Д. М. Крылов, В. Г. Барабанов, Е. Г. Крылов, Н. В. Козловцева

**РАЗРАБОТКА ДИСТАНЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ С ПЯТЬЮ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: app@vstu.ru

В работе рассмотрена задача усовершенствования взаимодействия с пятиосевым роботом-манипулятором с помощью добавления в систему беспроводного модуля.

Ключевые слова: беспроводное управление, bluetooth, пятиосевой робот-манипулятор.

D. M. Krylov, V. G. Barabanov, E. G. Krylov, N. V. Kozlovtsava

**DEVELOPMENT OF A REMOTE ROBOT-MANIPULATOR
CONTROL SYSTEM WITH FIVE DEGREES OF FREEDOM**

Volgograd State Technical University

In paper the problem of improvement of interaction with the five-axis robot-manipulator by means of addition in the system of the wireless module is considered.

Keywords: wireless control, bluetooth, five-axis robot manipulator.

В настоящее время робототехника и мехатроника имеют широкое распространение в промышленности. Одним из самых популярных направлений является использование роботизированной руки. Область применения данного уст-

ройства довольно обширна особенно в массовом и многосерийном производстве. Лидерами по использованию являются химическая промышленность, металлообработка, автомобильная промышленность, медицина и фармацевтика.

Тенденцией современных технологий является уменьшение присутствия человека в технологическом процессе [1, 2]. При этом все более нарастает популярность систем дистанционного управления оборудованием. Существует различные способы дистанционного управления. Примером могут служить: использование систем ЧПУ, использование удаленных серверов, использования защитных средств, предотвращающих негативное воздействие на человека.

В статье описывается система, позволяющая управлять роботом-манипулятором дистанционно. За основу был взят пяти осевой робот-манипулятор BCN3D Movio в основе которого лежит микропроцессорная система управления на базе ArduinoMega 2560. Данная система позволяет управлять независимо шестью шаговыми электродвигателями, а также сервоприводом с помощью предварительного установленного на PC. Однако данная система имеет один серьезный недостаток. Для отладки и управления роботом необходимо находится с ним в непосредственной близости, что в условиях производства не всегда является возможным и может быть опасно для человека.

Данная задача была решена путем установки bluetooth модуля [3] в микропроцессорную систему управления, который подключается напрямую на плату в специальные разъемы. После подключения bluetooth модуля нужно провести корректировку управляющей программы, чтобы он стал активен для системы. После этого настройку системы управления можно считать завершённой.

Принцип работы устройства.

При включении питания контроллер ArduinoMega 2560 получает информацию от потенциометров и сверяет их с заданным диапазоном. Если местоположение оси входит в диапазон, то можно начинать работу с роботом-манипулятором, если местоположение оси не выходит за границы диапазона, то робот-манипулятор сообщает по bluetooth модулю оператору, что нужно переместить ось в нужное положение и пульт управления блокируется. После того как прошла проверка и ошибка устранена пульт управления разблокируется, работа робота-манипулятора продолжается. Оператор выбирает режим работы (Свободный, Программируемый или готового маршрута). В случае если робот во время работы начинает уходить за границу рабочего диапазона, то программа не дает ему передвигаться дальше,

только обратно в рабочий диапазон. По завершению работы оператор отключается от контроллера и выключает питание робота-манипулятора.

Описание режимов работы.

Робот-манипулятор может работать в трех режимах:

Первый режим «Свободный». Данный режим позволяет оператору вручную управлять каждой осью и производить работу с объектами. Этот режим не запоминает местоположение робота-манипулятора.

Второй режим «Программируемый». Данный режим так же позволяет оператору вручную управлять каждой осью и производить работу с объектами, но есть возможность запоминать определенные местоположения робота-манипулятора, при этом информация записывается в отдельном текстовом документе в формате g-cod. Этот режим предназначен для построения маршрута, для дальнейшего его повторения в «режиме готового маршрута».

Третий режим «Готовый маршрут». Данный режим позволяет работать роботу автоматически уже по готовому маршруту, созданному при помощи режима «Программируемый» или написанный вручную с помощью g-cod. Данный режим считывает текстовый файл с готовым маршрутом, написанный при помощи g-cod, и работает циклично до момента остановки робота-манипулятора.

Описание управляющей программы.

Оператор подключает к сети 220 В робот-манипулятор и вставляет его в вертикальном положении. Далее оператор на своем устройстве заходит в программу и подключается к роботу-манипулятору по протоколу bluetooth. После подключения он выбирает режим: свободный режим, режим программирования или готовый маршрут. В свободном режиме есть кнопки управления роботом, шкала регулировки степени открытия или закрытия устройства захвата и кнопки «отк.» и «закр.». В запрограммированном режиме аналогично есть кнопки управления роботом, шкала регулировки степени открытия или закрытия устройства захвата, кнопки «отк.» и «закр.», а также текстовое окно, где прописываются координаты или степень открытия или закрытия устройства захвата, четыре кнопки: записать, редактирование, удалить и сохранить. В режиме готовый маршрут есть текстовое окно «путь до программы», кнопка «обзор», текстовые окно «код программы», и четыре кноп-

ки: старт, редактировать, проверка и стоп.

На рис. 1 изображена схема общего вида

пятиосевого робота-манипулятора с обозначением элементов [4].

Рис. 1. Робот-манипулятор. Схема общего вида

Рассмотрим назначение кнопок для каждого режима работы.

Свободный режим (рис. 2).

Кнопки 1, 2 позволяют управлять манипулятором по элементу Z, кнопки 3, 4 по элементу X, кнопки 5, 6 по элементу W, кнопки 7, 8 по элементу V, при нажатии одновременно кнопок

1 и 5 или 2 и 6 позволяет управлять роботом-манипулятором по элементу Y, при нажатии кнопки «отк.» (10) позволяет открывать полностью устройство захвата, кнопка «закр.» (11) закрывает устройство захвата не полностью, степень изменения сжатия и расжатия (9) можно регулировать.

Рис. 2. Свободный режим

Программируемый режим (рис. 3).

Рис. 3. Программируемый режим

Кнопки управления в программируемом режиме имеют такое же назначение, как и в Свободном режиме. При нажатии кнопки «Запись» (13) в текстовое поле (12) записывается местоположение робота-манипулятора. Если нажать кнопку «Редакт.» (14) можно редактировать лю-

бую строку в этом текстовом поле. При нажатии кнопки «Удалить» (15), удаляется полностью строка с координатами робота-манипулятора. Кнопка «Сохранить» (16) позволяет сохранить проект, сделанный в режиме программирования.

Готовый режим (рис. 4).

Рис. 4. Режим «Готовый маршрут»

В режиме «Готовый маршрут» есть кнопка «Обзор» (1). При нажатии этой кнопки выбира-

ется ранее написанная программа для робота-манипулятора. В текстовом окне «Путь до про-

граммы» (2) описывается путь, ее место расположения. В окне «Код программы» (3) появляется весь код, который был загруженном в программу в файле. При нажатии на кнопку «Редактировать» (5) возможно его изменение. При нажатии кнопки «Старт» (4) запускается программа, которая была загружена в устройство. При нажатии кнопки «Проверка» (6) происходит проверка программы на наличие ошибок или проверка выхода робота за зону рабочего диапазона. При нажатии кнопки «Стоп» (7) отключается рабочий процесс и происходит проверка робота на наличие ошибки.

В результате проделанной работы была проведена доработка системы управления робота-манипулятора путем добавления возможности дистанционного управления, разработана управляющая программа с возможностью визуализации на любом устройстве с сенсорным

экраном. Данная система позволяет управлять независимо шестью шаговыми электродвигателями, а также сервоприводом с помощью предварительного установленного программного обеспечения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Андерсон Криста, Минаси Марк.* Локальные сети; Корона-Принт, Энтроп, Век + - Москва, 2013. – 624 с.
2. *Бройдо, В. Л.* Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учеб. для вузов / В. Л. Бройдо, О. П. Ильина. – 4-е изд. – СПб. : Питер, 2011. – 560 с.
3. 3DiY [Электронный ресурс]: Bluetooth модуль HC-05,[2018] – Режим доступа: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/bluetooth-modul-hc-05/>
4. Разработка и исследование автоматизированного лабораторного стенда на базе макета промышленного робота типа «рука» / П. А. Чемоногов, А. М. Макаров, В. И. Поцелуйко, В. Г. Барабанов // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 3 (238) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2020. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении». – С. 93–96.