электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

УДК 004.382.4

Создание программируемого робота на основе платы Arduino

Биенко Н.В., *студент*
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

Фокеев И.А., *студент*
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

Научный руководитель: Силантьева А.В., доцент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»
irudakov@bmstu.ru

Введение

Становление робототехники как современной отрасли науки и техники от первых попыток создания «механических людей» до современных роботов занимает большое значение в современной науке. Робототехника получила широкое распространение во многих областях науки и техники. В 2006 году число домашних роботов в мире превысило 2 миллиона. На их приобретение было затрачено 6 миллиардов долларов. Эксперты прогнозируют, что к 2011 году объем продаж промышленных и домашних роботов достигнет 22,61 миллиарда долларов. Есть роботы, работающие на заводах и фабриках, а в Японии много роботов, помогающих больным и немощным людям. Роботы применяются даже на поле боя (робот-разведчик, робот-сапер). Для повышения интереса к данному направлению проводятся региональные и международные соревнования по робототехнике среди школьников и студентов, что способствует техническому творчеству молодежи и подготовке будущих инженеров. В быту человек использует множество устройств с микроконтроллерным управлением. Их тоже можно отнести к категории роботов-автоматов. С развитием робототехники определились 3 разновидности роботов

- с жёсткой программой действий;
- управляемые человеком-оператором;
- с искусственным интеллектом (иногда называемых интегральными), действующие целенаправленно ("разумно") без вмешательства человека.

Робот с жёсткой программой действий может быть применен в качестве робота-охранника, робота-уборщика помещений, для управления монотонными, повторяющимися движениями приводов манипуляторов.

Отмечающийся в последние годы рост экономики в России, сопровождается активным внедрением новых технологий. Современные предприятия для повышения конкурентоспособности и эффективности все больше внимания уделяют модернизации производства. Важную роль в этом процессе играет применение робототехники, которое позволяет освободить людей от тяжелого и монотонного труда, повысить точность и качество выполнения технологических операций, исключить влияние человеческого фактора, повысить производительность труда. Изучение данной темы интересно и актуально.

Постановка проблемы.

Проблемой данной работы является создание программируемого робота на колесной платформе и конкретно – конструирование и сборка платформы, спайка arduino-совместимой платы на основе микроконтроллера ATmega368 с bluetooth модулем, программирование микроконтроллера и создание софта для управления роботом (PC и мобильные платформы).

Для данной работы была выбрана плата Arduino Duemilanove (ATmega368) в связи с простотой программирования и доступностью. Информация об устройстве платы находится в открытом доступе и может быть использована теми, кто предпочитает собирать платы самостоятельно. Микроконтроллеры ATmega328 дёшевы и стоят около 200 рублей.

Данная проблема актуальная для нашего времени, т.к. в наш век “технического бума” свободного времени становится все меньше, и человек обязан самостоятельно облегчить себе жизнь с помощью подобных небольших роботов, повысив, таким образом, общий КПД. Кроме того, данный вид роботов может быть использован в учебных заведениях для наглядного обучения программированию.

Описание устройства.

Аппаратная часть робота представлена вычислительной платформой Arduino Duemilanove, подкрепленная силовым модулем motor shield, модулями удаленного управления Bluetooth и ультразвуковым сенсором.

Таким образом, имеем:

1. Arduino Duemilanove
2. Силовой модуль “motor shield”
3. Модуль Bluetooth

4. Ультразвуковой дальномерный модуль.
5. Множество проводников.

Плата Arduino состоит из микроконтроллера Atmel AVR (ATmega328), а также элементов обвязки для программирования и интеграции с другими схемами. На плате присутствует линейный стабилизатор напряжения +5 В. Тактирование же осуществляется на частоте 16 МГц кварцевым резонатором. В микроконтроллер предварительно прошивается загрузчик BootLoader, поэтому внешний программатор не нужен.

Управление двигателями осуществляется двумя микросхемами L293D. Каждая микросхема – это четырёхканальный драйвер со встроенными обратными диодами для защиты микросхемы от перенапряжений при работе на индуктивную нагрузку. Драйверы управляются парами, что позволяет реализовать на одной микросхеме два двуполярных канала управления с ШИМ управлением.

Технические характеристики motor shield

- напряжение питания: +7...+ 24 В;
- количество силовых каналов: 4;
- максимально-продолжительный ток каждого канала: 0,6 А;
- возможность реверса каждого двигателя;
- возможность независимого управления каждым каналом;

Ультразвуковой дальномерный модуль GH-311 позволяет определить присутствие объекта в поле видимости и показывает расстояние до него с погрешностью в 1-2 см.

Характеристики:

1. Напряжение питания: DC 5-12 В.
2. Ток покоя: менее 2mA.
3. Выходные уровни: High 5V / Low 0 V
4. Угол обзора: не более 30 градусов
5. Зона наблюдения: 3 см … 4 м
6. Размер: 48x19x16 mm

Датчик очень полезен для охранных систем и робототехнических проектов. Не смотря на то, что указана максимальная дальность в 4 м – это скорее идеальная ситуация, а реальная дальность обнаружения сильно зависит от окружающей обстановки и размеров мишени.

Этапы разработки.

Разработка в себя включала несколько этапов:

1. Создание подвижной платформы и сбор компонентов робота.

2. Программирование внешнего софта под PC для управления подвижной платформой робота.

3. Программирование микроконтроллера.

4. Создание софта под сторонние устройства для управления подвижной платформой робота.

Первый этап включал в себя поиск компонентов для разработки либо их самостоятельное изготовление.

Основными частями данного устройства стали:

А) блок управления

1. Микроконтроллер

2. Силовой модуль

3. Модули удаленного управления

Б) автономный источник питания

В) привод для движения.

Выбор блока управления.

Мобильный робот должен работать по определенной программе, следовательно, сигналы на приводы для движения должны поступать с микроконтроллера.

Микроконтроллер - это компьютер на одной микросхеме, предназначенный для управления различными электронными устройствами и осуществления взаимодействия между ними в соответствии с заложенной в микроконтроллер программой. В отличие от микропроцессоров, используемых в персональных компьютерах, микроконтроллеры содержат встроенные дополнительные устройства. Эти устройства выполняют свои задачи под управлением микропроцессорного ядра микроконтроллера. Любой микроконтроллер можно запрограммировать через программатор или напрямую с компьютера через COM-порт.

Исходя из поставленных задач, мы выбрали микроконтроллер ATmega368 производства Atmel Corporation (http://www.atmel.com):

1. 16 килобайта для хранения программной памяти

2. 1 килобайта оперативной памяти

3. 6 портов для вывода и управления сигналом постоянного тока

Микроконтроллер помещен на плату контроллера, где размещены:

разъем для питания и USB-входа

кварцевый резонатор

кнопка сброса

14 контактов цифрового ввода/вывода

шесть аналоговых входов

2 светодиода, которые показывают процесс загрузки программного обеспечения

один индикатор питания.

В спецификации производителя оборудования указано, что максимально допустимый ток портов не должен превышать 20 мА. Подключив электродвигатели постоянного тока, и измерив силу тока, было установлено, что потребляемый ток превышает допустимые значения. Для решения данной проблемы пришлось применить транзисторы 2N4401 и 2N4403, но впоследствии они были заменены на силовой модуль.

На плате силового модуля изготовленного промышленным способом расположены 2 микросхемы L293D производства Texas Instruments (http://www.ti.com/), разъёмы для соединения с платой контроллера и винтовые клеммы для подключения нагрузки. Каждая микросхема L293D – это четырёхканальный драйвер и, согласно спецификации, позволяет управлять нагрузкой с силой тока 0,6 А. В схеме предусмотрена отдельная силовая цепь питания для электромоторов с напряжением питания до 36 вольт. Допустимо подключение любой нагрузки через управляющий транзистор и реле.

Модули удаленного управления представляют собой пару Bluetooth сервер (front-end) – робот (back-end).

Выбор автономного источника питания.

Выбор источника питания для мобильного робота был осуществлен исходя из спецификации блока управления и параметров электродвигателей постоянного тока. Для питания устройства используется алкалиновый аккумулятор Camelion. Его характеристики: номинальное напряжение 9 вольт и сила тока достаточная для тягового усилия и корректного исполнения роботом программы, где требуется моментально менять направление движения через реверс или менять полярность длыя поворота на управляющем двигателе. Источник питания имеет емкость 700 мА/ч и стабильный ток разрядки достаточно длительное время. Включение питания производится с помощью тумблера.

Выбор привода для движения.

Современные слаботочные электродвигатели постоянного тока имеют очень большую скорость оборотов, которую невозможно скомпенсировать даже программно. Очевидно, что для привода движения необходим электродвигатель с приводом на колеса через редуктор. Самостоятельно изготовить редуктор чрезвычайно сложно, поэтому колесной базой для мобильного робота было выбрано шасси от детской игрушки с уже готовыми редукторами. В выбранной колесной базе присутствует 2 электродвигателя

постоянного тока: один приводит в движение переднее и заднее колеса на левой стороне, другой управляет движением колес на правой стороне.

Второй этап состоял из двух подэтапов: написании кода и непосредственная его отладка.

Для написания софта была выбрана одна из известных IDE – QT Creator. Языком программирования служит C++. Для работы с COM-портом была выбрана кросс-платформенная open-source библиотека qserialdevice, написанная Денисом Шиенковым (http://www.gitorious.org/qserialdevice/). Она содержит 2 основных класса: AbstractSerial и SerialDeviceEnumerator. Для нашего проекта наиболее подходила AbstractSerial. Класс AbstractSerial представляет собой набор методов и свойств, гарантирующих легкую работу с последовательными устройствами на компьютере.

Предоставляет следующие возможности:

- Настройка последовательных портов
  - Изменение скорости передачи данных
  - Изменения числа битов данных
  - Управление потоком
- Запись данных в последовательный порт
- Чтение данных из последовательного порта
- Автоматическое оповещение
  - При получении хотя бы одного байта из буфера
  - При записи последнего символа в буфере
  - При изменении состоянии последовательных устройств (ошибки и т.д.)

Написанный нами софт - это графическая оболочка с 4 стрелками: вверх, вниз, влево, вправо, - и блоком, отображающим расстояние в сантиметрах до ближайшего препятствия. При нажатии на одноименные клавиши на клавиатуре, моторы запускаются, и колесная платформа начинает свое движение. Как только пользователь отпускает клавиши, то моторы автоматически останавливаются. Код написан таким образом, что возможно нажатие сразу нескольких клавиш , немного изменяющее скорость выбранного направления для “плавного” передвижения.

Для отладки под микроконтроллер была написана специальная программа, отражающая работу с COM-портом с помощью обычных светодиодов. Один светодиод загорался одним светом, когда принимал байт от последовательного порта, другой же сигнализировал об отправке данных.

Третий этап заключался в программировании микроконтроллера. Также, во время этого этапа происходила отладка и корректировка кода PC-программы.

Для написания программ для микроконтроллера была применена среда программирования Arduino IDE (www.arduino.cc) которая содержит встроенный компилятор. Данная среда использует широко распространенный язык программирования C++. Для удобства работы с силовым модулем пришлось загрузить дополнительную библиотеку с сайта разработчика (http://www.ladyada.net/make/mshield/download.html) и установить драйвера для COM-порта на компьютер.

Программа должна была управлять движением моторов при получение байтов от внешнего софта. Очевидно, что для движения по заданной траектории необходимо подавать постоянное напряжение на двигатели привода и изменять на них полярность в случае противоположного хода. Под данную проблему была найдена библиотека разработчика motor shield “AFMotor.h”. Для подключения библиотеки силового модуля вводится строка

#include <AFMotor.h>

в заголовке программы. Мы используем два двигателя подключенных на винтовые клеммы M1 и M2 платы силового модуля. В программе создаём объект для двигателя на 1 канале (M1) и объект для двигателя на 2 канале (M2) с помощью строк:

```
AF_DCMotor motor1(1, MOTOR12_64KHZ); // создаем объект для мотора #1, 64KHz pwm
AF_DCMotor motor2(2, MOTOR12_64KHZ); // создаем объект для мотора #2, 64KHz pwm
```

Двигатель M1 – это двигатель управления одной стороны колес, M2 – соответственно, другой стороны.

Любая программа на C++ под Arduino должна иметь строки

```
void setup()
{
        //код, запускающийся при включении Arduino
}
void loop()
{
        //код, выполняющийся в бесконечном цикле после setup()
}
```

Для управления движением применяются команды библиотеки силового модуля: FORWARD (движение вперед), BACKWARD (движение назад) и RELEASE (остановка). Также необходимо осуществлять управление напряжением двигателей. Для этого применяется команда motorX.setSpeed(Y), где X-номер объекта для двигателей,Y-уровень напряжения в пределах от 0 до 255. Время выполнения команд определяется строкой delay (X), где X-время в миллисекундах. Поворот колесной платформы происходит при вращении мотора каждого ряда в противоположную сторону либо при фиксации мотора

одной стороны и движении мотора другой стороны. Также, для визуального восприятия работы arduino и внешнего софта были вмонтированы светодиоды, сигнализирующие принятие байтов от PC.

Также была написана программа, для определения расстояния до предмета через ультразвуковой сенсор.

```
const int pingPin = 7; //определяем пин (контакт) к которому подключен сенсор. Т.е. это 7 digital pin на Arduino

void loop()
{
  //определяем переменные для сенсора
  long duration, cm;

  // Сенсор срабатывает при импульсе высокого уровня продолжительностью 2 или более микросекунд.
  // Нужно послать слабый импульс, чтобы впоследствии сенсор правильно определил расстояние до препятствия.
  pinMode(pingPin, OUTPUT);
  digitalWrite(pingPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(pingPin, HIGH);
  delayMicroseconds(15);
  digitalWrite(pingPin, LOW);
  delayMicroseconds(20);
  // такой же пин используется для чтения информации с датчика
  // Мы получаем длительность импульса в микросекундах
  // время считается при посылке ультразвукового сигнала и до его получения
  pinMode(pingPin, INPUT);
  duration = pulseIn(pingPin, HIGH);

  // конвертируем время в расстояние в сантиметрах
  cm = microsecondsToCentimeters(duration);

  delay(100); //небольшая задержка в 100 микросекунд
}

long microsecondsToCentimeters(long microseconds)
{
```

//скорость звука – это 340 м/с или 29 микросекунд на сантиметр

//пинг преодолевает расстояние туда и обратно, следовательно, мы можем поделить микросекунды ровно в 2 раза.

```
  return microseconds / 29 / 2;
}
```

Четвертый этап являлся заключительным и представлял из себя создание приложений для мобильных устройств для дистанционного управления роботом через Bluetooth.

Заключение

Проделанная работа показала возможность самостоятельного изготовления устройства управляющего по заданной программе распределением нагрузки по каналам управления (рис. 1). Использованный контроллер имеет цифровые контакты ввода/вывода, а также аналоговые входы, что позволяет создать устройства с использованием различных датчиков: касания, температуры, света, цвета, звука или инфракрасного датчика расстояния. На базе данного микроконтроллера можно создать робота-уборщика, робота-охранника, механический манипулятор и другие устройства, где требуются монотонные, повторяющиеся действия. Также из-за простоты пайки и программирования данной платформы она может быть использована в учебных заведениях для наглядного обучения программированию, позволяющего не только обучить писать код, но и разбираться в электротехнике.

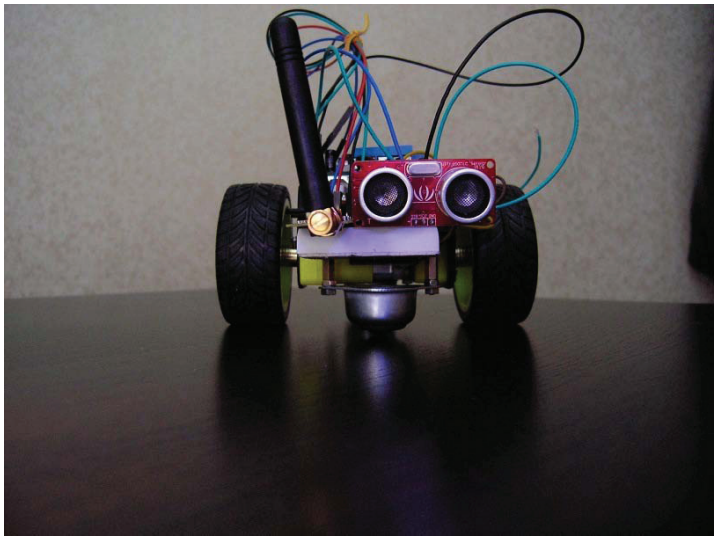

Рис. 1. Изготовленное устройство

Список литературы

http://sntbul.bmstu.ru/doc/571341.html

1. Страуструп Б. Программирование: принципы и практика использования C++, исправленное издание = Programming: Principles and Practice Using C++. — М.: Вильямс, 2011. — С. 1248.
2. Официальный Web-сайт Arduino URL.http://www.arduino.cc/ (дата обращения: 21.03.2013 г.).
3. Официальный центр разработчиков под iOS URL.http://developer.apple.com/devcenter/io (дата обращения: 21.03.2013 г.).