

# **РАЗРАБОТКА РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА КАК ЧАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ДОМАШНЕГО ПРОСТРАНСТВА**

**Ф.В. Попелев, В.В. Васецкий, А.А. Изюмов, О.Ю. Осипов**

С момента появления понятия «робот», введенного Карлом Чапеком, с 1920-х [1], самодвижущиеся машины, действующие по заданному алгоритму, стали в нашей жизни обыденностью. Современный рынок роботов весьма насыщен разнообразными устройствами, облегчающими деятельность в различных сферах – от машиностроительных роботов, занятых сборкой автомобилей и производством станков [2], до роботов-сиделок [3] и роботов-пылесосов [4]. Известны роботы-полицейские [5], роботы-саперы [6], роботы-пожарные [7] и даже знаменитый робот-космонавт Curiosity [8], занимающийся покорением космических просторов. Таким образом, распространенность применения роботов позволяет говорить о широте их эволюционного развития. Факт существования различных подвидов диктует потребность в классификации роботов. Наиболее общим образом, по классу мобильности, все устройства, действующие по заданному алгоритму, можно подразделить на движущиеся (способные самостоятельно изменять свое положение в пространстве) и стационарные (функционал которых базируется на отсутствии необходимости менять базовому блоку свое местоположение). Однако, оба подвида – как движущийся, так и стационарный, должны взаимодействовать с окружающим пространством посредством «органов чувств», либо не должны (если их функционал реализуется самим фактом существования и предназначение робота заключается в обработке информации внутри устройства). Из этого следует, что роботов также можно классифицировать как «интровертов» и «экстравертов». По способу взаимодействию с окружающим миром можно выделить роботов, вносящих изменения в окружающий мир, либо просто за ним наблюдающими. Условно назовем данные подвиды «манипуляторы» и «наблюдатели». Задачей, которая стояла перед нами – была разработка ориентирующегося в пространстве робота с манипулятором, т.е. в нашей терминологии движущегося экстраверта-манипулятора.

Мы исходим из того, что разрабатываемое устройство будет функционировать внутри помещений, следовательно, перемещения будут проходить в условиях комфортабельного покрытия и комфортных для техники комнатных температур (+20С) [9]. Отпадает необходимость в присутствии амортизаторов и корпуса, способного защищать устройство от агрессивных факторов окружающей среды.

Поскольку по условиям задачи, устройство будет перемещаться в пространстве, оно должно быть способно ориентироваться в нем и легко изменять свое направление движения. Обычные колеса обладают следующими недостатками:

1. основное направление движения – прямолинейное, для перемещения в поперечном направлении или по диагонали необходимо значительно усложнять силовой привод и рулевое управление;
2. большой радиус поворота относительно габаритных размеров базы при расположении колес по традиционной схеме – на краях базы.

Для перемещения платформы были использованы всенаправленные колеса (т.е. колеса, которые лишены обозначенных выше недостатков), способные изменять положения объекта в любом, необходимом направлении в пределах одной плоскости. Конструкция колеса, похожа по форме на звезду ступицу из высокопрочной стали. Ступица жестко установлена на оси и не может поворачиваться вправо-влево. На ступице стоит не обычная резиновая шина, а 14 свободно вращающихся роликов, внешние края которых образуют ровный круг. Каждый ролик находится на оси, оси роликов расположены под углом к оси колеса. Сами ролики изготавливаются из полиуретана. Колеса закреплены на раме – жесткой конструкции прямоугольной формы, внутри которой находится управляющий блок. Также на раме закреплен рука-манипулятор и блок зарядки аккумулятора. Схематично конструкция изображена на рисунке 1.

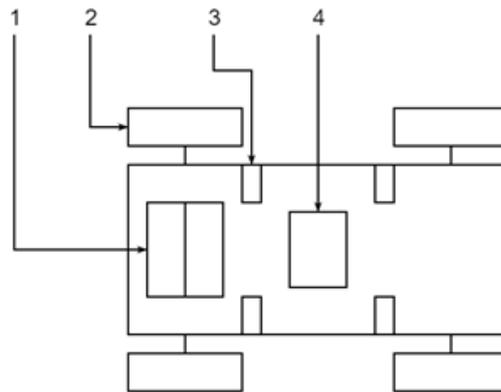


Рисунок 1 – Схема платформы (где 1 – блок зарядки аккумулятора, 2 – всенаправленное колесо, 3 – двигатель, 4 – блок управления)

Рама изготовлена из алюминиевого профиля 20мм, что обеспечивает прочность и легкость конструкции. Габаритные размеры устройства составляют 500x1200мм.

Для обеспечения мобильности и вращения колес используются электромоторы с крутящим моментом 137 кН/м<sup>2</sup> и максимальными оборотами вала 197 Об/мин.

Для обеспечения питания данного робота предусмотрено использование 2-х Li-Ion аккумуляторов с выходным напряжением 12В и суммарной эффективной емкостью равной 40000mAh. Зарядка аккумуляторов осуществляется штатным зарядным устройством с питанием от сети 220В.

В управляющем блоке используется микроконтроллер Arduino Mega 2560 R3. Разработаны алгоритмы, позволяющие по информации с инфракрасных датчиков расстояния управлять платформой, не опасаясь за то, что она столкнется с другими объектами. Разработаны алгоритмы обхода препятствий. Использование Arduino Mega 2560 R3 накладывает следующие ограничения на функционал робота:

- не более 128 подключаемых датчиков
- отсутствие встроенного WiFi модуля
- недостаточная вычислительная мощность для одновременного управления мобильной платформой и манипулятором.

На момент написания данного доклада была разработана мобильная движущаяся платформа с электроприводом, блоком питания, и управляющим блоком. Управление роботом осуществляется вручную, дистанционно.

В дальнейшем, в качестве управляющего устройства планируется использование микропроцессорного устройства от National Instruments MyRIO 1900, т.к. оно позволяет с легкостью управлять внешним оборудованием и обеспечивает легкость программирования и отладки с помощью среды разработки LabView. MyRIO имеет встроенный гироскоп, что позволяет знать положение робота. А также, что наиболее важно, данный контроллер построен на основе 2-х ядерного процессора ARM® Cortex™-A9 real который имеет в своем распоряжении 512мб ОЗУ, данная конфигурация позволяет обеспечить необходимую вычислительную мощность для управления движением робота и работой манипулятора. Сравнительная характеристика MyRIO 1900 и Arduino MEGA приведена в приложении А.

Учебный прибор разработчика NI MyRIO-1900 был создан для решения инженерных задач в процессе обучения. Он содержит двухъядерный программируемый процессор ARM Cortex-A9 с тактовой частотой 667 МГц. NI MyRIO содержит программируемый чип Zynq-7010, позволяющий в полную силу использовать возможности программного пакета LabVIEW для приложений реального времени. Три разъема (2 порта расширения NI MyRIO (MXP) и один порт NI miniSystems (MSP) передают и получают сигналы от датчиков и электрических схем. NI MyRIO содержит в общей сложности 40 цифровых линий ввода/вывода с поддержкой SPI, PWN выхода, входного импульсного датчика, UART и I2C; восемь односторонних аналоговых входов; два дифференциальных аналоговых входа; четыре односторонних аналоговых выхода; и два общих аналоговых выхода, что позволяет

подключать достаточное количество датчиков устройств и программируемых контроллеров системы. Данная аппаратная и программная основы позволяют решать различные инженерные задачи реального времени — от радиоуправляемых машин до одиночных медицинских приборов и интеллектуальных домашних систем.

Для выполнения полезной работы установлена механическая рука-манипулятор с четырьмя степенями свободы. Программа управления манипулятором будет разработана в среде разработки LabView с помощью модулей Robotics Toolkit и библиотек Universal Robots Library. Взаимодействие манипулятора и ИК сенсоров, камер, будет реализовано при помощи программных пакетов MS robotics. Механическая рука-манипулятор имеет 6 степеней свободы. Степенью свободы считается совокупность независимых координат, которые определяют положение тела на плоскости или в пространстве. Основание манипулятора закреплено в условной передней части мобильной платформы. На конце манипулятора установлен захват выполненный в виде клешни, что позволяет взаимодействовать с предметами и перемещать объекты с максимальным габаритом до 5 см, максимальный вес поднимаемых рукой-манипулятором предметов может достигать до 500 грамм. Управление манипулятором осуществляется с помощью 32-х канальной платы позволяющей управлять манипулятором как в ручном режиме с помощью джойстика так и при помощи внешнего контроллера. Движение манипулятора обеспечивают 6 сервоприводов MG996R с пусковым моментом равным 11 кГ/см. Общая масса руки-манипулятора составляет 830 грамм.

Разработанное устройство, обладает хорошей мобильностью при условиях ровного напольного покрытия, что позволяет использовать его как в системах «Умный дом» участие в соревнованиях Home@League, так и в других областях, где требуется перемещение в ограниченных пространствах и в присутствии большого количества преград. За счет манипулятора, который возможно запрограммировать на выполнение работ любой сложности, устройство в полной мере способно взаимодействовать с окружающим пространством. Вместе с тем, конструкция достаточно проста, используются стандартные блоки, что, при необходимости, позволяет воспроизвести данную конструкцию любому техническому специалисту. Открытость протоколов, позволяет вносить изменения в алгоритм любому программисту. Реализация идеи представляется оптимальной.

## **Список используемых источников**

- [1] Кинсан Фу, Р. Гонсалес, К. Ли. Робототехника : - М. : Мир, 1989. - 621 с.
- [2] Промышленные роботы [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.fanucamerica.com/cmsmedia/datasheets/R-2000iB%20Series\\_177.pdf](http://www.fanucamerica.com/cmsmedia/datasheets/R-2000iB%20Series_177.pdf)
- [3] Робот сиделка [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rtc.nagoya.riken.jp/RIBA/index-e.html>
- [4] Робот пылесос [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.irobot.com/For-the-Home/Vacuuming/Roomba.aspx>
- [5] Робот полицейский [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rt.com/viral/363277-robot-police-prototype-dubai/>
- [6] Робот сапер [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.npkkalibr.ru/products/robots/bogomol/>
- [7] Робот пожарный [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.mchs.gov.ru/upload/site1/document\\_file/xDRDaNE7at.pdf](http://www.mchs.gov.ru/upload/site1/document_file/xDRDaNE7at.pdf)
- [8] Робот космонавт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mars.nasa.gov/files/mep/CuriosityPoster.pdf>
- [9] Standard conditions for gases // IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the «Gold Book») / Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. — Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1997

## Приложение А

Критерия сравнения	MyRIO 1900	Arduino MEGA
Тип процессора	Cortex-A9 667 MHz	ATmega2560 16MHz
Память (RAM / Flash)	512 MB	8KB/256KB
Аналоговые входы	8	16
Аналоговые выходы	6	16
Дискретные входы	40	54
Дискретные выходы	40	54
Питание	6-16 VDC	7-12 VIN
Энергопотребление	14 W	0.8W
Условия эксплуатации	0° ~ 40°C	0° ~ 43°C
Габариты	136.6 x 86 x 24.7	101 x 53
Цена	\$ 500	\$ 50
Интерфейсы	Wi-Fi, USB	I2C
Интерфейс управления двигателем	Pmod HB5: H-bridge Driver with Feedback Inputs	RoboClaw 2x15A Motor Controller