

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯЦИОННЫМ РОБОТОМ PUMA 560 ADAPTIVE CONTROL SYSTEM FOR PUMA 560 ROBOTIC MANIPULATOR

*В.А. Кузнецов, А.Н. Юсупов
(БГТУ Военмех, Санкт-Петербург)*

В общем случае многозвенный робот описывается нелинейной нестационарной системой дифференциальных уравнений высокого порядка. Синтез систем управления осложняется наличием в реальном объекте зон нечувствительности, упругостей, и дискретизации по времени и по уровню, вносимой инкрементными датчиками, импульсными силовыми преобразователями и цифровой системой управления.

Для исследования и отработки алгоритмов управления многозвенными роботами на кафедре Мехатроники и робототехники БГТУ “Военмех” была разработан стенд на базе манипулятора Puma 560.

Стенд состоит из шести однотипных микропроцессорных модулей, каждый из которых независимо управляет приводом одного звена робота. Связь модулей между собой и с управляющим компьютером осуществляется по сети CAN на скорости 1Мбит/сек. Модули разработаны на базе высокопроизводительного 16-ти битного сигнального процессора Freescale 56F8323, что позволило реализовать сложные алгоритмы управления. Программирование осуществляется по интерфейсу JTAG, отладка - по интерфейсам JTAG и RS232. Силовой преобразователь выполнен на транзисторах и драйверах производства International Rectifier.

В программе контроллера привода каждого звена реализована система подчиненного регулирования, содержащая контура тока, скорости и положения.

Управление током двигателя осуществляется на частоте ШИМ 20 кГц по схеме с псевдорелейным регулятором, который на больших рассогласованиях работает как релейный, а при малых - как линейный пропорциональный. При этом остальные контуры управления работают на частоте 1 кГц, обусловленной наличием существенной дискретизации по уровню инкрементного датчика скорости. Такое разнесение частот контуров позволяет значительно снизить пульсации тока, так как за период квантования контура скорости ток максимально быстро достигает заданного значения. Требуемый ток якоря двигателя задается адаптивным регулятором скорости.

Контур скорости содержит ПД регулятор, который задает семейство фазовых траекторий, обеспечивающих наиболее быстрые переходные процессы по скорости при отсутствии статических моментов. Компенсация статических моментов и параметрических возмущений осуществляется адаптивным контуром с астатической эталонной моделью. При этом обеспечиваются переходные процессы в контуре скорости, соответствующие объекту первого порядка, что позволяет применить пропорциональный регулятор в контуре положения.

Перенастройка контура скорости может быть проведена в реальном времени в соответствии с текущей конфигурацией звеньев робота и наблюдаемой нагрузкой.

Разработанная система управления обладает следующими достоинствами:

- реализация различных алгоритмов управления приводами постоянного тока,
- разработка и исследование интеллектуальных алгоритмов верхнего уровня,
- управление несколькими манипуляторами с одного компьютера и удаленное управление,
- возможность простого изменения архитектуры системы управления.

Практические исследования разработанной системы управления подтвердили целесообразность и эффективность применения адаптивных алгоритмов. В следящем режиме позиционирование манипулятора происходит на максимальных скоростях схвата (до 6 м/с),

без перерегулирования с точностью до дискреты (0.16 т.д., без учета упругой деформации звеньев).