

Название доклада: Универсальная система позиционно-силового управления для манипуляторов специального назначения

Раздел: Методы проектирования и моделирования мехатронных и робототехнических систем

Список авторов: Попов Александр Владимирович, ЦНИИ РТК

Контакты: apopov@rtc.ru, 8-921-740-04-56

УДК: 621.865

АННОТАЦИЯ

Рассматривается задача создания универсальной системы позиционно-силового управления манипуляторами, совмещающая все существующие способы автоматического управления и управления от человека. Такая система позволяет выбирать оптимальную комбинацию этих способов управления при выполнении каждой конкретной операции. Предлагается функциональная схема такой системы и обосновываются пути ее аппаратной и алгоритмической реализации.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОЗИЦИОННО-СИЛОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ МАНИПУЛЯТОРОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Несмотря на непрерывный прогресс в развитии систем автоматического управления манипуляторов продолжают использоваться и совершенствоваться способы управления от человека-оператора. Наиболее широко они применяются в атомной промышленности, космической технике, дистанционной хирургии. Поэтому актуальна задача создания систем управления манипуляторов, которые совместили бы все существующие способы управления. Это позволит выбирать оптимальную их комбинацию при выполнении каждой конкретной технологической операции.

В общем случае управление манипуляторами является позиционно-силовым, т.е. комбинированным по положению и по силе. Для реализации такого управления необходимо помимо положения определять силы и моменты, действующие на рабочий орган.

В настоящее время существует два подхода к решению этой задачи. Первый из них – это использование датчиков силы. Однако они имеют ряд серьезных недостатков (невозможность измерить некоторые составляющие вектора силы, сложность, высокая цена, существенная чувствительность к изменениям параметров окружающей среды и т.д.). Эти недостатки в некоторых случаях делают их применение не целесообразным.

Вторым альтернативным способом получения информации о силе является использование наблюдателей – вычислителей силы на основе математической модели манипулятора и текущей информации о положении и скорости его степеней подвижности [1]. Перспективным направлением является комплексное использование обоих способов. Так, например, наблюдатель силы целесообразно использовать в качестве канала грубого отсчета, имеющего неограниченный диапазон оценки значений силового взаимодействия, а силомоментные датчики в качестве точного канала его определения. В случае выхода из строя силомоментного датчика или невозможности измерить некоторые составляющие внешнего воздействия наблюдатель силы может работать уже в качестве основного сенсорного канала. Последнее особенно актуально при работе в экстремальных условиях.

На рис. 1 приведена обобщенная схема позиционно-силового управления манипулятором, сочетающая возможности автоматического и автоматизированного

способов управления и при комплексном применении силомоментного датчика и наблюдателя силы.

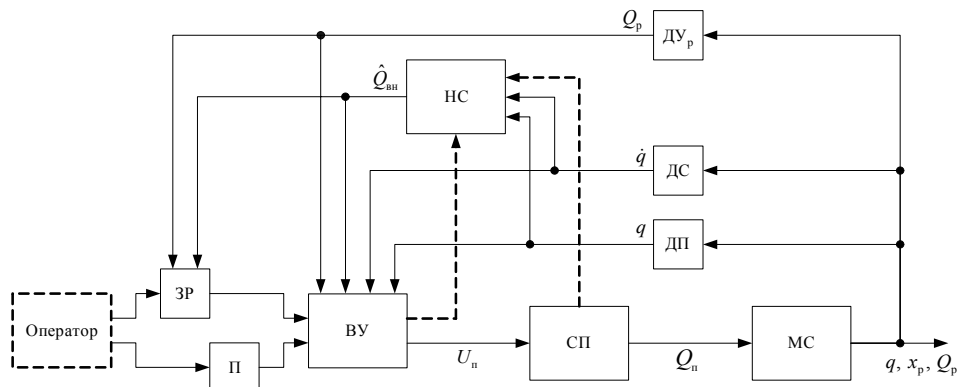


Рис. 1. Функциональная схема позиционно-силового управления манипулятором: ЗР – задающая рукоятка, П – программатор, ВУ – вычислительное устройство, СП – система приводов, МС – механическая система, ДП – датчик положения, ДС – датчик скорости, ДУ_р – датчик усилия, НС – наблюдатель силы.

Программатор П представляет собой устройство ввода типовых команд управления на языке управления роботом. Автономное выполнение этих команд обеспечивается в реальном масштабе времени вычислительным устройством ВУ, которое наряду с командами перерабатывает информацию о внешней среде, поступающую от датчиков и наблюдателя силы.

Оператор в данном случае выступает в роли супервизора, подключаясь к процессу управления в случае необходимости. Оператор задает название (код) ранее освоенной технологической операции, которая затем реализуется через управляющую программу с последовательным разбиением на типовые элементарные операции (ТОП) [2].

ВУ реализует алгоритмы автоматического и автоматизированного позиционно-силового управления [3]. В автоматическом режиме основными функциями ВУ являются диспетчеризация ТОП в соответствии с заданием оператора, логика выполнения отдельной ТОП, построение и отслеживание программных траекторий движения.

При управлении от ЗР ВУ решает обратную задачу кинематики для манипулятора и формирует задание на приводы в соответствии с одним из алгоритмов автоматизированного позиционно-силового управления. При этом возможна ситуация, когда в ходе выполнения некоторой автоматической операции человек-оператор корректирует работу системы с помощью ЗР, управление от которых имеет более высокий приоритет. Еще одной важной задачей ВУ является реализация возможностей

обучения системы управления выполнению силовых операций с помощью человека-оператора или путем самообучения [4].

Для исследования предложенных подходов и различных алгоритмов позиционно-силового управления была разработана компьютерная модель такой универсальной системы управления для космического манипулятора «ДОРЕС» в пакете Simulink MATLAB и специализированной библиотеки «robotics toolbox» [5].

На рис. 2,а представлен экспериментальный стенд с однокомпонентным датчиком силы. В ходе исследований были отработаны алгоритмы автоматического связанного позиционно-силового управления терминах управления импедансом [6] и автоматизированного управления посредством ЗР с отражением усилия.

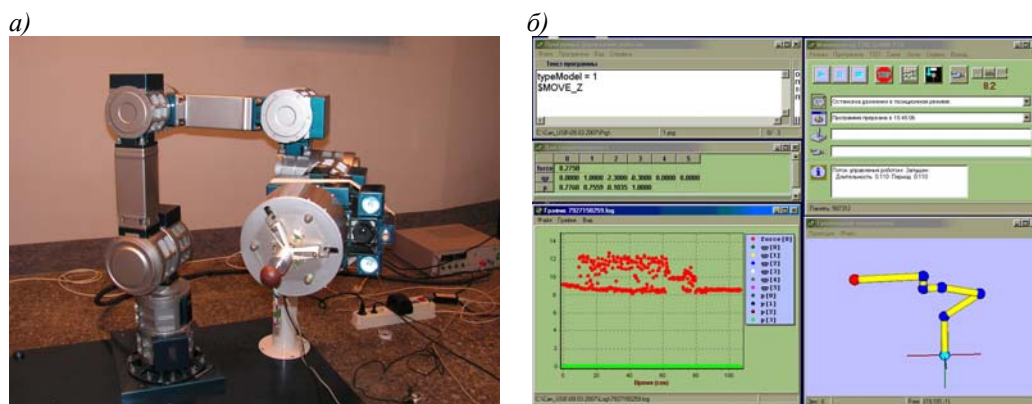


Рис. 2. Космический манипулятор «ДОРЕС» (ЦНИИ РТК): а) внешний вид, б) интерфейс супервизорной системы управления.

Результаты компьютерного моделирования и натурные экспериментальные исследования показали эффективность способов оценки силы, предложенных алгоритмов управления и позволили уточнить последние.

1. Попов А.В. О способах оценки сил и моментов при взаимодействии манипулятора с окружающей средой // Научно-Технические Ведомости СПбГТУ, 2006 – № 5. Т.1. Естественные и технические науки. – С. 169-172.
2. Макарычев В.П., Юревич Е.И. Супервизорное управление космическими манипуляторами. – С-Пб: Астерион, 2005. – 108 с.
3. Егоров И.Н. Системы позиционно-силового управления технологическими роботами. – Мехатроника, автоматизация, управление, 2003. – №10.
4. Бурдаков С.Ф., Смирнова И.А. Обучение робота контактными операциями с учетом упругостей // Материалы 13-ой научно-технической конференции «Экстремальная робототехника». – СПб., 2002.
5. Hogan N. Impedance control: an approach to manipulation. Part I-III // Journal of dynamic systems, measurement and control. – 1985. – P. 1-24.
6. <http://www.cat.csiro.au/cmst/staff/pic/robot>