

3. Tokgöz, F. Analytical Modelling and Multi-Objective Optimization of Axial-Flux Permanent Magnet Machine with Various PCB Stators and Development of a GaN Switch: Master's Thesis / Furkan Tokgöz. – Yıldız Technical University, Istanbul, 2022. – 142 p.

УДК 681.5:007.52

**Гордевич М.В., Макаревич И.Г., Кадинец В.М.,
Матвейчук Н.М., к.ф.-м.н., доцент**

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск*

РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР: КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Введение

Одним из распространённых инструментов автоматизации являются манипуляторы – роботы в виде «руки». Робот-манипулятор – это автоматизированная механическая рука, способная выполнять повторяемые движения с высокой точностью. Он используется в производстве, логистике и образовательных проектах.

Манипулятор – это упрощенная, но полностью рабочая модель автоматизированной руки на заводском конвейере. Его основная задача – выполнять запрограммированную последовательность действий: брать, перемещать, поворачивать и отпускать предметы без участия человека. Внешний вид манипулятора показан на рис. 1.

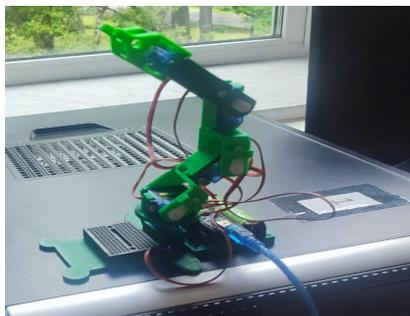


Рисунок 1 – Внешний вид робота-манипулятора

Основная часть

Механическая часть («скелет»):

- основание, звенья (плечо, предплечье),
- захват (грейфер) – детали, напечатанные на 3D-принтере из PLA-пластика,
- крепежные элементы: пластиковые штифты, болты и зажимы для соединения звеньев и сервоприводов.

Электронные компоненты:

- микроконтроллер: Arduino,
- исполнительные механизмы – 5 сервоприводов Power HD 1250MG. Это аналоговые сервомоторы с крутящим моментом 12.5 кг/см и диапазоном вращения 0° – 180° .

Система питания:

- микроконтроллер Arduino: может питаться от USB-кабеля во время программирования или от стабилизированного источника 5В. Заметим, что для питания сервоприводов необходим отдельный мощный источник. Указанный в одном из документов элемент Renata CR2032 (3V) абсолютно не подходит для питания даже одного сервопривода, не говоря о пяти. Необходим источник питания, способный выдать не менее 5В и 2А,

- монтажная плата и комплект проводов для коммутации,
- конденсатор (1000 мкФ, 6.3В) – рекомендуется для установки на плату питания для сглаживания скачков тока от сервоприводов.

Сборка механической части производится с помощью штифтов, болтов и зажимов, каждый сервопривод отвечает за движение в одном сочленении: основание, "плечо", "предплечье", запястье, захват.

Электрическая схема подключения:

- питание Arduino: Подается через разъем USB или на пины 5V и GND от стабилизированного источника.

Подключение сервоприводов. Каждый сервопривод имеет три провода:

- красный – питание (все красные провода объединяются и подключаются к положительной шине на монтажной плате),
- коричневый/черный – земля (все коричневые/черные провода объединяются и подключаются к отрицательной шине (-) на монтажной плате),

- оранжевый/желтый/белый – сигнальный провод (сигнальные провода подключаются к цифровым ШИМ (PWM) выводам на Arduino к пинам D3, D5, D6, D9, D10),

- внешний источник питания подключается к этим же шинам на монтажной плате (+ к +, - к -),

- установка конденсатора: для защиты схемы от помех устанавливается электролитический конденсатор между шиной питания (+) и землей (-) на монтажной плате, соблюдая полярность.

Программное обеспечение:

- среда разработки Arduino,
- библиотека VarSpeedServo,
- код, в котором в функции setup() задаются начальные положения, а в функции loop() прописывается последовательность движений для каждого сервопривода с использованием команд myServo.slowmove(угол, скорость) и пауз delay().

На основании написанного кода, работа манипулятора заключается в выполнении последовательности поворотных движений нескольких сочленений, задача которых – привести захват (конец руки) в требуемое положение. На практике это может быть простая подача детали из одной точки в другую, вращение для ориентирования детали или поддержание заданной траектории при демонстрации.

В текущей реализации движения заданы программно: контроллер посылает указания каждому сервоприводу, и они последовательно занимают заданные углы с определённой скоростью.

Роль робота-манипулятора заключается в том, чтобы объединить механику, электронику и программное управление в единую систему, способную выполнять действия человека, но с большей точностью и стабильностью. Даже небольшой демонстрационный экземпляр как на картинке, управляемый простым кодом, иллюстрирует фундаментальные принципы промышленной автоматизации и помогает понять, как формируются современные производственные линии будущего.

Заключение

В результате проведенной работы был разработан, собран и запрограммирован функциональный робот-манипулятор. Его конструкция объединяет в себе напечатанный на 3D-принтере

механический "скелет", пять сервоприводов Power HD 1250MG в качестве "мышц" и плату Arduino в качестве "мозга" системы.

Список использованной литературы

1. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства: Пер. с англ. – СПб.; БХВ-Петербург, 2015. – 336 с.: ил.
2. Проекты с использованием контроллера Arduino. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 496 с.: ил. – (Электроника).
3. Мудров А.Г., Марданов Р.Ш. Обзор исследований пространственных механизмов с вращательными шарнирами / Мудров А.Г., Марданов Р.Ш. // Теория механизмов и машин. – 2015. – № 13. – С. 62–74.
4. Борисенко, Л.А. Теория механизмов, машин и манипуляторов: учебное пособие /Л.А. Борисенко. – Минск: Новое знание, 2011. – 285 с. – ISBN 978-985-475-430-7.
5. Белоусов И.Р. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук: «Метод моделирования и дистанционного управления движением роботов».

УДК 681.5.04:007.52

Матук К.В., Портяной В.А., Сергеев Р.А.,

Матвейчук Н.М., к.ф.-м.н., доцент

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск*

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

Введение

Разработка схемы управления – ключевой этап, определяющий работу робота-манипулятора. Она включает анализ конструкции, выбор способов управления сервоприводами, настройку логики движения и формирование последовательности действий.

В основе движения робота-манипулятора лежит программа управления (код), который отвечает за его работу. Код – это набор инструкций для микроконтроллера. Код, легко читается и устроен по классическому шаблону для Arduino: объявление библиотек и объектов сервоприводов, функция `setup()` для инициализации, и функция `loop()` для основной логики – повторяющейся секвенции движений.