

Секция «Математика и механика»

Исследование жёсткостных характеристик промышленного манипуляционного робота для повышения точности выполнения высоконагружённых операции

Швандт Александр

МГТУ им. Баумана, РК, Москва, Россия

E-mail: alex-schwandt@yandex.ru

Промышленные роботы редко применяются для выполнения точных механических операций. Нежесткость разомкнутой кинематической цепи манипулятора, а также электромеханическая упругость приводов создают дополнительные погрешности, позволяющие применять промышленные манипуляторы только для таких относительно «грубых» операций таких, к примеру, как обдирка литья. Тем не менее, в промышленности имеется немало задач, которые, с одной стороны, требуют необходимой маневренности рабочего инструмента, достижимой только многостепенным манипулятором, а с другой стороны, – высокой технологической точности, примером могут служить операции фрезерования шпангоутов в авиационной промышленности. Введение подвижного основания с одной или несколькими степенями подвижности и, тем более, применение адаптивного управления с применением датчиков сил требует существенной модернизации самой манипуляционной системы, что не всегда возможно. В работе предлагается иной подход, позволяющий существенно повысить точность выполнения механических операций при использовании серийного промышленного манипулятора. Этот подход можно назвать методом компенсации податливости.

Сущность метода заключается в том, что рабочее пространство робота анализируется специализированно для выполнения отдельных операции, таких как сверление или фрезерование. Целью является уменьшение нагрузки на привода робота от заранее известных технологических нагрузках на схватке манипулятора. Известно, что жёсткость структуры манипуляционного робота сильно изменяется в зависимости от его положения. Таким образом было введено понятие эллипсоида допустимых сил, который описывает нагружаемость робота и является некоторой мерой жёсткости структуры робота. Учитывая жёсткость робота в планировании технологического процесса, возможно корректировать погрешности робота от различных явления, как например податливость электродвигателей или редукторов, принимая более жёсткую конфигурацию или изменении выполняемой траектории в технологических операциях. При необходимости маневренность манипулятора может быть увеличена путём введения дополнительных степеней подвижности рабочего стола, либо держателя рабочего инструмента.

На фирме Broetje-Automation GmbH, где возникла данная задача, была подтверждена эффективность предложенной методики при исследовании задачи фрезерования шпангоутов роботом KUKA KR 500-3. Жесткостные характеристики манипулятора были получены при манипулировании со статической нагрузкой 250 кг, имитирующей силу резания. Жёсткостные характеристики приводов были получены таким образом, что в точках планируемой траектории движения инструмента с помощью лазера сравнивались положения схвата манипулятора, вычисленное по показаниям приводов манипулятора, и его действительное положение.

Показано, что за счет планирования движения с учетом жесткостных характеристик и других мер, перечисленных выше, удаётся снизить моментные нагрузки на приводы манипулятора и повысить точность воспроизведения заданной траектории при обработке заготовки. При этом существенных модификаций в конструкции манипулятора и используемого технологического оборудования не требуется.

Таким образом стало бы возможно использовать манипуляционных роботов в производстве с более гибкими и широкими задачами, что было недоступно ранее без использования результатов данной работы.

Литература

1. Андреев, В.Д., Попов Е.В. Проектирование следящих систем, М. „Машиностроение“, 1978
2. Горниевский, Д.М., Формальский А.М., Schneider A.J. Управление манипуляционными системами на основе информации об усилиях, М. „Физико-Математическая Литература“, 1994
3. Грановский Г.И. Резание металлов, М. „Высшая школа“, 1985
4. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы, М. „Машиностроение“ , 1988
5. Ющенко, А.С., Подураев Ю.В. Адаптивные робототехнологические комплексы для механической обработки и сборки, МГТУ им. Баумана, М. 1999
6. Зенкевич С.Л. ,Ющенко А. С.: Управления робтами, Основы управления манипуляционными роботами. МГТУ им Баумана М., 2000