

МНОГОСВЯЗНАЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА

Н.В. Плотникова

При управлении роботами возникает ряд проблем, обусловленных взаимным влиянием степеней подвижности, способами размещения приводов на подвижных элементах манипулятора. Облегчить решение данных проблем можно на этапе проектирования исполнительный системы всего манипуляционного механизма путем решения задач кинематики и динамики.

Ключевые слова: манипуляционный механизм, многосвязная исполнительная система.

Главным источником возникновения проблем управления роботами является основное преимущество – универсальность. Роботы, как правило, не создают для выполнения конкретной технологической операции. Даже в тех случаях, когда вид операций заранее известен, например операции точечной сварки, необходимо выбирать траекторию движения, возможные ориентации рабочего инструмента, законы движения во времени, включая законы изменения скоростей и ускорений. В ряде случаев предъявляют требования к закону изменения сил [1]. Например, при механической обработке сложных поверхностей необходимо управлять силой резания.

Чтобы манипулятор мог свободно перемещать и ориентировать в пространстве твердое тело, удерживаемое в схвате, он должен иметь не менее шести степеней подвижности.

Движение в каждом сочленении манипулятора обеспечивается с помощью двигателей различного типа – электрических, гидравлических (электрогидравлических) или пневматических.

Двигатель обычно выполняют в виде модуля, включающего также механизм передачи движений (редуктор), датчики обратной связи (потенциометры, тахомашины, вращающиеся трансформаторы, цифровые датчики), сигналы с которых обрабатываются с помощью микропроцессоров или аналоговых устройств, вырабатывающих управляющие воздействия на двигатель. Система управления, образованная этими устройствами, представляет собой привод степени подвижности манипулятора.

Манипулятор в целом можно рассматривать как систему управления, образованную приводами, работающими на общую механическую нагрузку, – манипуляционный механизм. Входом этой системы является многокомпонентный сигнал, поступающий с устройства управления роботом, а выходом – требуемое перемещение манипулятора и, соответственно, схвата с нагрузкой или рабочим инструментом. Такую систему называют исполнительной системой манипуляционного робота [2].

Для проектирования исполнительной системы манипуляционного робота нужно решить задачи кинематики и динамики.

Задачи кинематики решаются и на различных этапах проектирования. Практически всегда рассматривают следующие 2 задачи [3]:

1. Прямая задача кинематики состоит в определении по заданным обобщенным координатам манипулятора положения его некоторого звена. Необходимость решения прямой задачи возникает в связи с невозможностью определения положения захватного устройства путем непосредственного измерения, в то время как текущие значения обобщенных координат манипулятора измеряются достаточно просто с помощью соответствующих датчиков.

2. Обратная задача кинематики представляет собой задачу нахождения обобщенных координат манипулятора по заданным значениям положения и ориентации его звеньев.

Проектирование промышленного робота обычно начинается с изучения операций и условий производства, в которых предполагается использовать роботы. Изучаются перемещение, скорости, ускорения объекта: эти условия движения объекта определяют требования к исполнительному механизму робота – манипулятору. Все эти требования учитываются при решении задач динамики манипулятора.

Важной конструктивной характеристикой манипуляторов является способ расположения двигателей относительно приводимых ими в движение звеньев. От выбранного варианта компоновки во многом зависят технические характеристики роботов, их быстродействие, управляемость и возможные области применения.

Существуют три типа расположения приводов: непосредственно в шарнирах механизма, на основании, и комбинированное на подвижных и неподвижных звеньях [3]. Создаются также конструкции и механизмы, в которых все движения манипулятора осуществляются от одного двигателя через муфты переключателя.

Наиболее распространенным является тип исполнительного механизма с комбинированным расположением двигателей. При комбинированном расположении двигателей часть двигателей расположена на основании, а часть на подвижных звеньях, причем, как правило, на звеньях с меньшим числом степеней свободы по сравнению со звеньями, к которым передается движение.

Расположение двигателей на подвижных звеньях (в шарнирах) механизма является наиболее простым с точки зрения передачи движения от двигателей к звеньям. Протяженность кинематической цепи от двигателя к приводному звену в этом случае минимальна, что позволяет уменьшить кинематические ошибки передачи движения. В то же время такое расположение приводов значительно увеличивает габариты и массу подвижных звеньев, что приводит к уменьшению доли полезного груза. Этот недостаток частично может быть устранен путем разработки новых конструкций силовых электроприводов с уменьшенной массой.

На некоторых производствах расположение приводов на подвижных звеньях, так же как и комбинированное, нежелательно с точки зрения технологии. В таких случаях все двигатели необходимо выносить на основание.

Компоновка приводов на основании позволяет уменьшить массу подвижных звеньев, но в то же время требует применения многозвенных передаточных кинематических цепей. Это приводит к увеличению ошибок передачи движения от двигателей: при передаче движения через промежуточные подвижные звенья возникает так называемый эффект кинематического взаимовлияния приводов, который необходимо устранять путем введения особого дифференциального привода, осуществляющего развязку движений; в многозвенных кинематических цепях возникают люфты, требующие специальных мер по их выборке.

При размещении приводов на основании, так же как и в комбинированных схемах, передача движения через промежуточные звенья в кинематические пары может осуществляться роликоточечным или зубчатопрычажным дифференциальным механизмом, состоящим как из цилиндрических, так и из конических колес.

Задачей работы на этом этапе является определение требуемых энергетических характеристик привода. Необходимо проанализировать работу объекта управления и определить рабочие нагрузки на проектируемый привод.

Анализ различных схем манипуляционных механизмов показывает, что для каждой степени подвижности нужно выбирать привод с индивидуальными характеристиками. Соединение исполнительных систем каждой степени подвижности в одну общую систему образует многосвязную исполнительную систему манипуляционного робота (рис.), связь между отдельными подсистемами обусловлена кинематическими соотношениями между степенями подвижности.



Многосвязная исполнительная система манипуляционного механизма

При управлении манипулятором обычно последовательно воздействуют на каждую степень подвижности, поскольку одновременное управление может привести к нестабильности механизма. В любом случае, связь между исполнительными системами каждой из степеней подвижности приводит к изменению тех координат, которые не должны изменяться.

Компенсировать это влияние можно, добавляя компенсационные элементы в перекрестные связи между исполнительными подсистемами.

Библиографический список

1. Юревич, Е.И. Основы робототехники: учеб. пособие для вузов по направлению 652000 «Мехатроника и робототехника» специальность 210300 «Роботы и робототехн. системы» / Е.И. Юревич. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 359 с.
2. Зенкевич, С.Л. Управление роботами: Основы управления манипуляционными роботами: Учебник для вузов по специальности «Роботы и робототехн. системы» / С.Л. Зенкевич. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 399 с.
3. Корендясев, А.И. Теоретические основы робототехники. Моногр. В 2 кн. Кн. 1 / А.И. Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес; Под общ. ред. С.М. Каплунова; Рос. акад. наук, Ин-т машиноведения им. А.А. Благонравова. – М.: Наука, 2006. – 382 с.

[К содержанию](#)