

УДК 681.513

СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «РУКА-МАНИПУЛЯТОР»*

М.Б. ПИЧУГИН

630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, студент кафедры автоматики. E-mail: CIL012@gmail.com

Управление манипулятором реализовано несколькими вариантами: посредством персонального компьютера (интерфейс), на платформе Thingworx (WEB-интерфейс), с помощью проводного / беспроводного устройства (геймпад), реализацией набора заданных действий при помощи подключаемых датчиков позиционирования.

За счет применения технологии 3D-печати пользователь может оперативно менять поврежденные или измененные части манипулятора. Выводными данными являются перемещение манипулятора в пространстве и вывод информации на экран в виде координат состояния двигателей. За основу взята антропоморфная кинематическая схема. Управление звеном «руки-ма-нипулятора» происходит за счет расположенных в конструкции сервоприводов. Для достижения приемлемой эффективности подвижности «руки» и устранения весового дисбаланса основная часть двигателей расположена в опорной части «руки». В клешневую часть вынесено два сервопривода – на вращение и на захват.

Ключевые слова: 3Dпечать, манипулятор, степени свободы, лабораторный стенд, сервопривод, ArduinoMega, ArduinoNano

DOI: 10.17121/2307-6879-2017-2-46-57

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на универсальность понятия «робот» и ассоциации, вызываемые этим термином у неспециалистов, подавляющее большинство роботов, используемых в промышленности, представляют собой манипуляторы, управляемые посредством микропроцессорных контроллеров. Многозвенная кон-

* Статья получена 01 июня 2017 г.

струкция манипулятора заканчивается схватом или сменным инструментом, с помощью которого можно перемещать объекты в рабочем пространстве либо выполнять несложные технологические операции.

Манипулятор – механизм в виде кинематических цепей из звеньев, образующих кинематические пары с одной (реже с двумя) степенью подвижности с угловым или поступательным относительным движением и системой приводов, обычно раздельных для каждой степени подвижности. Многообразие конструкций промышленных роботов-манипуляторов позволяет применять их для решения широкого круга задач, в частности таких, решение которых при непосредственном участии человека затруднительно и даже невозможно (рис. 1).



Рис. 1. Функциональная схема системы управления

Столь обширное применение порождает необходимость в специалистах, способных поддерживать весь жизненный цикл манипуляторов. Посредством применения технологии 3D-печати в построении манипулятора можно обеспечить доступный для школ и университетов робототехнический комплекс.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью было создание такого стенда, который был бы прост в освоении и обслуживании и, что самое главное, мог бы легко редактироваться в зависимости от нужд пользователей. Микроконтроллерная плата, отвечающая за управление манипулятором, позволяет подключать широкое многообразие датчиков позиционирования, двигателей и сервоприводов, а пе-

чать каркаса на 3D-принтере позволяет на месте вносить необходимые изменения в конструкцию. Таким образом, у пользователя будет меньше опасений повредить лабораторный стенд, если он будет знать, что сам сможет его починить, а это ведет к большей заинтересованности в работе с ним. Также была поставлена цель показать различные способы управления манипулятором: демонстрация платформы ArduinoMega и ее возможностей, беспроводное управление посредством ESPмодуля и посредством радиомодуля.

2. ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ

Была взята и доработана антропоморфная кинематическая схема (рис. 2) с пятью степенями свободы. Впоследствии она легла в основу модели для печати. Части манипулятора моделировались в среде «Компас 3D» за счет удобства интерфейса и возможности сразу конвертировать модель в формат, пригодный для дальнейшей печати (рис. 3). Движение манипулятора обеспечиваются посредством пяти сервоприводов: трех MG995 в основании и двух SG90 в креплении и на самом хватательном элементе (рис. 4 и 5). За работу сервоприводов и датчиков отвечает микроконтроллерная плата ArduinoMega 2560.

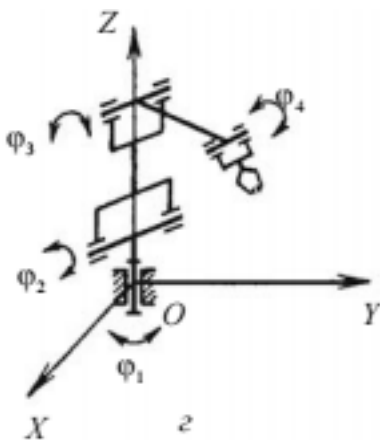


Рис. 2. Общий вид антропоморфной кинематической схемы

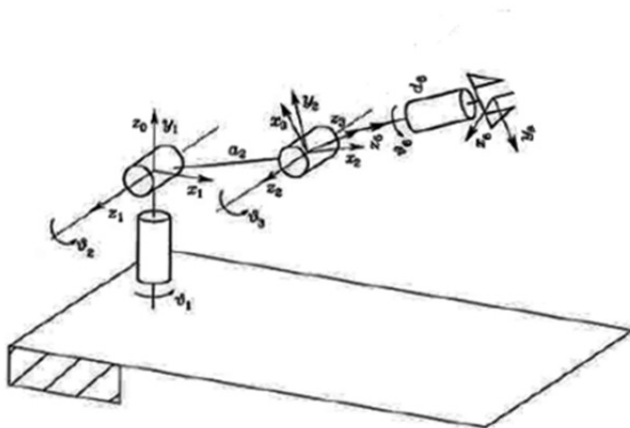


Рис. 3. Доработанная кинематическая схема

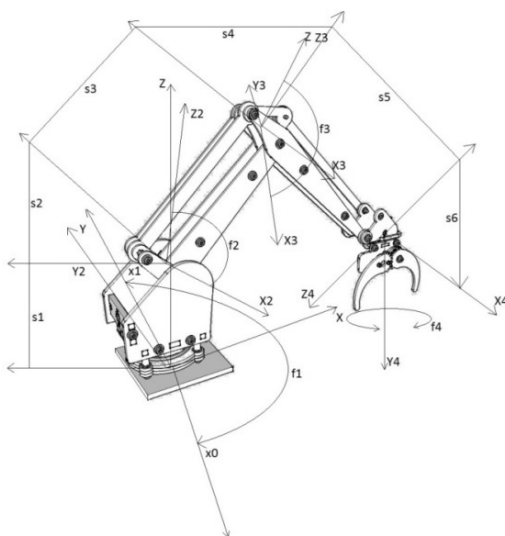


Рис. 4. 3D-модель манипулятора

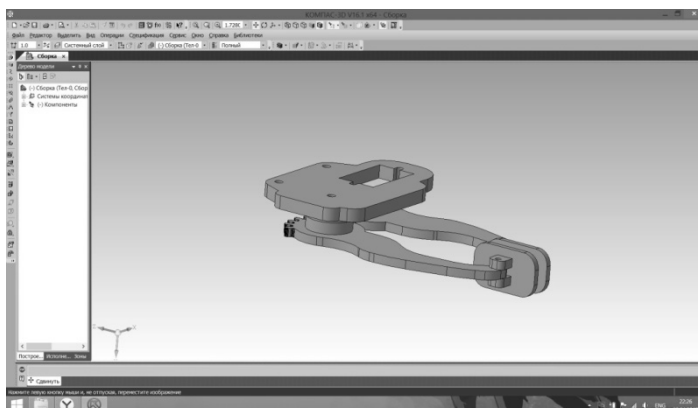


Рис. 5. 3D-модель хватательного элемента

У данной модели есть ряд преимуществ.

1. Сервоприводы, управляющие плечами манипулятора, расположены в основании (рис. 6), благодаря чему обеспечивается повышенная устойчивость.

2. Возможность быстрого снятия или присоединения хватательного элемента, что убирает необходимость в полном разборе конструкции при его смене (рис. 7 и 8).



Рис. 6. Финальный внешний вид



Рис. 7. Крепление хватательного элемента



Рис. 8. Установленный хватательный элемент

Также были просчитаны рабочие зоны манипулятора (рис. 9) – зоны, в которых манипулятор может свободно перемещаться без опасности повредить сервоприводы. Эти области можно разделить на две части: темно-серую без учета хватательного элемента и светло-серую с учетом хватательного элемента.

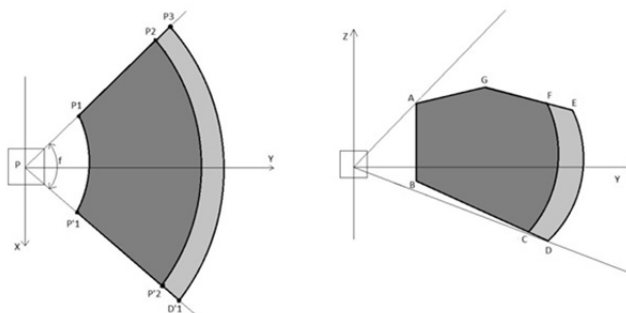


Рис. 9. Рабочие зоны

Далее рассмотрим способы управления манипулятором.

3. СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ

На данный момент реализовано несколько способов управления манипулятором.

1. Посредством интерфейса на персональном компьютере (рис. 10). Этот интерфейс выполнен на платформе ProcessingIDE и способен отражать актуальную информацию о положении манипулятора в пространстве. Кнопки отвечают за поворот сервопривода на 1, 5 и 10 градусов соответственно.

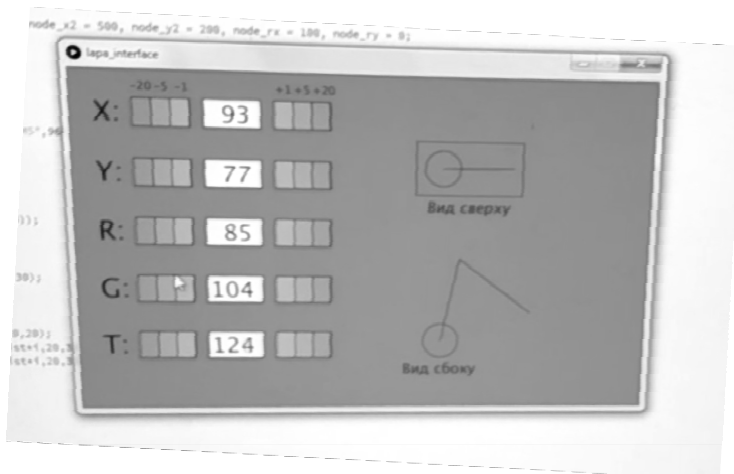


Рис. 10. Интерфейс

2. С помощью проводного / беспроводного устройства (геймпад) (рис. 11). Это устройство представляет собой набор кнопок для переключения режима работы манипулятора, а также два джойстика: левый отвечает за перемещение плеч и поворот конструкции, правый – за поворот хватательного элемента и сжатие-разжатие. В основе лежит микроконтроллерная плата ArduinoNano.

3. На платформе Thingworx (WEB-интерфейс). За счет подключения к плате через ESP-модуль можно управлять манипулятором посредством платформ, таких как Thingworx. Позволяет управлять механизмом даже при условии нахождения далеко от него.

4. Реализация набора заданных действий при помощи подключаемых датчиков позиционирования. В данный момент используется ультразвуковой датчик (рис. 12). Манипулятор сканирует область перед ним в поисках предмета и, как только обнаруживает его, выполняет заданные программой действия.

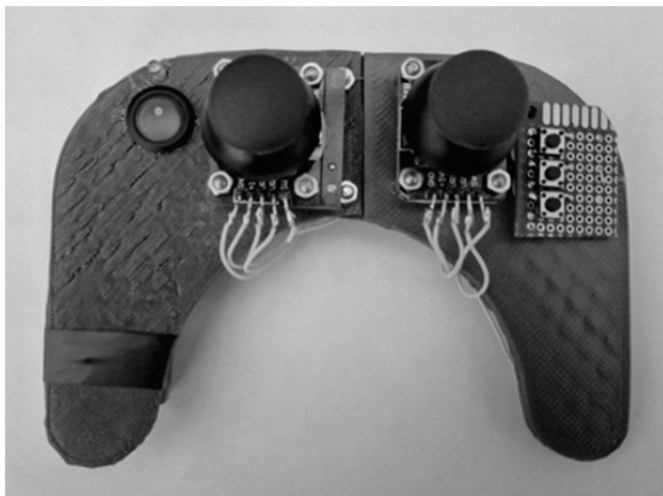


Рис. 11. Беспроводное устройство



Рис. 12. Ультразвуковой датчик

Применение различных модулей управления достигнуто за счет технологии 3D-печати, что позволяет быстро изменить параметры «руки-манипулятора» для применения необходимого метода. Выводными данными являются перемещение манипулятора в пространстве и вывод информации на экран в виде координат состояния двигателей.

4. ПРЕИМУЩЕСТВА

У комплекса есть ряд преимуществ, выгодно выделяющих его на фоне аналогов.

1. Открытая среда разработки. Платформа ArduinoIDE позволяет подключать множество датчиков и настроить манипулятор для необходимой работы.

2. Возможность оперативной смены поврежденных деталей. 3D-печать и конструкция позволяют без особых усилий заменить любой поврежденный элемент каркаса, в большинстве случаев даже не потребуется полной разборки манипулятора.

3. Возможность разработки и печати собственного манипулятора и его быстрая установка. Крепление в основании хватательного элемента позволяет справиться со снятием и установкой нового изделия за короткий промежуток времени.

4. Недорогое производство, доступность деталей. Пластик для печати стоит недорого, как и датчики, платы и крепежные материалы. Для примера:

микрокомпьютер EV3 на момент написания статьи стоил 22 500 рублей, в то время как ArduinoMega стоил ~ около 1500 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был создан простой в освоении и обладающий широкими возможностями лабораторный комплекс. Предложенная модель «руки-манипулятора» является гибкой посредством применения технологий 3D-печати. Возможна модуляция необходимых конструкций за счет изменения несущих параметров, что позволяет адаптировать манипулятор для разного рода задач, с которыми могут столкнуться обучающиеся. В будущем планируется добавить управление посредством нейроинтерфейса (в данный момент есть возможность считывания окулограммы), а как следующий шаг – применение накопленного опыта в создании модульного экзоскелета.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает свою искреннюю благодарность профессору кафедры автоматизации А.А. Воеводе за помощь при выполнении работы, а также полезное обсуждение полученных результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов Е.П., Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л. Манипуляционные роботы: динамика и алгоритмы. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
2. Медведев В.С., Лесков А.Г., Ющенко А.С. Системы управления манипуляционных роботов. – М.: Наука, 1978. – 416 с.
3. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 624 с.
4. Savasgard E. Arduino: 101 beginners guide: how to get started with your Arduino. – Kindle ed. – Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2008. – 38 p.
5. Boxall J. Arduino workshop. – San Francisco: No starch press, 2013. – 394 p.
6. Иго Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 544 с.
7. Brian W. Arduino programming notebook. – San Francisco, CA: Creative Commons, 2007. – 35 p.

Пичугин Михаил Борисович, студент факультета автоматике и вычислительной техники Новосибирского государственного университета. E-mail: CIL012@gmail.com

The creation of the laboratory stand "ARM"

M.B. Pichugin

Novosibirsk State Technical University, 20 Karl Marks Avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, students of the Department of Automation. E-mail: CIL012@gmail.com

The manipulator control is realized by several options: through a personal computer (interface), on the Thingworx platform (WEB-interface), using a wired/wireless device (gamepad), implementation of a set of predefined actions using the plug-in positioning sensors.

Through the use of 3D printing technology, the user can quickly change damaged or altered parts of the manipulator. The output data are the movement of the manipulator in space and display information on the screen in the form of coordinates of a condition of engines. The basis is an anthropomorphic kinematics. Control link arm occurs due to the design of the servos. To achieve acceptable efficiency in the mobility of the hands and eliminate weight imbalance in the main part of the engines are located in the base of the hand. In the claw part made two servo for rotation and grip.

Keywords: 3D печать, manipulator, degree of freedom, laboratory bench, servo, ArduinoMega, ArduinoNano

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-46-57

REFERENCE

1. Popov E.P., Vereshchagin A.F., Zenkevich S.L. *Manipulyatsionnye roboty: dinamika i algoritmy* [Manipulation robots: dynamics and algorithms]. Moscow, Nauka Publ., 1978. 400 p.
2. Medvedev V.S., Leskov A.G., Yushchenko A.S. *Sistemy upravleniya manipulyatsionnykh robotov* [Systems of control of manipulation robots]. Moscow, Nauka Publ., 1978. 416 p.
3. Fu K.S., Gonzalez R.C., Lee C. *Robotics: control, sensing, vision and intelligence*. New York, McGraw-Hill, 1987 (Russ. ed.: Fu K., Gonsales R., Li K. *Robototekhnika*. Translated from English. Moscow, Mir Publ., 1989. 624 p.).

* Received 01 June 2017.

4. Savasgard E. *Arduino: 101 beginners guide: how to get started with your Arduino*. Kindle ed. Sebastopol, CA, O'Reilly Media, 2008. 38 p.
5. Boxall J. *Arduino workshop*. San Francisco, No starch press, 2013. 394 p.
6. Igo T. *Arduino, datchiki i seti dlya svyazi ustroystv* [Arduino, sensors and networks for communication devices]. St. Petersburg, BHV-Peterburg Publ., 2015. 544 p.
7. Brian W. *Arduino programming notebook*. San Francisco, CA, Creative Commons, 2007. 35 p.