

РОБОТОТЕХНИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА С МАНИПУЛЯТОРАМИ

А. Б. Чарыев, Б. Н. Байлиев

Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана, г. Ашхабад

Рассмотрены ключевые технические и программные средства автоматизации, связанные с применением манипуляторов в промышленных и сервисных задачах. Проанализированы аппаратные компоненты манипуляторов, программное обеспечение для управления движением, моделирования и контроля, а также средства симуляции.

Ключевые слова: манипулятор, привод, датчик, программное обеспечение, траекторное планирование.

ROBOTICS AND AUTOMATION: HARDWARE AND SOFTWARE WITH MANIPULATORS

A. B. Charyev, B. N. Bailiev

Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan, Ashgabat

This article examines key hardware and software automation tools related to the use of manipulators in industrial and service applications. It analyzes the manipulator hardware components, motion control software, modeling and monitoring, and simulation tools.

Keywords: manipulator, drive, sensor, software, trajectory planning.

Современные управление роботами-манипуляторами переживает бурное развитие, обусловленное стремительным прогрессом в области искусственного интеллекта, машинного обучения и сенсорных технологий [1].

Цель статьи – теоретически исследовать технические и программные средства, которые обеспечивают работу манипуляторов в автоматизированных системах, их сильные и слабые стороны, а также направления, в которых происходят или будут происходить улучшения.

Выбор подходящего типа манипулятора для конкретной производственной задачи зависит от множества факторов, таких как грузоподъемность, точность, скорость, рабочая зона, тип выполняемых операций [2].

Манипуляторы – роботизированные устройства, предназначенные для выполнения задач захвата, перемещения, сборки, сварки и других операций, где требуется точность, сила или повторяемость. Они являются важнейшим элементом автоматизированных систем и существенной частью многих производственных линий, лабораторий, фармацевтических предприятий и сервисных роботов.

Степени свободы (DOF): классические манипуляторы имеют 4–6 DOF, в зависимости от задачи (рабочий объем, гибкость, ориентация инструмента).

Типы суставов и соединений: вращательные, линейные, цилиндрические. Встречаются гибкие манипуляторы (flexible manipulators) с упругими элементами, что добавляет сложности в управлении и потребности в моделировании динамики.

Приводы (actuators): электрические (серводвигатели, шаговые двигатели), гидравлические, пневматические. Выбор зависит от необходимой силы, точности и скорости.

Симуляторы: например, Webots – позволяет моделировать роботов, манипуляторы, сенсоры и актуаторы, задавать физику, строить виртуальные окружения.

Симуляции динамики манипулятора: модели с учетом масс, инерции, жестко-

сти, упругих элементов. Проекты, например, *Aaria* – симуляция серийных манипуляторов с различными степенями свободы, выходными параметрами, IMU-сигналами.

Offline-программирование и офлайн-симуляция: RoboDK – программирование манипуляторов, симуляция траекторий, проверка движений без выведения в физический мир.

Прямая и обратная кинематика: вычисление положения инструмента по углам суставов и наоборот.

Планирование пути: алгоритмы поиска траекторий, избегание препятствий, оптимизация по времени, энергии.

Контроль движения: ПИД-регуляторы, адаптивные контроллеры, модельно-предсказательное управление (MPC), контроль на основе обучения с подкреплением.

Middleware, архитектуры и связующие программные компоненты.

ROS / ROS2 – широко используемая среда-фреймворк для робототехники, обеспечивает компоненты: публикователи/подписчики, сервисы, действия; удобно для интеграции датчиков и манипуляторов.

OpenRTM-aist-middleware, ориентированная на компоненты (RTC), позволяет соединять датчики, приводные модули, контроллеры и т. п.

Платформы автоматизации: KeMotion от KEBA – как программное ядро для решения задач робототехники, включая предусловия движения, синхронизацию, визуализацию, симуляцию.

Манипуляторы, смонтированные на мобильной базе, дают гибкость: могут перемещаться к месту задачи, выполнять захват, перемещение, монтаж. Пример: Robotnik – мобильные манипуляторы для внутренних помещений и логистики.

Коллаборативные манипуляторы (cobots): работа рядом с людьми; важны безопасность, мягкая обработка, адаптация силы захвата.

ABB RobotStudio Machine Tending Software – решение для автоматизации операций обслуживания машин: загрузка-выгрузка, манипуляции, управление манипуляторами, симуляция.

Timor Python Toolbox – для модульной робототехники: моделирование, оптимизация конструкции модульных манипуляторов, экспорт URDF, интеграция в симуляции. Повышение безопасности и этическая ответственность, особенно в коллаборативных средах.

Манипуляторы являются центральным компонентом многих автоматизированных систем. Их технические средства – конструкции, приводы, сенсоры – и программные – симуляция, планирование, контроль – сегодня достаточно развиты, но есть пространство для улучшения. Особенно важны решения, повышающие адаптивность, надежность, стандартность и безопасность. Внедрение гибридных систем, искусственного интеллекта и унифицированного программного обеспечения обещает дальнейший прорыв в эффективности и возможностях манипуляторов.

Л и т е р а т у р а

1. Шайымов, С. С. Типы манипуляторов для различных производственных задач / С. С. Шайымов, А. Б. Чарыев. – БГТУ – 2025.
2. Байлиев, Б. Н. Современные тенденции управления роботами-манипуляторами / Б. Н. Байлиев, С. С. Шайымов, А. Б. Чарыев. – БГТУ, 2025.