

УДК 681.51

Шолом П.С., Здолбіцький А.П., Жигаревич О.К., Яручик В.Л.  
Луцький національний технічний університет

## РОБОТИЗОВАНА СИСТЕМА З ДИСТАНЦІЙНИМ КЕРУВАННЯМ

**Шолом П.С., Здолбіцький А.П., Жигаревич О.К., Яручик В.Л. Роботизована система з дистанційним керуванням.** У середовищі Arduino C++ Compiler розроблено програму руху роботизованої системи. В Android Studio розроблено програму управління роботом за допомогою смартфона. В результаті отримано систему з дистанційним Bluetooth-керуванням на базі ATmega 2560.

**Ключові слова:** дистанційне управління, Arduino, ОС Android, Bluetooth-модуль, колекторний двигун

**Шолом П.С., Здолбіцький А.П., Жигаревич О.К., Яручик В.Л. Роботизированная система с дистанционным управлением.** В среде Arduino C ++ Compiler разработана программа движения роботизированной системы. В Android Studio разработана программа управления роботом с помощью смартфона. В результате получена система с дистанционным Bluetooth-управлением на базе ATmega 2560.

**Ключевые слова:** дистанционное управление, Arduino, ОС Android, Bluetooth-модуль, коллекторный двигатель

**Sholom Pavlo S., Zdolbitskyi Andrii P., Zhyharevych Oksana K., Yaruckyk Vadym L. Robotic system with remote control.** Program for robotic system motion is developed in Arduino C ++ Compiler environment. Program for robot control via smartphone is developed in Android Studio. As a result a system with Bluetooth remote control based on ATmega 2560 is obtained.

**Keywords:** remote control, Arduino, OS Android, Bluetooth-module, collector motor

**Постановка проблеми.** Робототехніка є прикладною наукою, що займається розробкою автоматизованих технічних систем (роботів). Вона орієнтована на створення роботів і робототехнічних систем, призначених для автоматизації складних технологічних процесів і операцій, у т. ч. таких, що виконуються в недетермінованих умовах, для заміни людини при виконанні важких, втомливих і небезпечних робіт.

Так як використання звичайних роботів з програмним управлінням часто недоцільне, то з'являється особливий їх вид – дистанційно керовані роботи. Вони дозволяють виконувати поставлене завдання на безпечній для життя та здоров'я людини відстані, зокрема для обслуговування ядерних енергетичних установок.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вивченням систем автоматичного, автоматизованого і ручного керування роботами та іншими засобами робототехніки, а також технічними системами і комплексами, що містять ці засоби, займались Андре П., Кофман Ж.-М., Лот Ф., Тайар Ж.-П. [1], Корендясев А.І. [2] та ін. Зокрема, у роботі Джона Вільямса [3] детально розглядаються елементи схем, що використовуються у пристроях числового програмного управління (ЧПУ): інтегральні мікросхеми, контролери крокових двигунів та самі двигуни, мостові драйвери та інші елементи; описано технологію виготовлення друкованих плат в домашніх умовах методом термічного переносу електрографічного зображення з паперу на поверхню фольгованого пластику; наводяться різні схеми управління кроковими двигунами та відповідне програмне забезпечення тощо [4, 5].

У роботі Попова Є.П. та Письменного Г.В. [6] описані виконавчі пристрої роботів, структура і призначення обчислювальних засобів в системах управління, основні методи програмного керування роботами і пристрої, їх реалізують. Викладена структура і принцип дії систем адаптивного управління та реалізації відчуттів у роботів, розглянуті пристрій і принцип дії дистанційно керованих роботів.

**Метою роботи** є реалізація дистанційного керування роботом за допомогою Bluetooth-модуля та смартфона на операційній системі Android. Система повинна мати можливість керування як за допомогою кнопок, так і з залученням акселерометра.

**Виклад основного матеріалу роботи.** Дистанційне керування – це передача керуючого впливу (сигналу) від оператора до об'єкта управління, що знаходиться на відстані, через неможливість передати сигнал безпосередньо, якщо об'єкт рухається, знаходиться на значній відстані або в агресивному середовищі і т.п.

Дистанційне управління застосовується в авіації, космічній техніці, техніці зв'язку, охоронних системах та системах допуску, моделюванні, комп'ютерній техніці, військовій справі, промислового виробництва, будівництві, робототехніці тощо.

Так як використання звичайних роботів з програмним управлінням часто недоцільне, то з'являється особливий вид роботів – дистанційно керовані роботи. Дистанційне керування та управління діями роботів, маніпуляторів та інших агрегатів організовується іноді при безпосередньому візуальному спостереженні, але часто і поза їх видимостю. Якщо маніпуляційний робочий механізм не має автоматичних режимів, а відтворює тільки рух руки людини-оператора, то говорять про дистанційно керованих маніпулятори, якщо ж основна певна частина робочої операції запрограмована і відбувається автоматично, а людина-оператор лише задає ту чи іншу програму (або втручається в управління тільки в критичних випадках), то ми маємо справу з дистанційно керованими роботами.

Дистанційно керовані роботи мають свою сферу застосувань, зокрема останнім часом досягнуті великі успіхи в розробці роботів для обслуговування ядерних енергетичних установок. У першу чергу такі роботи використовуються при переробці вивантаженого ядерного палива і при роботі з відходами виробництва. Зараз вони починають також застосовуватися для контролю початкового завантаження, ремонтних робіт на реакторній установці, дезактивації обладнання і ліквідації наслідків аварій. Застосування таких дистанційно керованих роботів дозволяє істотно знизити радіаційне опромінення персоналу та підвищити якість регламентних робіт на реакторі.

Розроблена система дистанційного контролю робота включає в себе апаратне та програмне забезпечення.

Апаратне забезпечення складається з:

- механіки іграшкової моделі автомобіля;
- програмованої плати Arduino Mega 2560;
- драйвера двигунів DFRduino Motor Drive;
- колекторного двигуна (3 шт.);
- Bluetooth модуля HC-06.

Arduino Mega 2560 (рис. 1) – це пристрій на основі мікроконтролера ATmega2560. До його складу входить все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером: 54 цифрових входів / виходів (з яких 15 можуть використовуватись як ШІМ-виходи), 16 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм ICSP для внутрішньосхемного програмування і кнопка скидання.

Arduino Mega може бути живиться від USB або від зовнішнього джерела живлення – тип джерела вибирається автоматично. В якості зовнішнього джерела живлення (не USB) може використовуватися мережевий AC / DC-адаптер або акумулятор / батарея. Штекер адаптера необхідно вставити у відповідний роз'єм живлення на платі.

Напруга зовнішнього джерела живлення може бути в межах від 6 до 20 В. Однак, зменшення напруги живлення нижче 7 В призводить до зменшення напруги на виводі 5 В, що може стати причиною нестабільної роботи пристрою. Використання напруги більше 12 В може призводити до перегріву стабілізатора напруги і виходу плати з ладу. З урахуванням цього рекомендується використовувати джерело живлення з напругою в діапазоні від 7 до 12В.

У мікроконтролері ATmega 2560 є 256 КБ флеш-пам'яті програм (з яких 8 КБ використовуються загрузчиком), 8 КБ пам'яті SRAM і 4 КБ EEPROM.

Arduino Mega сумісний з більшістю плат розширення, розроблених для Arduino Duemilanove і Diecimila.

Arduino Mega 2560 надає ряд можливостей для здійснення зв'язку з комп'ютером, зі ще одним Arduino або іншими мікроконтролерами. ATmega2560 має 4 UART для реалізації послідовних інтерфейсів (с логічним рівнем TTL 5В). Мікроконтролер ATmega16U2 (або ATmega8U2 на платах версії R1 і R2) забезпечує зв'язок одного з прийомопередавачів з USB-портом комп'ютера і при підключенні до ПК дозволяє Arduino визначатись як віртуальний COM-порт (для цього операційній системі Windows потрібно відповідний .inf-файл, на відміну від OSX і Linux, де розпізнавання плати як COM-порту відбувається автоматично). При передачі даних через мікросхему ATmega8U2 / ATmega16U2 під час USB-з'єднання з комп'ютером на платі будуть миготіти світлодіоди RX і TX.

Драйвер двигунів DFRduino Motor Drive (рис. 2) використовує чіп L293B і здатний керувати двома двигунами постійного струму напругою 7-12 В з максимальним струмом 1А в кожному.

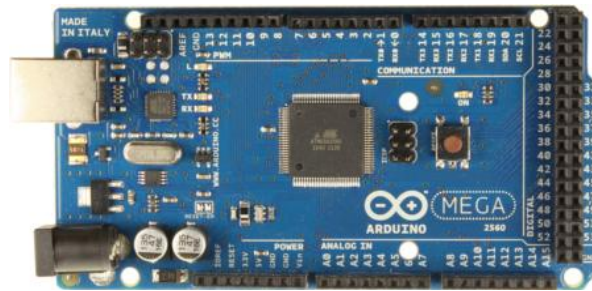


Рис. 1. Програмована плата Arduino Mega 2560

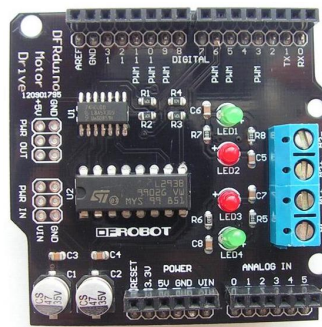


Рис. 2. DFRduino Motor Drive

Універсальний колекторний електродвигун (УКД) – це різновид колекторної машини постійного струму, яка може працювати і на постійному, і на змінному струмі. Отримав велике поширення в ручному електроінструменті і в деяких видах побутової техніки за малі розміри та вагу, легкість регулювання оборотів, відносно низькі ціни.

Два колекторних двигуна використовується для руху вперед / назад задніх колес, один – для виконання поворотів передніми колесами.

На корпусі авто закріплено 8 світлодіодів, а також динамік для подачі звукового сигналу.

Розрізняють декілька способів управління роботами: дротове та бездротове. Під дротовим управлінням дроїдом розуміється відсутність автономного живлення і прив'язаність машини до певного робочого місця, що значно зменшує ефективність його використання і ступені вільності руху. Серед бездротових (дистанційних) варіантів керування є такі, як: за допомогою WiFi; через Bluetooth; з використанням 3G зв'язку; за допомогою віддаленого доступу.

Система (рис. 3) управляється дистанційно через смартфон за допомогою Bluetooth-з'єднання, яке забезпечує Bluetooth-модуль HC-06. Структуру системи зображено на рисунку 4.

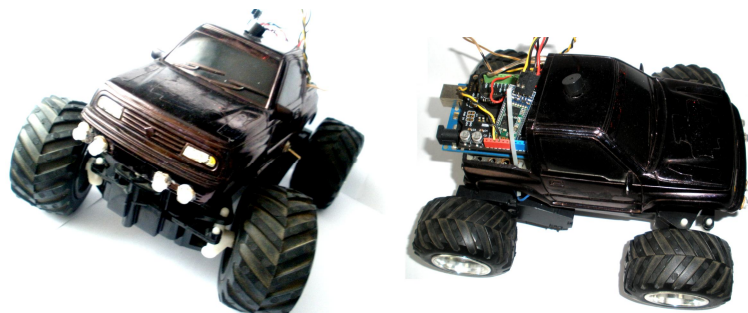


Рис. 3. Система з дистанційним керуванням на базі Arduino Mega 2560

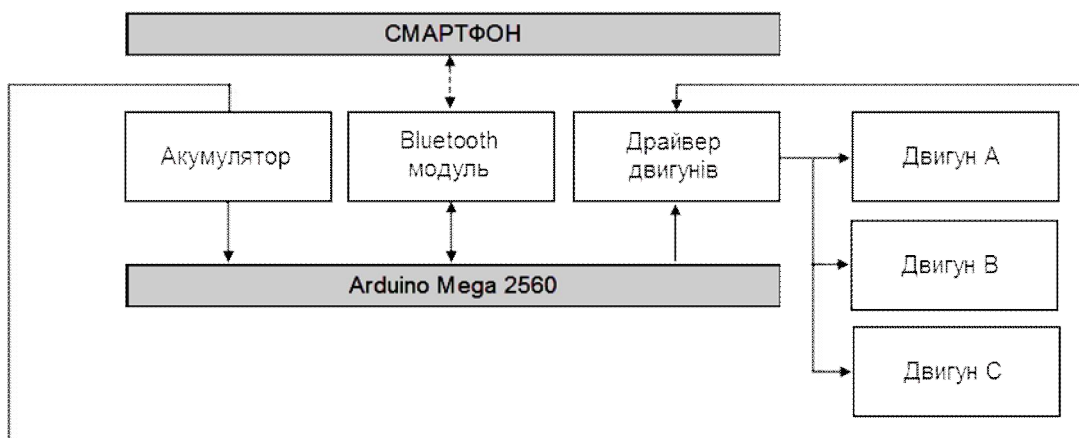


Рис. 4. Структура системи дистанційного управління роботом

Програмне забезпечення розроблено у двох середовищах:

- Arduino Compiler;
- Android Studio.

Arduino Compiler (Software) – це відкрите програмне забезпечення (ПЗ) для написання та завантаження коду у плату. Працює на Windows, Mac OS X та Linux. Розробку середовища здійснено мовою Java та базується на мові програмування Processing та іншому відкритому програмному забезпеченні. Це ПЗ може використовуватись для будь-яких плат Arduino.

Програму написано мовою C++. Вона слугує виконавчою частиною, яка реагує на вхідні сигнали керування зі смартфона, здійснюючи таким чином рух робота. Програма завантажується у мікроконтролер плати Arduino Mega 2560. Перед завантаженням потрібно відключити живлення Bluetooth-модуля, інакше завантажити її не вдасться.

Змінні SPEED\_LEFT та DIR\_LEFT визначають номери виводів, які керують двигунами А та В (два задніх двигуна), змінні SPEED\_RIGHT та DIR\_RIGHT – керують двигуном С (передній двигун). Далі програма ініціює послідовне з'єднання і задає швидкість передачі даних в 38400 біт/с; встановлює режим роботи виводів, що керують двигунами в OUTPUT; подає на всі виходи значення LOW, яке означає, що двигуни відключені.

У програмі визначено функції go\_forward(), go\_back(), go\_right(), go\_left(), stop\_robot(), які запускають двигуни в прямому або зворотному напрямку обертання, тим самим приводячи робота в рух – рух вперед, назад, праворуч, ліворуч та стоп.

В основному циклі програми відбувається зчитування та обробка даних, отриманих через послідовний порт від Bluetooth-модуля. Залежно від отриманої команди виконується та чи інша функція і по послідовному порту на плату передається «0» або «1».

Для роботи з Bluetooth та акселерометром необхідно забезпечити дозвіл на його використання додатком. Для цього у Android manifests на закладці Permissions потрібно встановити такі права: android.permission.BLUETOOTH\_ADMIN та android.permission.BLUETOOTH, android.permission.ACCELEROMETER та android.permission.ACCELEROMETER\_ADMIN.

Android Studio – це інтегроване середовище розробки (IDE) для платформи Android. Воно прийшло на зміну плагіну ADT для платформи Eclipse. Середовище побудоване на базі сирцевих текстів продукту IntelliJ IDEA Community Edition, що розвивається компанією JetBrains. Android Studio розвивається в рамках відкритої моделі розробки та поширюється під ліцензією Apache 2.0.

Середовище розробки адаптоване для виконання типових завдань, що вирішуються в процесі розробки застосунків для платформи Android. У тому числі у середовище включені засоби для спрощення тестування програм на сумісність з різними версіями платформи та інструменти для проектування застосунків, що працюють на пристроях з екранами різної роздільності (планшети, смартфони, ноутбуки, годинники, окуляри тощо). Крім можливостей, присутніх в IntelliJ IDEA, в Android Studio реалізовано кілька додаткових функцій, таких як нова уніфікована підсистема складання, тестування і розгортання застосунків, заснована на складальному інструментарії Gradle і яка підтримує використання засобів безперервної інтеграції.

Для прискорення розробки застосунків представлена колекція типових елементів інтерфейсу і візуальний редактор для їхнього компонування, що надає зручний попередній перегляд різних станів інтерфейсу застосунку (наприклад, можна переглянути як інтерфейс буде виглядати для різних версій Android і для різних розмірів екрану). Для створення нестандартних інтерфейсів присутній майстер створення власних елементів оформлення, що підтримує використання шаблонів. У середовище вбудовані функції завантаження типових прикладів коду з GitHub. До складу також включені пристосовані під особливості платформи Android розширені інструменти рефакторингу, перевірки сумісності з минулими випусками, виявлення проблем з продуктивністю, моніторингу споживання пам'яті та оцінки зручності використання.

Android-додаток (рис. 5) написано мовами C та Java. Програма реалізує передачу керуючих сигналів з метою забезпечення руху системи у заданий напрямок. Для управління системою вона містить 8 кнопок: «Вперед», «Назад», «Вліво», «Вправо», «Увімкнути передні фари», «Увімкнути задні фари», «Увімкнути аварійний сигнал», «Увімкнути звуковий сигнал». При натисканні на кнопку зі смартфона по Bluetooth-каналу на плату Arduino Mega 2560 передаються сигнали «0» та «1», які здійснюють керування роботом. Дані про стан робота передаються назад до програми.

Додаток також дозволяє керувати роботом за допомогою акселерометра.

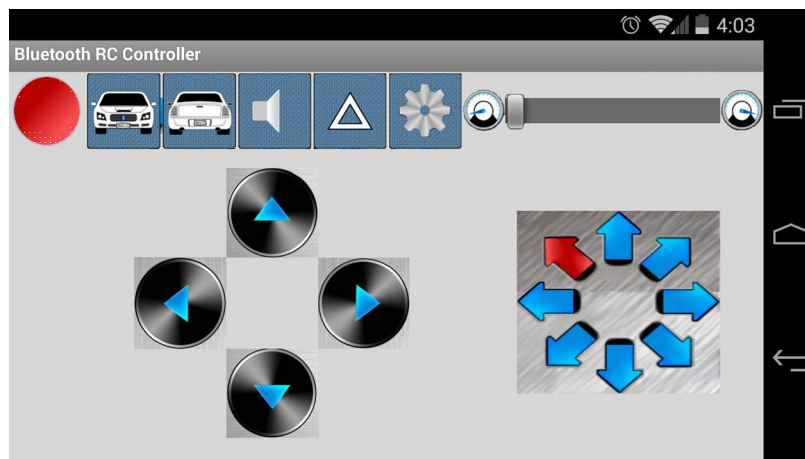


Рис. 5. Android-додаток дистанційного керування роботом

**Висновки.** У середовищі Arduino C++ Compiler розроблено програму руху роботизованої системи. В Android Studio розроблено програму управління роботом для смартфона. В результаті отримано систему з дистанційним Bluetooth-керуванням на базі ATmega 2560.

1. Андре П., Кофман Ж.-М., Лот Ф., Тайар Ж.-П. Конструирование роботов. – М.: Мир, 1986. – 360 с.
2. Корендяев А.И. Теоретические основы робототехники. Книга 1. – М.: Наука, 2006. – 383 с.
3. Вильямс Дж. Программируемые роботы. Создаем робота для своей домашней мастерской / Пер. с англ. А. Ю. Карцева – М.: ИТ Пресс, 2006. – 240 с.
4. Губіш С.А. Модернізація системи Pololu 3pi для розв'язання задачі обходу перешкод. / С.А. Губіш, П.С. Шолом, О.К. Каганюк // Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво» – Луцьк: Видавництво Луцького НТУ. Вип. 12. – 2013. – С. 153-158.
5. Черкасець П.М., Шолом П.С., Каганюк О.К. Підсистема зчитування штрих-кодів мобільного агента Pololu 3pi // Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво» – Луцьк: Видавництво ЛНТУ. – Вип. 16-17. – 2014. – С. 55–60.
6. Попов Е.П., Письменный Г.В. Основы робототехники: Введение в специальность: Учеб. для вузов по спец. «Робототехн. системы и комплексы» – М.: Высш. шк., 1990. – 224с.