

УДК 681.5

И.И. Шарафутдинова, А.И. Чернецкая, Р.Р. Бакунов

I.I. Sharafutdinova, A.I. Chernetskaya, R.R. Bakunov

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Perm National Research Polytechnic University

РОБОТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ БЛОКА СЕНСОРОВ

ROBOTIZED SYSTEM FOR DYNAMIC SENSOR UNIT POSITIONING

Система управления предназначена для автоматизации процесса исследования дефектоскопии внутренней структуры объектов произвольной формы. Основная задача рентгенодиагностического комплекса – передать максимально точно информацию о размерах, форме, плотности и толщине объекта исследования. По сравнению с ручным позиционированием, сканирование будет иметь колоссальное преимущество в точности результатов и времени сканирования.

Ключевые слова: манипулятор, кинематика, позиционирование рентгеновской головки, интерфейс виртуального пульта, протокол.

The management system is intended for automation of process of research of defectoscopy of an inner pattern of objects of arbitrary form. The main objective of a X-ray diagnostic complex – to tell most precisely information on the sizes, the form, density and thickness of object of research. In comparison with manual positioning scanning will provide an enormous scoring on the accuracy of results and time of scanning.

Keywords: pointing device, kinematics, positioning of a X-ray head, interface of the virtual panel, protocol.

Статья посвящена описанию системы, разрабатываемой на кафедре «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета и предназначенной для исследования специальных деталей с использованием рентгеновского оборудования.

На рис. 1 показан прототип рассматриваемой системы, реализованный с использованием современных 3D-технологий. Позиционирование рентгеновской головки осуществляется таким образом, чтобы она просвечивала сканируемый объект с разных ракурсов. Кроме того, пучок рентгеновских лучей должен быть направлен перпендикулярно специальному приемнику, конструктивно выполненному в виде пластины, расположенной за сканируемым объектом.

Основным компонентом рассматриваемой системы является манипулятор, предназначенный для позиционирования рентгеновской головки. На кафедре

«Информационные технологии и автоматизированные системы» был разработан прототип данного манипулятора. Устройство создано с использованием технологий трехмерного прототипирования. Указанный манипулятор, а также соответствующая ему схема Денавита–Хартенберга показаны на рис. 2. В качестве приводов используются сервомоторы, применяемые в моделизме.

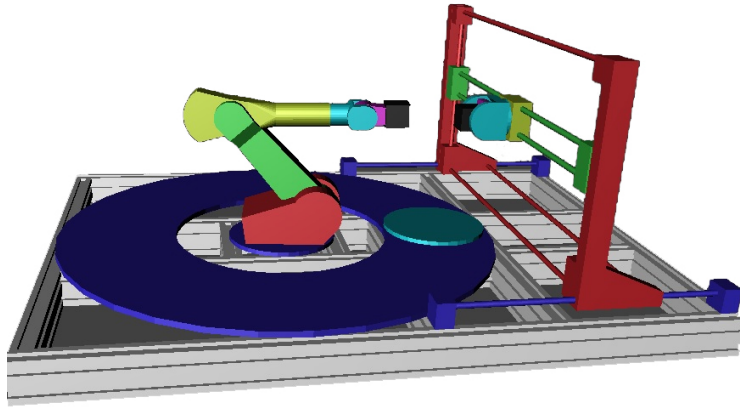


Рис. 1. Трехмерная модель описываемой системы

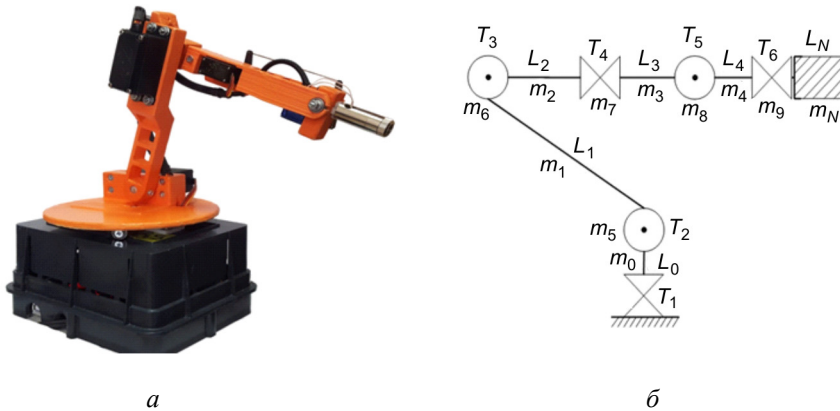


Рис. 2. Прототип манипулятора (а) и схема Денавита–Хартенберга (б)

Одним из этапов разработки манипулятора является расчет кинематики его движущихся частей исходя из его назначения и конструкции.

Данный этап является важным шагом к созданию органичного и логически продуманного механизма. Он сводится к решению двух задач [1]:

1. Задача прямой кинематики – это вычисление положения (X , Y , Z) рабочего органа манипулятора по его кинематической схеме и заданной ориентации (A_1, A_2, \dots, A_n) его звеньев (n – число степеней свободы манипулятора, A – углы поворота). Решение прямой задачи описывает координаты рабочего

органа манипулятора относительно абсолютной системы координат после сгиба каждого из его суставов на заданный угол.

2. Задача обратной (инверсной) кинематики – это вычисление углов (A_1, A_2, \dots, A_n) по заданному положению (X, Y, Z) рабочего органа на основе кинематической схемы.

Существует огромное количество различных методов решения этих задач.

Условно все методы решения прямой задачи можно разделить на три группы:

1) графические – позволяют записать нужные соотношения непосредственно из кинематической схемы манипулятора, т.е. на основе геометрических соображений без использования специальных приемов;

2) матричные – основаны на использовании матричного аппарата, например матриц преобразования однородных координат размером 4×4 ;

3) векторные – основаны на использовании понятия вектора конечного поворота или винта конечного перемещения.

При решении инверсной задачи используются различные численные и аналитические методы.

Для того чтобы технолог мог осуществлять функции контроля за рассматриваемым манипулятором и управления им, необходимы специальные технические средства. Указанные средства, помимо всего прочего, должны включать в себя виртуальный пульт, а также набор технологий для организации двустороннего обмена данными между пультом технолога и контроллером, управляющим всеми аспектами работы манипулятора.

При анализе значительного объема средств операторского контроля и управления от мировых производителей решений в области робототехники и промышленной автоматизации был сделан вывод, что изученные образцы характеризуются тем, что они сконструированы под использование с конкретными манипуляторами соответствующих производителей. Кроме того, их стоимость чрезвычайно высока. В связи с этим было принято решение разрабатывать собственное решение.

В процессе выполнения работы использовались технологии компании National Instruments. Основные задачи решались в программной среде LabVIEW [2, 3].

На рис. 3 показан пользовательский интерфейс разработанного виртуального пульта.

Для наглядности элементы управления в разработанном интерфейсе располагаются в точках сочленения плечей манипулятора, где также по схеме располагаются моторы. Для каждого мотора по умолчанию задан диапазон углов поворота от 0 до 180° , однако эти ограничения можно изменить.

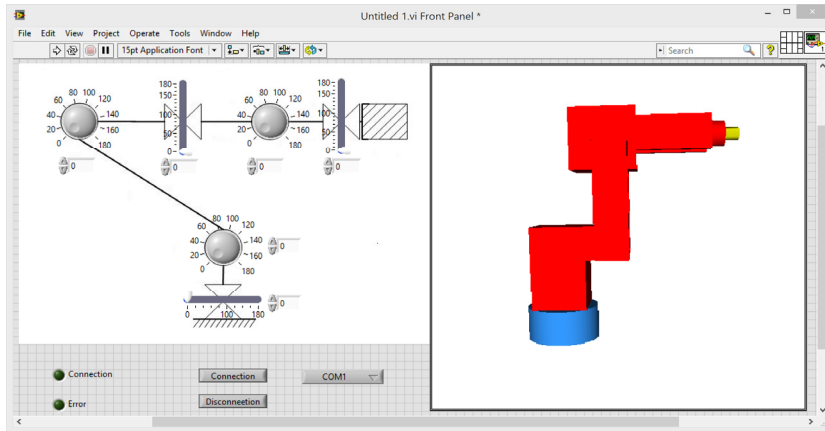


Рис. 3. Базовый интерфейс виртуального пульта

Интерфейс спроектирован таким образом, что оператор может наблюдать в режиме реального времени за текущим состоянием манипулятора и изменениями положений его элементов. Это реализовано с помощью трехмерной визуализации.

Для организации взаимодействия виртуального пульта и контроллера манипулятора был разработан протокол обмена данными. Данный протокол может работать поверх таких промышленных стандартов передачи данных, как RS-232 и RS-485 [4]. Протокол подразумевает использование модели «команда – ответ». Общий формат пакета приведен на рис. 4.

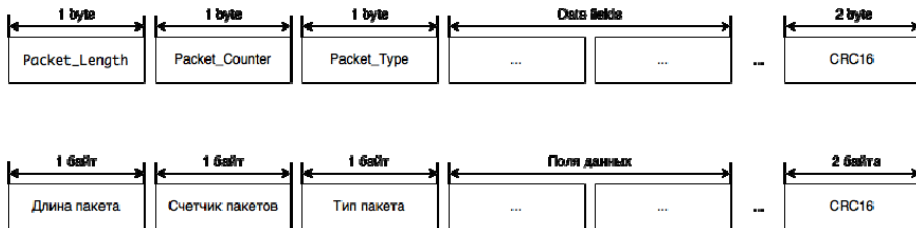


Рис. 4. Общий формат пакета

Программная реализация методов решения задач прямой и обратной кинематики, а также использование разработанного виртуального пульта в комбинации с предложенным протоколом обмена данными позволят эффективно наладить работу системы позиционирования еще на этапе тестирования прототипа. Это даст возможность существенно сократить срок, требующийся для разработки, отладки и внедрения всей установки в целом.

Таким образом, в рамках представленной статьи был описан проект по разработке системы динамического позиционирования блока сенсоров, вы-

полняемый на кафедре «Информационные технологии и автоматизированные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета. Данный проект напрямую связан с импортозамещением критически важных и крайне дорогих технологий. Его реализация позволит повысить конкурентоспособность России на мировом рынке.

Список литературы

1. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника / пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 624 с.
2. Трэвис Дж., Кринг Дж. LabVIEW для всех. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 904 с.
3. Магда Ю.С. LabVIEW: практ. курс для инженеров и разработчиков. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 208 с.
4. Гук М.Ю. Аппаратные средства IBM PC: энциклопедия. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 1072 с.

Получено 02.09.2016

Шарафутдинова Ирина Ильдусовна – студентка кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы», электротехнический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: irina-zrz@mail.ru.

Чернецкая Антонина Игоревна – студентка кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы», электротехнический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: tonya110@yandex.ru.

Бакунов Роман Раисович – аспирант кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы», электротехнический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: bakunov_roman@mail.ru.