

УДК 681.51

БЕСПИЛОТНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Д.А. Добрынин (*dobr@viniti.ru*)
ВИНИТИ РАН, Москва

В докладе рассматриваются вопросы применения методов ИИ для построения беспилотных транспортных средств. Описывается современное состояние и перспективы развития интеллектуальных транспортных роботов.

Введение

Роботы прочно вошли в нашу жизнь и стали основой экономического и военного могущества развитых стран мира. В настоящее время в мире насчитывается более 1.3 млн роботов. По оценкам Международной федерации робототехники (IFR) ежегодно продается 160 тыс. роботов различного назначения.

Транспортные роботы – это беспилотные транспортные средства, обладающие элементами искусственного интеллекта (ИИ), способные перемещаться в сложной среде.

Отметим, что искусственный интеллект (ИИ) и робототехника всегда были тесно связаны друг с другом. Одним из важных направлений ИИ до сих пор считается целенаправленное поведение роботов (создание интеллектуальных роботов, способных автономно совершать операции по достижению целей, поставленных человеком) [Поспелов, 1988]. Интеллектуальный робот, как машина-исполнитель должен принимать задание в общей форме, а сам робот должен обладать возможностью принимать решения или планировать свои действия в распознаваемой им неопределенной или сложной обстановке [Добрынин, 2006].

Для транспортного робота это означает, что система должна самостоятельно выбирать маршрут до намеченной цели, обходить препятствия, которые могут возникнуть на пути, выбирать оптимальные параметры перемещения – скорость, положение корпуса в пространстве, ускорения на виражах, а также предотвращать столкновения и аварийные ситуации.

Наибольшее развитие в настоящее время транспортные роботы получили в авиации, где они носят название БПЛА (Беспилотный летательный аппарат). На основе этих технологий строятся автономные и

полуавтономные робототехнические системы для разведки, наблюдения, боевого применения и транспортировки грузов.

Наземные беспилотные транспортные системы развиты менее значительно, поскольку сложность наземной среды существенно выше, чем свободный полет в воздухе. Самыми «умными» среди беспилотных систем следует считать подводные и комические роботы, поскольку особенности водной стихии и космоса накладывают серьезные ограничения на возможности телеуправления аппаратов.

За прошедшее десятилетие появилось множество разработок, ориентированных в первую очередь на создание роботов для домашнего хозяйства, где требуются достаточно сложные интеллектуальные функции. В первую очередь – это ориентация и перемещение в ограниченном пространстве с меняющейся обстановкой (предметы в доме могут менять свое местоположение), открывание и закрывание дверей при перемещении по дому.

Работы по созданию домашних роботов ведут многие крупные университеты мира, часто по заказам военных. Это связано с возможностью использования разработанных технологий в различных областях, и в первую очередь – для создания военных роботов.

Военные роботы

Наибольший прогресс в области робототехники сейчас наблюдается в сфере развития применения военных роботов. Это связано с успешным развитием программы по созданию робототитизированной армии, которой занимается Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) - основной исследовательский центр Министерства Обороны США.

По оценкам специалистов подготовка робото-армии, состоящей из воздушных сил и пехоты будет завершена в течение ближайших 10 лет. А к 2015 году DARPA планирует сделать одну треть транспортных средств, состоящих на вооружении США, беспилотными. Переход к полноценной робототехнической армии должен состояться к 2025 году. Мировой кризис и сокращение военного бюджета США несколько затормозили этот процесс, однако об отмене речь не идет. Благодаря внедрению роботов, из военных действий исключается самый важный фактор - присутствие на поле боя живых солдат. Используя спутниковую связь, управление такой армией можно вести из любой точки мира.

Ранее вооруженные силы США уже использовали беспилотные самолеты (беспилотники, БПЛА) для оказания огневой поддержки наземным войскам в Ираке и Афганистане. В частности, беспилотники MQ-1 Predator и MQ-9 Reaper выполняли задачи по уничтожению объектов на пути наступления. Тем не менее, эффективность сегодняшних беспилотных систем пока не может сравниться с пилотируемыми

истребителями-бомбардировщиками А-10 или F-16. В частности, БПЛА не способны нести столько же оружия, сколько боевые самолеты.

Скорость робототизации армии США впечатляет. Например, число беспилотников в составе ВВС и Армии США увеличилось с 2000 года по 2010 г. в 136 раз: с 50 до 6800 единиц, сообщает The Air Force Times. В числе применяемых сегодня беспилотных летательных аппаратов - легкие БПЛА, запускаемые вручную, беспилотные вертолеты и тяжелые ударные машины, используемые ежедневно. Согласно принятому Пентагоном 30-летнему плану военного строительства в области авиации в период 2011-2020 финансовых годов на закупки многоцелевых беспилотных разведывательных и разведывательно-ударных систем в бюджете Министерства обороны США выделение средств будет постоянно расти и к 2020 году достигнет просто огромной по нашим меркам суммы - почти 7 млрд долларов. При этом произойдет почти семикратный рост количества имеющихся в ВС США многоцелевых беспилотных авиационных систем разведывательного и разведывательно-ударного типа

При этом Армия США намерена к 2035 году конвертировать все имеющиеся на вооружении вертолеты в беспилотные версии с возможностью пилотирования человеком. Кроме того, военные США сейчас занимаются составлением требований к истребителю шестого поколения, который, предположительно, также станет беспилотным.

Согласно новому исследованию Teal Group, рынок беспилотников является самым быстрорастущим сектором мировой аэрокосмической индустрии. В ближайшие 10 лет спрос на них удвоится и вырастет с 4,4 до 8,7 млрд. долл., а общий объем продаж за этот период составит 62 млрд. долл. При этом 72% расходов на исследовательские, опытные и конструкторские работы придутся на долю США.

Боевые наземные робототехнические системы в настоящее время разрабатываются в виде дистанционно управляемых роботов. А вот транспортные задачи удобнее и дешевле решать с помощью беспилотных систем.

В январе 2014 года компания Lockheed Martin на полигоне Форт Худ в Техасе провела испытания системы Autonomous Mobility Applique System (AMAS), которая предназначена для превращения любого армейского грузовика в беспилотный автомобиль. Система разрабатывается в рамках 11-миллионного контракта, заключенного в 2012 году. После установки на обычный грузовик набора сенсоров и управляющих систем, он сможет полностью автономно перемещаться по дорогам, в том числе и городским, объезжать препятствия, реагировать на появление пешеходов и других машин. В случае необходимости им можно будет управлять дистанционно.

Автономные грузовики смогут доставлять грузы, не рискуя жизнью водителей. Так же как и в автомобилях, которые разрабатывает Google, беспилотный грузовик ориентируется в пространстве с помощью лидара.

Колёсные средства, даже снабжённые самыми изощрёнными системами подвески, не в состоянии сопровождать армейские подразделения в труднопроходимой горно-пустынной местности. Американская фирма Boston Dynamics уже более пяти лет занята разработкой четвероногого шагающего робота Big Dog, который должен стать верным спутником солдата в самых сложных природно-климатических условиях. Big Dog снабжен двигателем и спецсредствами, обеспечивающими её управление, передвижение, ориентацию на местности и связь. В качестве источника энергии используется двухтактный двигатель внутреннего сгорания с водяным охлаждением мощностью в 15 л.с. Мотор приводит в движение гидронасос, каждая конечность имеет четыре гидропривода, которые приводят в движение суставы, оставляя при этом необходимые пассивные (неуправляемые) степени свободы. Бортовой компьютер контролирует поведение боевого робота, управляет работой датчиков, и обеспечивает связь с оператором. Big Dog имеет около пятидесяти сенсоров.

Робот Big Dog использует самые разнообразные режимы передвижения - может стоять, припадать к земле, передвигаться ползком (одномоментно поднимается только одна конечность), рысью (поднимаются попарно диагональные конечности), бегом, когда присутствует фаза полёта, или галопом. В настоящее время Big Dog проходит тестирование в Афганистане в качестве транспортного робота сопровождения пехоты.

Израильская компания Tactical Robotics разработала беспилотник с вертикальным взлетом. Аппарат назван AirMule и сейчас проходит летные испытания. БПЛА создан для перевозки грузов, либо эвакуации раненых с поля боя. AirMule весит 770 кг, может нести полезную нагрузку весом до 640 кг при этом может развивать скорость до 180 км/ч и летать на высоте чуть более 3600 метров. Аппарат может управляться как автопилотом, так и оператором, который находится на земле.

Активно развиваются **морские и подводные роботы**. Например, уже сегодня с американская компания Hydroid выпустила порядка 200 автономных необитаемых подводных аппаратов Remus 100. Они используются многими государствами для исследований рельефа подводного дна, поиска морских мин, охраны морских военных баз.

Мировой рынок роботизированных подводных аппаратов будет проявлять высокие темпы роста в течение следующих пяти лет. Мировой рынок дистанционно управляемых роботов оценивается в \$1,2 млрд. в 2014 году и, как ожидается покажет среднегодовой темп роста в 20,11% к 2019 году. Мировой рынок полностью автономных подводных роботов

оценивается в \$457 миллионов в 2014 году и, как ожидается, покажет среднегодовой темп роста в 31,95% к 2019 году.

Гражданские транспортные роботы

Беспилотные автомобили станут главным трендом предстоящего десятилетия в гражданском секторе применения транспортных роботов. В настоящее время разработки в этой области вышли в область коммерческого применения, ведущие мировые фирмы по производству автомобилей – BMW, Nissan и др. говорят о скором появлении на рынке полностью беспилотных автомобилей.

В соответствии с прогнозом компании IHS, которая уже больше 50 лет предоставляет консалтинговые и аналитические услуги в области промышленности и технологий, к 2035 году в эксплуатации будет 54 миллиона автономных автомобилей. Годовые продажи машин-роботов составят 11,8 миллионов единиц, причём почти половина из них уже не будут иметь органов ручного управления. К 2050 году автономные автомобили полностью вытеснят обычные.

IHS предполагает появление полностью автономных автомобилей в середине 20-х годов. Такие машины всё ещё будут иметь привычные органы управления — на всякий случай. Некоторые производители (например, Nissan и BMW) обещают выпустить первые подобные модели в 2020 году. Наконец, к концу 20-х — началу 30-х появятся машины-роботы вообще без привычных руля, педалей и рычага переключения передач. Компания Google уже выпустила такой автомобиль в тестовый режим. Лидером по внедрению автономных автомобилей в 2035 году будут США и Канада — на них придётся 29% мирового рынка, на втором месте окажется Китай с 24%, а на третьем — Европа с 20%.

Количество дорожных происшествий по мере проникновения машин-роботов снизится, уменьшится загрязнение воздуха и практически исчезнут пробки, так как машины смогут эффективнее оптимизировать движение. С другой стороны, на первый план выйдут новые риски — надёжность софта и информационная безопасность. Одним из главных препятствий для внедрения автономных автомобилей станут юридические ограничения и устаревшие правила дорожного движения.

В ближайшие годы беспилотными должны стать многие грузоперевозки: и железнодорожные, и авиационные, и, главное, морские. Беспилотные морские корабли, по оценкам экспертов, просто «взорвут» отрасль контейнерных перевозок через океан, удешевив процесс на 20–30%.

Сервисные складские роботы позволяют эффективно автоматизировать работы промышленных складов. Например, Российская компания RoboCV внедряет в Калужской области на складе Samsung

роботов для складских помещений X-Motion. Система представляет из себя сервисного робота с установленной системой автопилота, которая позволяет роботу работать автономно вокруг людей в условиях склада.

Система состоит из двух частей: "серверной части", которая взаимодействует с системой управления складом, координацией распределения задач среди роботов, и навигационное решение. Роботы следуют по заранее определенными путям, но в состоянии динамично реагировать на изменение окружающей среды.

Данные постоянно передаются между транспортным средством через Wi-Fi , в то же время это позволяет работать с другими автоматизированными автомобилями в сети. Система интегрирована с системой управления складом, чтобы распределить задачи различных транспортных средств в зависимости от их положения. Это позволяет сократить время поездки и повысить общую эффективность.

Космические роботы проводят исследование космоса и других планет. Автоматические межпланетные станции, планетоходы для изучения поверхности планет солнечной системы являются по сути сложными интеллектуальными роботами, поскольку из-за больших задержек сигнала телеуправление ими в реальном времени практически невозможно.

С сентября 2010 года на космической станции работает человекоподобный робот Robonaut 2 (R2), который стал постоянным членом её экипажа. R2 стал первой человекоподобной машиной, посланной в космос. Как сообщает пресс-релиз компании General Motors, одного из создателей "Робонавта", этот аппарат разработан для совместных с людьми действий и использования "человеческих" инструментов.

Роботы-охранники становятся все более распространенными для правительственных и корпоративных клиентов не только потому что они снижают издержки, но и потому что они способны улучшить параметры наблюдения и безопасности. Эти устройства автономно проводят надзор и проверку периметра на наличие злоумышленников.

С 2011 года в штате Невада роботы охраняют ядерные материалы. С марта 2014 года американские морские пехотинцы объявили, что их авиабаза в Twentynine Palms так же будет охраняться мобильными роботами MDARS от General Dynamics.

MDARS являются четырехколесными дизельными беспилотниками с гидростатического расположения руля. Грузоподъемность 500 кг. Каждый автомобиль оснащен системой видеофиксации и предупреждения в режиме реального времени. Он может работать в течение 16 часов без дозаправки на скорости до 32 км/час.

Коммерческая доставка срочных грузов с помощью летающих роботов типа мультикоптеров сулит солидные прибыли крупным компаниям, поскольку сокращает время доставки до нескольких десятков минут. В настоящее время коммерческое использование малых БПЛА ограничивается юридическими вопросами по регулированию воздушного пространства. Крупные международные компании Amazon и DHL заявили о развертывании работ в этом направлении.

Соревнования и модельные задачи

3 ноября 2007 года в местечке Викторвилль (Victorville), что в Калифорнии, успешно прошла гонка DARPA Urban Challenge — первое в мире соревнование автомобилей-роботов в городских условиях ([DARPA]). Автомобили должны были преодолеть сложный городской маршрут: и всё — полностью самостоятельно, без вмешательства человека. Из-за различных проблем очень многие команды не сумели завершить гонку. Но три лидера (все, уложившиеся к тому же в 6-часовой лимит времени, определённый правилами) показали образцовую езду. Для соревнований команды оборудовали стандартные автомобили системами трехмерного зрения, лазерными дальномерами и бортовыми компьютерами. Технологии, разработанные в ходе подготовки к соревнованиям, будут использованы для разработки беспилотных автомобилей гражданского и военного назначения.

В настоящее время проходит соревнование DARPA Robotics Challenge. Цель мероприятия — создание робота, который мог бы заменить человека в зоне бедствия или катастрофы. Всего было восемь ключевых заданий: управление автомобилем, переход по кирпичам, уборка строительного мусора, открытие двери и проход в неё, подъём по лестнице, разрушение бетонной панели с помощью созданного для людей инструмента, поиск и закрытие вентилей, подключение пожарного рукава к трубе и открытие вентиля.

Конкурс проходил 20 и 21 декабря 2013 года на автостраде Хомстед — Майами, где 16 команд со всего мира постарались проявить всё своё мастерство, чтобы спроектированные ими роботы смогли выполнить серию заданий. Одним из требований к роботам было понимание простых команд вроде «Открой дверь» или «Расчисти от мусора площадку перед собой».

В финале отборочного турнира победила японская команда SCHAFT с роботом S-One, набрав 27 баллов из 32-х возможных. Примечательно, что этот небольшой японский стартап недавно приобрела корпорация Google, которая за последний год купила восемь робототехнических компаний, включая Boston Dynamics. Финал конкурса состоится в декабре 2014 года, где роботы будут бороться за главный приз DARPA — \$2 млн.

Международные соревнования EURATHLON ([EIROATHLON]) направлены на решение задач робототехники в сложных ситуациях реального мира. Испытания и сценарии выбираются с учетом важной темы исследования Европейского Союза: "восстановление безопасности в случае кризисов." Это поле исследований охватывает все основные робототехники цели, таких, как ориентация в пространстве, автономность, адаптивность и устойчивость. В идеале, автономные летающие, наземные и подводные роботы должны действовать вместе, провести анализ ситуации, сбор экологических данных и выявить потенциальные опасности. При этом роботы должны передвигаться самостоятельно как в воздухе, так и на земле и в водной среде.

В 2015 году состоятся финальные соревнования EURATHLON grand challenge: воздушные, наземные и морские роботы будут действовать вместе после стихийных бедствий в ситуации, аналогичной той, что была в Фукусиме. Летающие роботы будут самостоятельно строить карту области и собирать экологические данные. Подводные аппараты будут исследовать химический разлив в море. Наземные роботы будут проводить разведку и устранять последствия аварий в зданиях. Таким образом, EURATHLON станет не только европейским, но и мировым событием в области робототехники, которое даст мощный толчок научно-техническому прогрессу в области интеллектуальных роботов.

Заключение

На сегодняшний день беспилотные транспортные системы вышли из области чисто научных разработок и стали такими же необходимыми элементами повседневной жизни, как телевидение и сотовая связь.

Дальнейшая интеллектуализация таких систем приведет не только к их широкому распространению, но как в случае с беспилотными автомобилями, к кардинальному изменению образа жизни многих людей. Именно поэтому на сегодняшний день мы наблюдаем взрывной рост разработок в области распознавания изображений, планирования траекторий, интеллектуального управления.

Список литературы

- [Добрынин, 2006] Добрынин Д.А. Интеллектуальные роботы вчера, сегодня, завтра //X национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2006 (25-28 сентября 2006 г., Обнинск): Труды конференции. В 3-т. Т.2. М:Физматлит, 2006
- [Поспелов, 1988] Поспелов Г.С. Искусственный интеллект - основа новой информационной технологии. -М.:Наука, 1988.
- [DARPA] DARPA official materials. <http://www.darpa.mil>
- [IGVC] IGVC official materials. <http://www.igvc.org>
- [EIROATHLON] EURATHLON robot competition <http://www.elrob.org>