

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 19.01.2017 18:25:44

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d59e91dc4eab75e9438444b311da560089

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра механики, мехатроники и робототехники



проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2017 г.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА РАССТОЯНИЯ В РАМКАХ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Методические указания к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Информационные системы роботов и обработка  
- сигналов» для студентов направления  
15.04.06 Мехатроника и робототехника

Курск

УДК 621

Составители: С.И. Савин

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Е.Н. Политов*

**Использование ультразвукового датчика расстояния в рамках сенсорной системы мобильного робота:** методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Информационные системы роботов и обработка сигналов» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. С.И. Савин. Курск, 2017. 13 с.: ил. 4, табл. 5. Библиогр.: с.13.

Методические указания содержат сведения методах работы с ультразвуковыми датчиками.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утверждённой учебно-методическим объединением (УМО).

Предназначены для студентов направления 15.04.06 – Мехатроника и робототехника всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *17.04.17*. Формат 60x84 1/16  
Усл.печ.л. *0,75* Уч.-изд.л. *0,68* Тираж 100 экз. Заказ.  
Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.  
305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА РАССТОЯНИЯ В РАМКАХ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

*Цель работы:*

*Объект исследования:*

*Аппаратные средства:*

## 1. Краткие теоретические сведения

Ультразвуковой дальномер это устройство для измерения расстояния до ближайшего объекта. В частном случае, рассматриваемом в данной работе, ультразвуковой дальномер это датчик, применяемый для измерения расстояния от чувствительного элемента датчика до ближайшего препятствия в воздухе.

Типовой ультразвуковой дальномер работает следующим образом. Излучатель испускает звуковую волну в ультразвуковом диапазоне частот. Данная волна отражается от объектов окружающей среды и через некоторое время детектируется чувствительным элементом датчика. Разница во времени между моментом испускания волны и моментом детектирования позволяет судить о расстоянии до препятствия.

Следует отметить, что данный метод измерения расстояния до препятствий сопряжен с рядом проблем, часть из которых особенно актуальна для мобильной робототехники. Предположим, что мы хотим использовать дальномер, для построения карты, на которой будут нанесены окружающие робот препятствия. Рассмотрим возникающие при этом трудности. Во-первых, в результате одного измерения робот получает только одно число, определяющее расстояние до некоторой поверхности, от которой был отражен ультразвуковой сигнал. При этом каждое измерение занимает определенный промежуток времени, определяемый, в том числе, расстоянием до препятствий. Это серьезно ограничивает максимальное количество измерений на единицу времени, которое может быть произведено системой, что в конечно счете определяет время, которое будет затрачено на построение карты. Сравнивая ультразвуковые дальномеры с лазерными дальномерами, в частности с лазерными сканерами (в том числе системами типа

LIDAR) можно обратить внимание на существенные ограничения ультразвуковых дальномеров по количеству измерений в секунду.

Следующей проблемой является анализ результатов измерения ультразвуковых дальномеров. Дело в том, что результат измерения, произведенного ультразвуковым дальномером, содержит информацию о наличии препятствия на некотором расстоянии  $k$ , которое было измерено. При этом датчик не позволяет узнать точное местоположение препятствия.

Приведем некоторые модели ультразвуковых дальномеров, которые могут быть использованы в мобильной робототехнике. На рисунке 1 показан датчик HC-SR04. Характеристики датчика приведены в таблице 1.



Рисунок 1 Датчик HC-SR04

Таблица 1 Характеристики датчика HC-SR04

Наименование параметра	Значение	Единицы измерения
Диапазон измерений	2-400	см
Точность	1	см
Рабочая частота	40	кГц

На рисунке 2 показан датчик URM04 V2.0. Характеристики датчика приведены в таблице 2.



Рисунок 2 Датчик URM04 V2.0

Таблица 2 Характеристики датчика URM04 V2.0

Наименование параметра	Значение	Единицы измерения
Диапазон измерений	4-500	см
Точность	1	см
Рабочая частота	40	кГц

На рисунке 3 показан датчик LV-MaxSonar -EZ1 High Performance Sonar Range Finder. Характеристики датчика приведены в таблице 3.



Рисунок 3 Датчик LV-MaxSonar -EZ1 High Performance Sonar Range Finder

Таблица 3 Характеристики датчика LV-MaxSonar -EZ1 High Performance Sonar Range Finder

Наименование параметра	Значение	Единицы измерения
Диапазон измерений	6-254	дюйм

Точность	1	дюйм
Рабочая частота	42	кГц

На рисунке 4 показан датчик URM37 V3.2. Характеристики датчика приведены в таблице 4.



Рисунок 3 Датчик URM37 V3.2

Таблица 4 Характеристики датчика URM37 V3.2

Наименование параметра	Значение	Единицы измерения
Диапазон измерений	1-500	см
Точность	1	см

Как можно заметить представленные модели датчиков работают на частотах, близких к 40 кГц, измеряя расстояния с точностью порядка 1 см. Большинство датчиков позволяют измерять расстояния в диапазоне от 10 до 400 см.

## 2. Пример работа. использующего ультразвуковой датчик расстояния

Рассмотрим использование ультразвуковых датчиков расстояния в качестве элемента системы автоматического

управления робота. Рассмотрим конструкцию робота (см. рисунок 4).

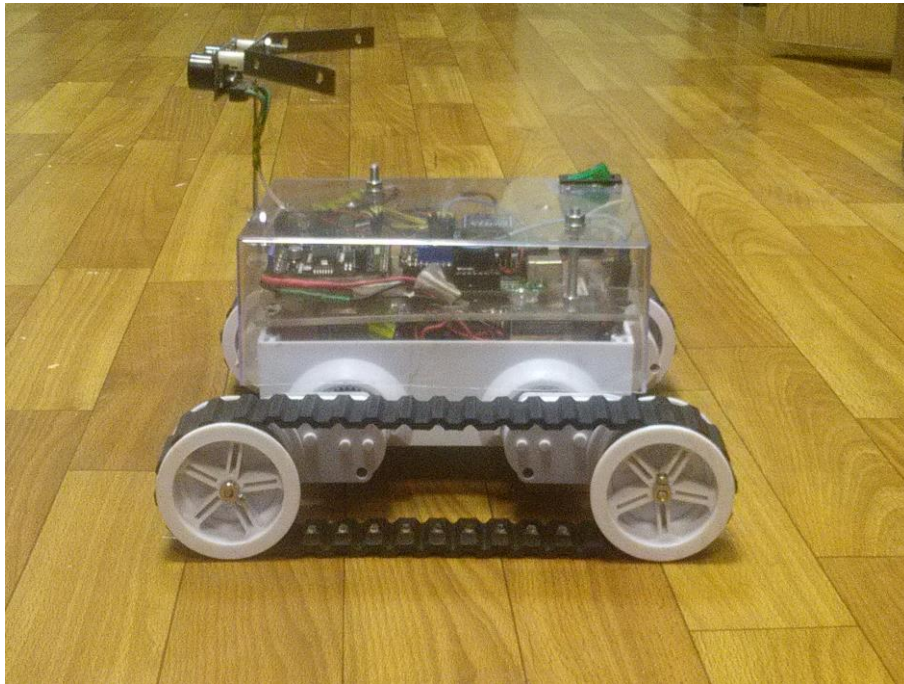


Рисунок 4 Гусеничный робот, оснащенный ультразвуковым датчиком расстояния

Данный робот оснащен датчиком HC-SR04. Датчик подключен к контроллеру Arduino (плата на основе микроконтроллера ATmega 328 фирмы Atmel). Для тестирования работы датчика может быть использован следующий код:

```
int TriggerPin = 8;
int EchoPin = 9;
long duration, distance;

void setup()
{
  Serial.begin (9600);
  pinMode(TriggerPin, OUTPUT);
  pinMode(EchoPin, INPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(TriggerPin, LOW);
```



```

delayMicroseconds(2);
digitalWrite(TripPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(TripPin, LOW);
duration = pulseIn(EchoPin, HIGH);
distance = (duration/2) / 29.1;

if (distance >= 200 || distance <= 0){
  Serial.println("Out of range");
}
else {
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" cm");
}
delay(500);
}

```

Отметим, что 8-й и 9-й цифровые входы контроллера должны быть подключены к входам датчика Trigger Pulse Input и Echo Pulse Output.

Сравним это с кодом, реализующим измерение расстояния с помощью датчика URM37 V3.2:

```

int UREnable = 11;
int URPower = 12;
int val = 0;
int USValue = 0;
int timecount = 0;
int ledPin = 13;
boolean flag=true;
uint8_t DMcmd[4] = { 0x22, 0x00, 0x00, 0x22};

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(UREnable, OUTPUT);
  digitalWrite(UREnable, HIGH);
  pinMode(URPower, OUTPUT);
  digitalWrite(URPower, HIGH);
}

```

```

delay(200); }

void loop()
{
flag=true;

for(int i=0;i<4;i++)
{ Serial.print(DMcmd[i], BYTE); }
delay(75);

while(flag)
{
if(Serial.available()>0)
{
int header=Serial.read();
int highbyte=Serial.read();
int lowbyte=Serial.read();
int sum=Serial.read();

if(highbyte==255)
{ USValue=65525; }
else
{ USValue = highbyte*255+lowbyte; }
Serial.print("Distance=");
Serial.print(USValue);
Serial.print("\r\n");
flag=false;
}
}
delay(50);
}

```

Отметим, что RX/TX входы контроллера и датчика должны быть соединены.

Рассмотрим работу робота в режиме подъезда к препятствию. Робот использует пропорциональный регулятор.

```
int E1 = 6;
```



```
int M1 = 7;
int E2 = 5;
int M2 = 4;
int PWMvalue = 128;

int UREnable = 11;
int URPower = 12;
int val = 0;
int USValue = 0;
int timecount = 0;
int ledPin = 13;
boolean flag=true;
uint8_t DMcmd[4] = { 0x22, 0x00, 0x00, 0x22};

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(UREnable, OUTPUT);
  digitalWrite(UREnable, HIGH);
  pinMode(URPower, OUTPUT);
  digitalWrite(URPower, HIGH);
  delay(200);

  pinMode(E1, OUTPUT);
  pinMode(E2, OUTPUT);
  pinMode(M1, OUTPUT);
  pinMode(M2, OUTPUT);

  analogWrite(E1, PWMvalue);
  analogWrite(E2, PWMvalue);
  digitalWrite(M1, LOW);
  digitalWrite(M2, LOW);
}

void loop()
{
  flag=true;
  for(int i=0;i<4;i++)
  {
```

```
Serial.print(DMcmd[i], BYTE);
}
delay(75);

while(flag)
{
  if(Serial.available()>0)
  {
    int header=Serial.read();
    int highbyte=Serial.read();
    int lowbyte=Serial.read();
    int sum=Serial.read();

    if(highbyte==255)
    {      USValue=65525;      }
    else
    {      USValue = highbyte*255+lowbyte;      }
    flag=false;
  }
}
PWMvalue=(USValue-24)*8;
if (PWMvalue < 48)
PWMvalue = 0;
if (PWMvalue > 128)
PWMvalue = 128;

    if (USValue > 20)
    {
analogWrite(E1, PWMvalue);
analogWrite(E2, PWMvalue);
digitalWrite(M1, LOW);
digitalWrite(M2, LOW);
    }
else
    if (USValue < 14)
    {
analogWrite(E1, 128);
analogWrite(E2, 128);
```

```

digitalWrite(M1, HIGH);
digitalWrite(M2, HIGH);
    }
else
{
analogWrite(E1, 0);
analogWrite(E2, 0);
}
    delay(100);
}

```

Приведенный код предполагает использование драйверной схемы 2A Motor Shield For Arduino. Данная схема подключается к контроллеру Arduino через цифровые входы 4-7.

### 3. Ход работы

В рамках данной работы требуется составить алгоритм программы, реализующей управление роботом для решения задачи перемещения из точки А в точку В, а затем в точку С, с учетом возможности присутствия на пути робота препятствий. Задания к выполнению работы взять из таблицы 5 в соответствии с вариантом.

Можно использовать следующие режимы взаимодействия с препятствиями: режим обхода препятствия и режим остановки в случае обнаружения препятствия.

Таблица 5 Задания к выполнению работы

№ варианта	Задание
1	A = (0; 0), B = (300; 100), C = (300; 100)
2	A = (0; 0), B = (400; 150), C = (200; 450)
3	A = (0; 0), B = (100; 200), C = (150; 250)
4	A = (0; 0), B = (50; 450), C = (50; 200)
5	A = (0; 0), B = (1200; 100), C = (300; 120)
6	A = (0; 0), B = (500; 150), C = (120; 750)
7	A = (0; 0), B = (550; 100), C = (450; 120)
8	A = (0; 0), B = (120; 100), C = (1200; 350)
9	A = (0; 0), B = (150; 150), C = (650; 450)

10	$A = (0; 0), B = (450; 100), C = (450; 500)$
11	$A = (0; 0), B = (350; 100), C = (500; 200)$

#### 4. Оформление отчета о выполнении лабораторной работы

Требования к отчету:

- отчет содержит титульный лист, описание выполняемого задания, описание проделанной работы, анализ полученных результатов, выводы, список использованной литературы;
- отчет выполняется на листах формата А4, 14 кегль, одинарный межстрочный интервал;
- список литературы оформляется согласно ГОСТ 7.1-2003.

#### Рекомендуемая литература

1. Яцун, С.Ф. Информационные устройства и системы в мехатронике [Текст]: учебное пособие / С.Ф. Яцун, П.А. Безмен // Курск: Юго-Зап. гос. ун-т. – 2013. – 240 с.
2. Яцун, С.Ф. Датчики и обработка сигналов в мехатронике [Текст]: учебное пособие / С.Ф. Яцун, П.А. Безмен // Курск: Юго-Зап. гос. ун-т. – 2014. – 238 с.
3. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем / Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 384 стр., 2005 г.