

УДК 004.42

ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ

Голубєв Л. П., Чумак Б. І.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Розробка методів дистанційного управління роботом-маніпулятором.

Методика. Теоретичні дослідження проводилися на базі спеціальних розробок в теорії управління методом моделювання і теорії прийняття рішень. Дослідження проводилися на системі дистанційного керування рухом ланок робота-маніпулятора, побудованого на базі персонального комп'ютера (PC) і контролера управління рухом робочих вузлів робота.

Результати. Досліджено технологію роботи робота-маніпулятора і виконано розробку програмного і технічного забезпечення для системи дистанційного керування роботом-маніпулятором.

Наукова новизна. Розроблено нову технологію керування роботом-маніпулятором, розроблено новий підхід до створення самонавчальної системи керування роботом-маніпулятором.

Практична значимість. Розроблений метод дистанційного керування роботом-маніпулятором може бути застосований в багатьох роботизованих виробничих системах.

Ключові слова: робот-маніпулятор, Arduino, серводвигун, самонавчальна система

У сучасному світі основним напрямком розвитку промисловості є автоматизація виробництва. Вона сприяє зростанню його ефективності за рахунок підвищення якості продукції, що випускається, а також скорочення числа робочих, зайнятих в різних сферах виробництва. Одним з основних елементів автоматизації промислових підприємств є використання роботизованих комплексів, що складаються з механічних маніпуляторів та систем управління ними. Застосування промислових роботів-маніпуляторів дозволяє підвищити точність виконання технологічних операцій, зменшити вплив людського фактору на виробничий процес, скоротити площу виробничих приміщень і забезпечити безперебійну роботу виробництва протягом 365 днів на рік і, певною мірою, зменшити вплив шкідливих чинників на персонал [2].

Необхідність дослідження і вдосконалення систем управління маніпуляційними роботами, перш за все, обумовлено їх широким застосуванням. Подібні пристрої використовуються в будівельній галузі (крани-маніпулятори), металургії (прокатні стани, кувальні маніпулятори), гірничодобувній промисловості (бурильні машини), хімічній промисловості (маніпулятори для роботи з токсичними і радіоактивними

матеріалами), суднобудівній та авіаційній галузях (зварювальні та складальні маніпулятори, маніпулятори для різання металів) та інших областях.

Незважаючи на різне технічне виконання, будь-який маніпуляційний робот складається з декількох ланок, які забезпечують відповідні ступені рухливості виконавчих механізмів (двигунів), що призводять ці ланки в рух. Для переміщення ланок маніпулятора, в залежності від призначення робота, найчастіше використовуються крокові двигуни або сервоприводи різної потужності. Відзначимо, що кроковим двигунам віддається перевага в разі якщо швидкість переміщення ланок робота не є критичним параметром. Наприклад, даний тип приводів може використовуватися при побудові вантажних маніпуляторів.

Якщо ж потрібно забезпечити високу швидкість руху робота (наприклад, маніпулятора, який проводить складання деталей), то найбільш доцільно використовувати сервоприводи [1].

Процес розробки робота-маніпулятора складається з двох етапів:

- розробка механічної частини робота (вибір матеріалу для виготовлення складових частин, а також типу виконавчих механізмів);
- розробка системи управління маніпулятором (вибір контролера, вибір засобу програмування, розробка алгоритмів управління).

Розроблено системи управління роботизованим маніпулятором на основі мікропроцесорної системи управління ланками робота і програмним інтерфейсом оператора, який реалізований на ПК або ноутбукі. При цьому передбачається робота оператора (управління роботом) безпосередньо територіально розташованого поблизу робота-маніпулятора.

Однак, на наш погляд, зручнішим, ергономічнішим і економічно більш ефективним є віддалене управління роботизованою системою, використовуючи більш зручні засоби керування (джойстики або їх програмні аналоги) використовуючи сучасні протоколи передачі даних типу Wi-Fi і Bluetooth. Іноді, при роботі з шкідливим виробництвом, тільки такий підхід може бути єдино допустимим.

Постановка завдання

Тому виникає завдання створення системи віддаленого управління роботом-маніпулятором. Система повинна працювати в мережах Wi-Fi і Bluetooth. При цьому в якості пристрою управління роботом оператор повинен використовувати мобільний термінал – смартфон або планшет.

Результати досліджень

Схема системи віддаленого управління роботом-маніпулятором.

Об'єктом дослідження є робот-маніпулятор з 6-ма ступенями свободи, з яких 2 є обертовими, а 4 – поступальними.

Схема системи віддаленого управління роботом представлена на рис. 1.

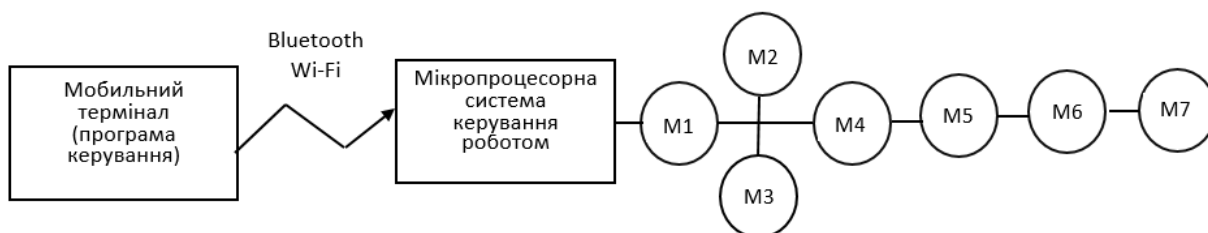


Рис. 1. Схема віддаленого управління роботом-маніпулятором

В якості мобільного терміналу може виступати будь-який мобільний пристрій - смартфон або планшет, обладнаний інтерфейсом Wi-Fi або Bluetooth. Мікропроцесорна система управління роботом побудована на базі плати Arduino Uno. На рис. 1 M1-M7 позначені сервоприводи роботизованої системи.

Для розробки і налагодження системи віддаленого управління роботизованого комплексу був створений працюючий макет системи з 6-ма ступенями свободи (рис. 2).

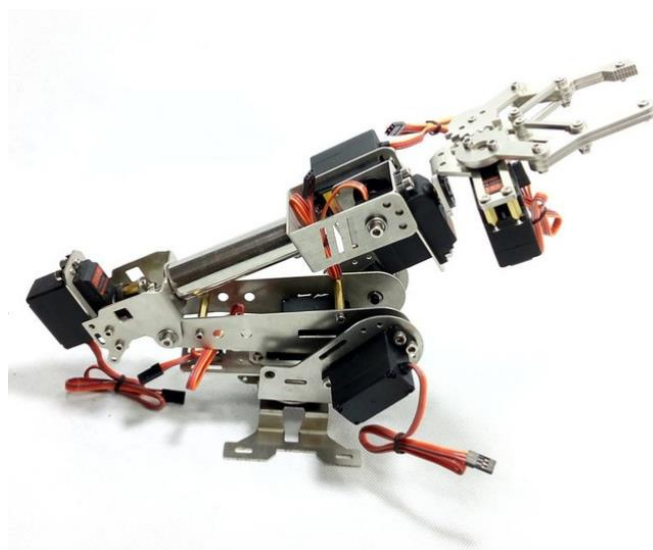


Рис. 2. Зовнішній вигляд робота-маніпулятора з 6-ма ступенями свободи

Проектування системи віддаленого управління здійснювалося за допомогою системи RemoteXY [3, 4].

RemoteXY – це система розробки і використання мобільних графічних інтерфейсів для управління контролерами зі смартфона або планшета. До складу системи входять:

- редактор мобільних графічних інтерфейсів для контролерів, розміщений на сайті remotexy.com;
- мобільний додаток RemoteXY, що дозволяє підключатися до контролера і відображати графічні інтерфейси.

Відмінні риси системи:

- Структура інтерфейсу зберігається в контролері.
- При підключенні немає ніякої взаємодії зі сторонніми серверами для того щоб завантажити інтерфейс.
- Структура інтерфейсу завантажується в мобільний додаток з контролера.

Підтримуються наступні способи зв'язку між контролером і мобільним пристроєм:

- Bluetooth;
- Wi-Fi в режимі клієнта і точки доступу;
- Ethernet за IP адресою або URL;
- Інтернет з будь-якого місця через хмарний сервер.

Процес проектування інтерфейсу користувача дистанційного керування роботом-маніпулятором наведено на рис. 3.

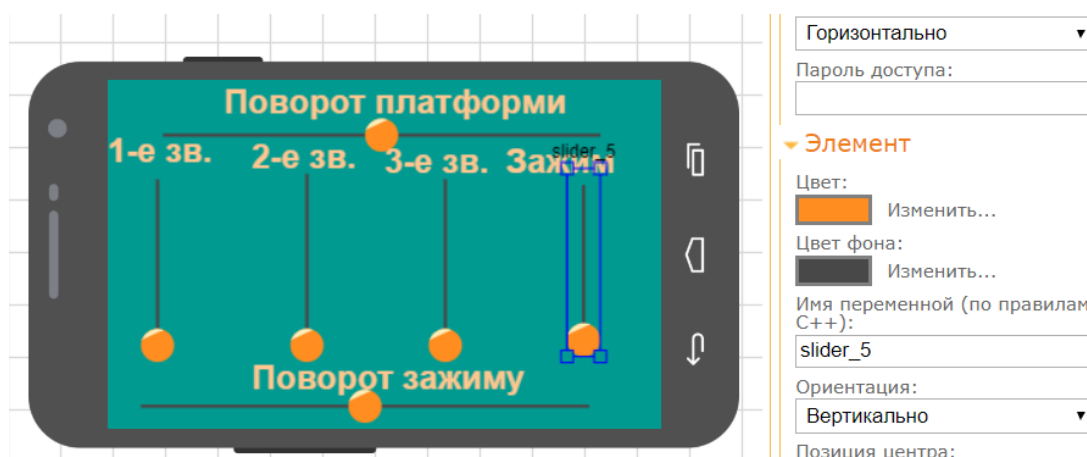


Рис. 3. Процес проектування інтерфейсу користувача дистанційного керування роботом-маніпулятором

Розглянемо процес дистанційного управління одним серводвигуном.

Середньому положенню вихідного валу серводвигуна відповідає ширина імпульсу 1500 мс. Крайньому лівому – 500 мс, крайньому правому – 2500 мс. Нам не доведеться вручну генерувати послідовність імпульсів для нашого серводвигуна, ми використовуємо бібліотеку Arduino "servo.h", яка забезпечить нам потрібну тривалість імпульсу. Ми тільки їй вкажемо, яка ширина імпульсу нам необхідна в даний конкретний момент.

Далі ми визначили структуру, в якій буде знаходитися інформація про стан слайдера.

```
/* структура визначає всі зміни вашого інтерфейсу
управління */
struct {

    /* input variable */
    unsigned char slider_1; /* =0..100 положення слайдера */

    /* other variable */
    unsigned char connect_flag; /* =1 if wire connected,
else =0 */

} RemoteXY;
```

Так, як положення слайдера змінюється від 0 до 100, а довжина імпульсу серводвигуна повинна змінюватися від 500 до 2500 (1500 середнє значення) використовуємо формулу:

$$\text{int ms} = \text{RemoteXY.slider_1} * 20 + 500; \quad (1)$$

У кодї ми підключаємо бібліотеку servo.h і визначаємо один із серводвигунів з ім'ям myservo. У процедурі ініціалізації setup ініціалізується бібліотека RemoteXY (як в прикладі), далі ініціалізується серводвигун, під'єднаний до пін 9, і встановлюється середнє положення слайдера. У глобальному циклі - процедурі loop насамперед запускається обробник RemoteXY. Далі обчислюється тривалість імпульсу за формулою (1). І ця тривалість передається в якості параметра в функцію writeMicroseconds, тим самим задаючи положення вала серводвигуна, що відповідає положенню слайдера на смартфоні, в кожному циклі програми.

Нижче наведено фрагмент програми віддаленого управління серводвигунами робота.

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;
void setup()
{
  RemoteXY_Init ();

  // TODO you setup code
  myservo.attach(9);
  RemoteXY.slider_1 = 50;
}

void loop()
{
  RemoteXY_Handler ();

  // TODO you loop code
  // use the RemoteXY structure for data transfer

  int ms = RemoteXY.slider_1*20+500;
  myservo.writeMicroseconds(ms);
}
```

Висновки

В результаті проведених досліджень була розроблена система віддаленого управління роботом-маніпулятором. При цьому управління роботом-маніпулятором виконується за допомогою мобільного пристрою (смартфона або планшета). Зручний інтерфейс і управління ланками робота-маніпулятора за допомогою елементів управління Slider робить роботу з системою легкою та комфортною.

До переваг даної системи слід віднести можливість роботи по різних протоколах обміну інформацією, в тому числі Wi-Fi і Bluetooth.

Список використаних джерел

1. Фу К. Робототехника / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли; пер. с англ. под ред. В. Г. Градецкого. – М. : Мир, 1989. – 624 с.
2. Никитин К. Д. Основы робототехники / К. Д. Никитин, Н. В. Василенко, В. П. Пономарёв, А. Ю. Смолин – ТОМСК МГП «РАСКО» 2013. – 238 с.
3. Столяров В. Г. Автоматизированное удаленное управление устройствами при помощи Ардуино / В. Г. Столяров, Л. П. Голубев. // Технології та дизайн. – 2016. – № 4. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2016_4_16
4. Можчиль Б. В. Использование микропроцессоров при создании автоматизированных систем управления / Б. В. Можчиль, С.Ю. Фетисенко, Л. П. Голубев // Технології та дизайн. – 2016. – № 3. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2016_3_16

References

1. Fu, K., Gonsales, R. & K. Li (1989). *Robototekhnika* [Robotics] – Moscow. Mir. [in Russian].
2. Nikitin K.D., Vasilenko N.V., Ponomarev V.P. & Smolin A.Yu. (2013). *Osnovy robototekhniki* [Basics of robotics] – TOMSK. MGP «RASKO». [in Russian].
3. Stolyarov V.G. & Golubev L.P. (2016). *Avtomatizirovannoe udalennoe upravlenie ustroystvami pri pomoshchi Arduino* [Automated remote device control with Arduino] *Tekhnologii ta dizayn* – Technology and design. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2016_4_16 [in Ukrainian].
4. Mozhchil B.V., Fetisenko S.Yu. & Golubev L.P. (2016). *Ispolzovanie mikroprotssessorov pri sozdanii avtomatizirovannykh sistem upravleniya* [The use of microprocessors in the creation of automated control systems]. *Tekhnologii ta dizayn* – Technology and design. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2016_3_16 [in Ukrainian].

Golubev LeontiyORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2980-8017>golubevl@ukr.netKyiv National University of
Technologies and Design**Chumak Bogdan**bogdanghost0@gmail.comKyiv National University of
Technologies and Design**Дистанционное управление роботом-манипулятором****Голубев Л. П., Чумак Б. И.**

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка методов дистанционного управления роботом-манипулятором.**Методика.** Теоретические исследования проводились на базе специальных разработок в теории управления методом моделирования и теории принятия решений. Исследования проводились на системе дистанционного управления движением звеньев робота-манипулятора, построенного на базе персонального компьютера (PC) и контроллера управления движением рабочих узлов робота.**Результаты исследований.** Исследована технология работы робота-манипулятора и выполнена разработка программного и технического обеспечения для системы дистанционного управления роботом-манипулятором.

Научная новизна. Разработана новая технология управления роботом-манипулятором, разработан новый подход к созданию самообучающейся системы управления роботом-манипулятором.

Практическая значимость. Разработанный метод дистанционного управления роботом-манипулятором может быть применен во многих роботизированных производственных системах.

Ключевые слова: робот-манипулятор, Arduino, серводвигатель, самообучающаяся система

Remote control by robot manipulator

Golubev L. P., Chumak B. I.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Development of methods for remote control of the robot manipulator.

Methodology. Theoretical studies were carried out on the basis of special developments in the theory of control of the modeling method and decision theory. The research was carried out on a remote control system for the movement of the robot manipulator links, built on the basis of a personal computer (PC) and a motion control controller for work nodes.

Findings. The technology of operation of the robot manipulator is investigated and the development of software and hardware for the remote control system of the robot manipulator is performed.

Originality. A new control technology for the robot manipulator is developed, a new approach to creating a self-learning control system for the robot manipulator is developed.

Practical value. The developed method of remote control of the robot manipulator can be used in many robotic production systems.

Keywords: robot manipulator, Arduino, servomotor, self-learning system