

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ В РОБОТАХ С ГИБКОЙ МЕХАТРОНИКОЙ

Решетников Д.С., Уткина А.А., Барухов С.А., Остапюк С.И.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва

Ключевые слова: робототехнические системы, гибкая мехатроника, роботы, управление движением, гибкие элементы, мехатроника.

Аннотация. В данной статье будет рассмотрена классификация способов, с помощью которых можно управлять робототехническими системами, имеющими в составе соединительных узлов гибкие элементы. Будет проанализирована проблема, возникающая при движении роботов с гибкой мехатроникой и разработаны путь решения, направленный на достижения точности позиционирования, компенсацию деформаций и минимизацию нежелательных колебаний.

ANALYSIS OF MOTION CONTROL METHODS IN ROBOTS WITH FLEXIBLE MECHATRONICS

Reshetnikov D.S., Utkina A.A., Barukhov S.A., Ostapyuk S.I.

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

Keywords: robotic systems, flexible mechatronics, robots, motion control, flexible elements, mechatronics.

Abstract. This article examines the classification of methods used to control robotic systems that incorporate flexible elements in their joint assemblies. The problems arising during the movement of robots with flexible mechatronics will be analyzed, and a solution will be proposed to improve positioning accuracy, compensate for deformations, and minimize undesirable vibrations.

Современные робототехнические системы требуют разработки и внедрения инновационных методов управления движением, особенно в контексте применения мехатронных конструкций с гибкими элементами. В отличие от традиционных жестких механизмов, данные системы включают упругие и эластичные компоненты, что способствует повышению их адаптивности и безопасности при взаимодействии с окружающей средой. Однако такие конструкции обладают сложной динамикой, характеризующейся деформациями, запаздываниями и нелинейными эффектами, что существенно усложняет процесс синтеза управляющих алгоритмов. В связи с этим актуальной задачей является исследование методов управления, обеспечивающих компенсацию нежелательных колебаний, повышение точности позиционирования и стабилизацию движения робототехнических систем с элементами гибкой мехатроники.

Целью данной научной статьи является анализ существующих методов управления движением в робототехнических системах с элементами гибкой мехатроники, выявление их преимуществ, ограничений и перспективных направлений развития. Исследование направлено на рассмотрение подходов к управлению деформируемыми конструкциями, компенсации нелинейных эффектов и повышения точности позиционирования, что позволит определить

наиболее эффективные стратегии для улучшения адаптивности и стабильности работы таких систем.

Для достижения поставленной цели необходимо провести детальный анализ существующих методов управления движением робототехнических систем с элементами гибкой мехатроники. Понимание принципов функционирования таких систем требует их классификации по различным признакам, включая алгоритмы управления, по степени участия человека в процессе, по типу движения и виду управляемых переменных. Рассмотрение классификации способов управления позволит выявить ключевые особенности каждого метода, их применимость в условиях изменяющихся нагрузок и динамических характеристик, а также определить наиболее перспективные направления развития в данной области.

На данный момент существует следующая классификация по типу алгоритма управления:

- 1) программные;
- 2) адаптивные;
- 3) интеллектуальные управления [1, 2].

Программные методы основаны на разработке схемы управления тем, как машина взаимодействует с окружающей средой и достигает своих целей. Данный алгоритм применим для роботов, движение которых запланировано от начала до окончания действий. Адаптивные методы основаны на самонастройке управляющей программы к изменениям условий технологического процесса или внешней среды. В данном методе программа не содержит полного набора необходимой информации. Ее недостающая часть формируется в процессе функционирования на основе анализа выполняемых действий и контроля измеряемых параметров внешней среды, а также состояния узлов и подсистем робота. Интеллектуальный метод основан на применении методов искусственного интеллекта для управления объектами различной физической природы. Данный алгоритм использует способ «проб и ошибок» выявляя закономерности движения в процессе работы робота [3-5].

Приведенная выше классификация носит общий характер и охватывает всю область робототехники. Однако в случае робототехнических систем с элементами гибкой мехатроники традиционные методы управления требуют пересмотра, поскольку повышенная подвижность соединительных узлов обеспечивает системе большую степень свободы в движении. В отличие от жестких конструкций, движения которых предсказуемы и, как правило, подчиняются линейным законам, управление гибкими механизмами требует учета значительно большего числа переменных, что существенно усложняет процесс моделирования траекторий. В связи с этим для повышения эффективности управления целесообразно использовать методы, основанные на интеллектуальных системах, поскольку алгоритмы искусственного интеллекта обладают способностью к обучению и выявлению новых закономерностей. В то же время в процессе их адаптации и обучения может потребоваться участие человека, что способствует более точному формированию управляющих воздействий.

Таким образом, можно заключить, что робототехнические системы с элементами гибкой мехатроники требуют использования комбинированного подхода, включающего различные классические методы управления, с целью обеспечения их максимальной эффективности в различных областях применения. Особую значимость в данном контексте приобретают адаптивные и интеллектуальные методы управления, обладающие способностью учитывать нелинейные характеристики гибких элементов, а также адаптироваться к изменяющимся внешним условиям, что позволяет повысить точность и стабильность функционирования таких систем.

Список литературы

1. Сенюшкин Н.С., Парамонов В.В., Завьялов Р.А. Многоцелевая экспериментальная мобильная платформа с двухуровневой системой управления // Молодой ученый. – 2010. – №7(18). – С. 48-52. – URL: <https://moluch.ru/archive/18/1798/>
2. Шоланов К.С. Основы мехатроники и робототехники. – Учебник для студентов технических специальностей вузов Казахстана. – Алматы: Изд-во «ЭВЕРО», 2015. – 126 с.
3. Демин А.В. Адаптивное управление роботами с произвольно заданной модульной конструкцией // Известия иркутского государственного университета. Серия: математика. – 2019. – №29. – С. 10-21.
4. Шахворостов С.А. Роботы в системах автоматизации: учеб. пособие. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2016. – 110 с.
5. Щербатов И.А. Интеллектуальное управление робототехническими системами в условиях неопределенности // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2011. – №1. – С. 73-77.

Сведения об авторах:

Решетников Даниил Сергеевич – техник кафедры 1101;

Уткина Арина Александровна – техник учебно-научной производственной лаборатории 1101;

Барухов Сергей Алексеевич – техник кафедры 1101;

Остапюк Софья Ивановна – инспектор дирекции института.