

Разработка системы управления робота-манипулятора методами FUZZY-логики

**ЛЮБЧЕНКО Л.Г., магистрант,
СИЧКАРЕНКО А.В., ст. преподаватель,
СМАГУЛОВА К.К., ст. преподаватель,
ШПАКОВ М.А., магистрант,
ШАРЫЙ С.В., магистрант,
Карагандинский государственный технический университет**

Развитие науки заставляет образовательный процесс идти в ногу со временем. Инновационные технологии способствуют связи современного производства и образования. В данной статье рассматривается разработка системы управления робота-манипулятора методами fuzzy-логики для инновационного образовательного проекта «Синергия».

Инновационные идеи в образовании позволяют подготовить конкурентоспособных специалистов. Примером является международный образовательный проект «Синергия».

Под эгидой концерна Festo (Австрия – Германия) объединены методические и технические составляющие образовательного процесса таких университетов, как: Карагандинский государственный технический (КарГТУ), Московский энергетический (ТУ), Балтийский государственный технический (Военмех), Севастопольский национальный технический, Омский государственный технический (ОмГТУ). Вузы используют собственное учебное оборудование и оборудование других вузов, объединенных в проекте «Синергия» средствами Интернет-сети в единый учебный комплекс не только аппаратных, а также программных, методических и интеллектуальных ресурсов.

В КарГТУ имеется учебный робот-манипулятор (рисунок 1), произведенный НПИ «Уралучтех» (Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск).

В процессе эксплуатации был выявлен ограниченный набор функциональных возможностей, не позволяющий использовать этот робот в проекте «Синергия». Была поставлена цель разработки новой системы управления комплексом «Робот-манипулятор» (РМ), отвечающей требованиям современных образовательных программ.

Центральным звеном системы управления (СУ) роботом является микроконтроллер PIC16F877A. Исходный программный текст был защищен от чтения производителем, что не позволяло модифицировать программу. Для решения задач, связанных с использованием робота-манипулятора в проекте «Синергия», были выполнены следующие действия: осуществлено перепрограммирование микроконтроллера; по печатной плате восстановлена принципиальная схема блока управления; при помощи осциллографа изучены сигналы системы в рабочем режиме. При создании микрокода на новом микроконтроллере были устранены

следующие недостатки:

1. Отсутствие возможности задать скорость на каждый шаговый двигатель. Путем формирования РСом частоты управляющих импульсов стало возможным изменение скорости шаговых двигателей робота;

2. Невозможность выполнения перемещения нескольких осей робота одновременно. В созданной микропрограмме этот недостаток устранен с помощью функции посылки управляющих импульсов на все шаговые двигатели;

3. Отсутствие обратной связи. Штатные потенциометры и щелевые оптроны, ранее используемые для установки манипулятора в нулевое положение, нашли применение в системе контроля микроконтроллером показаний датчиков и преобразованием их для дальнейшего использования при управлении роботом.

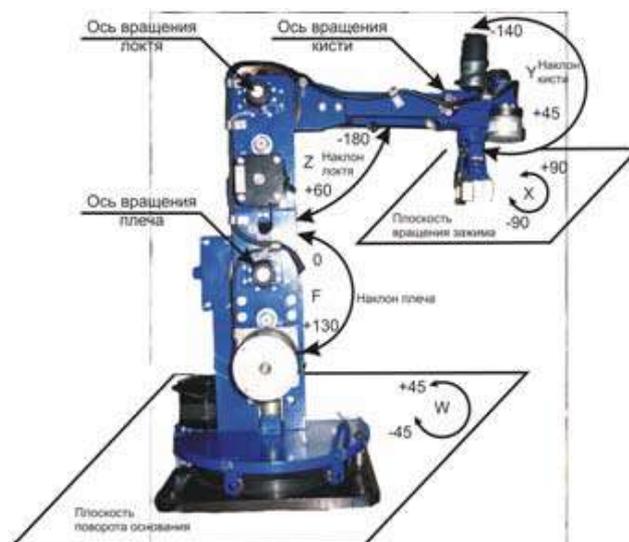


Рисунок 1 – Робот-манипулятор

Функциональные и программные ресурсы ОС позволили в новой системе управления шаговыми двигателями учитывать показания существующих датчиков. В замкнутом контуре работа двигателя начинается с одного импульса, а последующие импульсы формируются в зависимости от положения вала и/или скорости двигателя.

Поскольку все возможные причины возникших ошибок не могут быть известны, то было принято ре-

шение реализации «нечеткого» fuzzy-регулятора. В отличие от всех остальных регуляторов в Fuzzy определение входных и выходных переменных осуществляется в лингвистической форме, т.е. словами естественного языка, что и является важным преимуществом данного подхода. Использование лингвистической интерпретации переменных значительно упрощает процесс описания систем любой сложности.

Была создана база правил fuzzy регулятора, которая позволила устранить проблемы, носящие так называемый непредсказуемый характер.

На рисунке 2 показан график достижения предельных значений в рамках исходной системы управления и при помощи fuzzy-регулятора. Ось – это механический предел. Посылка управляющих импульсов происходит с частотой 20 мс. При достижении предельного значения управляющее воздействие продолжается, но работа останавливается, что приводит к сбою системы.

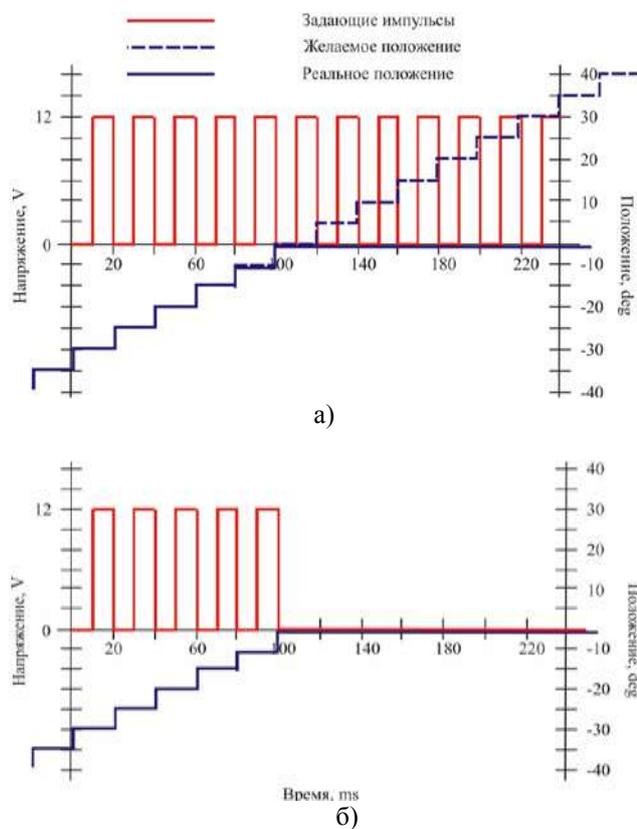


Рисунок 2 – График достижения предельных значений:
а) исходной системы управления;
б) при помощи fuzzy-регулятора

График достижения предельных значений при помощи fuzzy-регулятора выглядит следующим образом: в момент достижения предела посылка управляющего воздействия прекращается.

На рисунке 3 показано приближение РМ к заданной точке от -0 до $+10$ градусов.

При сравнении видно, что время достижения при fuzzy-регулировании уменьшилось с 60 мс до 20 мс за счет последовательной посылки сначала импульсов с высокой частотой и замедления по мере приближения к заданной точке.

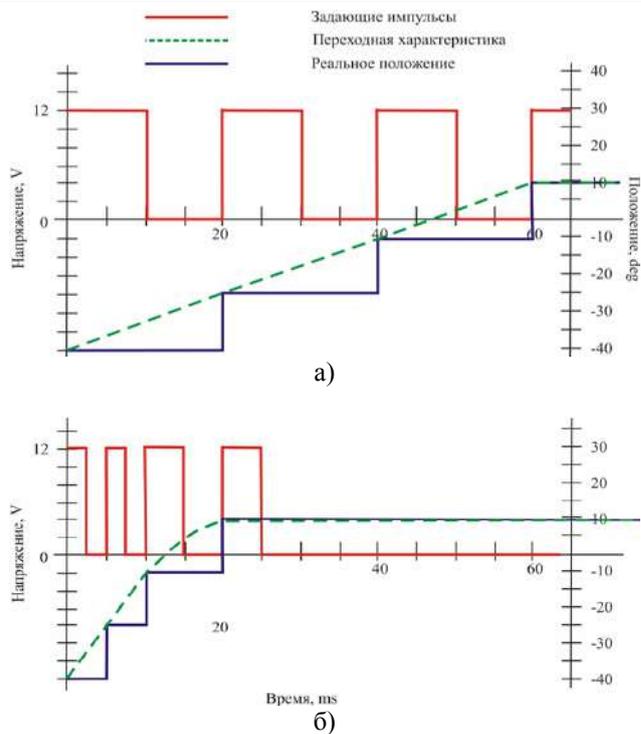


Рисунок 3 – Приближение РМ к заданной точке:
а) исходной системы управления;
б) при помощи fuzzy-регулятора

Для передачи команд управления был разработан удобный человеко-машинный интерфейс, который, в свою очередь, устранил следующие недостатки предшественника:

- Введение кода программы осуществлялось путем загрузки txt-файлов. Из этого следуют не только затраты времени на создание программы управления, приложение «блокнот», но и на ее загрузку. Программно реализована загрузка программы управления непосредственно через окно управления;
- Отсутствовали условные и безусловные переходы в программе управления;
- Была невозможна реализация задержки выполнения кода программы управления;
- Отсутствовала возможность создания цикла выполнения программы управления. Путем введения команд «переходов», «задержки» и «цикла» вышеречисленные недостатки были устранены;
- Не было возможности визуализации процесса на мониторе компьютера;
- Отсутствовала возможность выполнения кода программы в виртуальном режиме. Решение задачи стало возможно путем создания виртуальной модели робота.

Созданный программно-аппаратный комплекс «Робот-манипулятор» (ПАК РМ) имеет ряд преимуществ в сравнении с ранее существовавшими аналогами:

- в полной мере реализует виртуальную 3D-модель РМ;
- блокирует некорректные команды; производит расчет траектории методами fuzzy-логики;
- имеет систему обратной связи.

ПАК РМ предназначен для обучения студентов матричному и тригонометрическому преобразованию

координат пространства состояний робота и методике управления роботами в полярных координатах с возможностью отладки программного кода без подключения к компьютеру реального робота. Дается возможность обучения студентов работе с роботизированными комплексами, основам расчета многозвенных манипуляторов, особенностям программирования роботов, работе с микроконтроллерами и основам разработки баз правил для fuzzy-регуляторов в робототехнических системах.

В рамках проекта «Синергия» студенты других вузов могут осваивать управление программно-аппаратным комплексом, находящимся в КарГТУ. Таким образом, предоставляется возможность различного сотрудничества казахстанских и зарубежных технических вузов.

Предлагаемая технология даёт значительный толчок развитию информационно-коммуникационных технологий обучения и позволяет совершенствовать образовательный процесс и, как следствие, будет способствовать воспитанию конкурентоспособных специалистов на рынке Казахстана.

Любченко Л.Г., Сичкаренко А.В., Смагулова Қ.Қ., Шпаков М.А., Шарый С.В. FUZZY-логикасы арқылы робот-манипулятордың басқару жүйесін өңдеу.

Ғылым дамығандықтан оқу процесі сонымен қатар жүруге тиісті. Инновациялық технологиялар қазіргі өндірістерді және білімді өзара қатынаста ұстайды. Берілген мақалада «Синергия» инновациялық білім жобасының аясындағы fuzzy-логикасымен робот-манипулятордың басқару жүйесін өңдеу туралы айтылады.

Lubchenko L.G., Sichkarenko A.V., Smagulova K.K., Shpakov M.A., Shariy C.V. System engineering of management of the robot-manipulator by methods of FUZZY-logic.

Development of a science forces educational process to keep up to date. Innovative technologies promote connection of modern manufacture and education. System of management of the robot-manipulator by methods of fuzzy-logic for the innovative educational project «Synergy» is considered in this article.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Любченко Любовь Геннадьевна в 2008 году закончила с отличием Карагандинский государственный технический университет, в этом же году поступила в магистратуру по специальности «Автоматизация и управление». С 2008 года является ассистентом кафедры «Автоматизации производственных процессов». Имеет более 10 научных публикаций в Казахстане и в странах СНГ. Является разработчиком 2 учебных стендов.

Сичкаренко Андрей Владимирович, закончил Томский институт автоматизированных систем управления и радиоэлектроники (ТИАСУР) в 1991 году по специальности «Промышленная электроника». Работал в должности ст. научного сотрудника в Карагандинском научно-исследовательском угольном институте (КНИУИ). С 1998 года ст. преподаватель каф. АПП КарГТУ. Область научных интересов: системы автоматизации на базе микропроцессорной техники.

Смагулова Каршига Канатовна, старший преподаватель кафедры «Автоматизации производственных процессов», работает в КарГТУ с 2005 г.

Окончила Карагандинский государственный технический университет по специальности 3308 «Электропривод и автоматизация технологических комплексов», в 2007 г. окончила магистратуру по специальности 6N0702 «Автоматизация и управление». Занимаясь научно-педагогической деятельностью имеет около 10 научных и учебно-педагогических работ.

Шпаков Максим Алексеевич в 2008 году закончил с отличием Карагандинский государственный технический университет, в этом же году поступил в магистратуру по специальности «Автоматизация и управление». Имеет более 10 научных публикаций в Казахстане и в странах СНГ. Является разработчиком 4 учебных стендов.

Шарый Сергей Владимирович (см. стр. 48).