работ наиболее эффективны следующие способы: передвижение на конечностях и ползание. В основном выделяют три основных типа движителей, обеспечивающих передвижение на конечностях: двуногие, четырехногие, многоногие. Можно сказать, что двуногие шагающие роботы из-за больших размеров не подходят для спасательных работ в завалах.

Наиболее известными существами в природе, которые передвигаются с помощью ползания, являются змеи и гусеницы. Способы движения этих животных несколько отличаются. В робототехнике используют движители, реализующие как змееподобные движения, так и движения, подобные гусенице. Членистое строение змеероботов облегчает их ремонт и дает возможность роботам объединяться в длинные структуры путем «стыковки» двух роботов и более. Основная проблема движителей змеино-го типа – их высокая энергозатратность. Поэтому такие роботы, как правило, автономно могут двигаться лишь кратковременно либо по гладкой поверхности. Высокая мобильность змеероботов может быть незаменима, например, при поиске пострадавших от землетрясений в руинах зданий – в таких условиях роботы на гусеницах или колесах не способны передвигаться.

Среди роботов, использующих колесные движители, можно выделить одно-, двух-, трех-, четырех- и многоколесные. Чаще всего применяют четырехколесных роботов.

Одно- и двухколесные решения позволяют упростить конструкцию робота, придать ему возможность работать в ограниченных пространствах. Но большей проходимостью обладают многоколесные роботы: шести-, восьми- и более колесные.

Большее сцепление с грунтом, чем колесные движители обеспечивают гусеничные движители. Многие современные роботы разрабатываются как гусеничные. Манипулятором для мобильных роботов является механизм для управления пространственным положением орудий труда робота и объектов труда. Манипуляторы, как правило, включают в себя звенья, обеспечивающие поступательные и вращательные перемещения его рабочих органов. Среди рабочих органов, в первую очередь, выделяют захватные устройства и специальные устройства. Специфическими для роботов являются их схваты.

Можно определить, что проблемы проектирования традиционных движителей прошли большой путь развития и в настоящее время поддержаны большим числом специализированных программных систем. Методы и программное обеспечение используются также для проектирования традиционных движителей роботов. Иной является ситуация с проектированием движителей, не имеющих прототипов в живой природе. Для движителей данного класса только предстоит разработать математические модели, а также методы, алгоритмы и программное обеспечение, построенные на основе этих моделей.

В настоящее время можно различать 3 поколения мобильных ро-

ботов: программные, с жестко заданной программой; адаптивные, с возможностью автоматически перепрограммироваться (адаптироваться) в зависимости от обстановки. Изначально задаются лишь основы программы действий; интеллектуальные, в которых задание вводится в общей форме, а сам робот обладает возможностью принимать решения или планировать свои действия в распознаваемой им неопределенной или сложной обстановке.

Типичные мобильные роботы имеют следующие компоненты: контроллер, управляющее программное обеспечение датчиков и исполнительные механизмы; контроллер, как правило, микропроцессор, встроенный микроконтроллер или персональный компьютер. Программное обеспечение может быть написано как на языке высокого уровня, так и на языке низкого уровня. Совокупность средств управления, формирующих, принимающих, транслирующих и обеспечивающих выполнение управленческих решений; при этом отдельные ее составляющие обладают технической, информационной, программной и эксплуатационной совместимостью.

Система управления движением предназначена для планирования таких программных траекторий движения робота, которые бы приводили робота в указанное целевое состояние в среде с препятствиями, учитывая динамические характеристики робота. Целевое состояние для этой системы формирует система планирования траектории. На выходе данная система формирует требуемое значение скоростей линейного движения [6].

Отметим прежде, что по степени участия человека в управлении роботом выделяют биотехнических и автономных (автоматических) роботов. К биотехническим относят всех дистанционно-управляемых копирующих роботов, экзоскелетонов, роботов, управляемых человеком с пульта управления, а также полуавтоматических роботов (включая роботов с супервизорным управлением, когда оператор вмешивается в действия робота путем, например, целеуказания). Автономные роботы после их создания и настройки могут, в принципе, функционировать без участия человека. Такие роботы обязательно должны обладать элементами искусственного интеллекта. Для работ в недетерминированной окружающей среде в настоящее время активно развивается особый класс робототехнических систем – адаптивные и интеллектуальные мобильные роботы.

В состав мобильных роботов входит программное обеспечение; информационное обеспечение; методическое обеспечение; математическое обеспечение; лингвистическое обеспечение; техническое обеспечение; организационное обеспечение.

Программное обеспечение мобильных роботов представляет собой совокупность всех программ и эксплуатационной документации к ним, которые необходимы для выполнения автоматизированного проектирования.

Программное обеспечение подразделяют на общесистемное и специальное (прикладное). Общесистемное программное обеспечение предназначено для организации

функционирования технических средств мобильных роботов и представлено операционными системами. Специальное программное обеспечение представляет собой реализацию методов и алгоритмов (математического обеспечения) для выполнения проектных процедур. Основу информационного обеспечения мобильных роботов составляют данные, которые используют конструкторы в процессе проектирования для выработки проектных решений.

Методическое обеспечение мобильных роботов образуют входящие в ее состав документы, которые регламентируют эксплуатацию этих мобильных роботов, а также нормативы, стандарты и другие руководящие документы, регламентирующие процесс и объект проектирования.

Математическое обеспечение мобильных роботов – это методы и алгоритмы, которые реализованы в программном обеспечении мобильных роботов.

Основу лингвистического обеспечения мобильных роботов составляют специальные языковые средства (языки проектирования), предназначенные для описания процедур автоматизированного проектирования и проектных решений.

Техническое обеспечение мобильных роботов включает в себя используемые системами автоматизированного проектирования ЭВМ, мониторы, графопостроители и другие технические устройства.

Организационное обеспечение мобильных роботов устанавливает организационную структуру службы мобильных роботов предприятия, задачи и функции этой службы.

Основной тенденцией развития мобильных пожарных роботов и роботизированных комплексов можно считать универсализацию. При этом универсализация пожарных роботов осуществляется не в ущерб основной специализации роботов. Часто выпуск специализированных роботов осуществляется с применением отработанных на универсальных роботах технологиях.

Проанализировав все вышеуказанное, можно считать, что мобильные робототехнические комплексы являются эффективным средством в решении такого ответственного дела, как спасение людей. Ведь спасательные службы нуждаются в современных и актуальных технологиях, да и среда, в которой приходится работать спасателям, очень непредсказуема.

Дальнейшее развитие пожарных мобильных робототехнических комплексов можно осуществлять за счет эволюции способов тушения и улучшения тактико-технических характеристик путем внедрения передовых технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенко, А.П. Робототехника и системы автоматизированного проектирования: учеб. пособие / А.П. Карпенко. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 71 с.
2. ГОСТ Р 55895-2013, Техника пожарная. Системы управления робототехнических комплексов для проведения аварийно-спасательных

работ и пожаротушения. Общие технические требования. Методы испытаний.

3. Вяльцев, Г.Б. Сравнительные испытания шасси колесных роботов / Г.Б. Вяльцев, Ю.И. Сагитов // Технические науки – от теории к практике: сб. ст. по матер. XXIX международ. науч.-практ. конф. – № 12(25). – Новосибирск: СибАН, 2013. – С. 165–174.

4. Automation Control - Theory and Practice / Edited

REFERENCES

1. Karpenko, A.P. Robotics and computer-aided design systems: textbook. allowance / A.P. Karpenko. – M.: MSTU im. N.E. Bauman, 2014. – 71 p.
2. GOST R 55895-2013, Fire fighting equipment. Control systems for robotic complexes for rescue operations and fire fighting. General technical requirements. Test methods.
3. Vyaltsev, G.B. Comparative tests of the chassis of wheeled robots / G.B. Vyaltsev, Yu.I. Sagitov // Technical sciences - from theory to practice: Sat. Art. by mother. XXIX international. scientific-practical. conf. – No. 12(25). – Novosibirsk: SibAN, 2013. – S. 165–174.
4. Automation Control - Theory and Practice / Edited.

