

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДАЛЬНОМЕР HC-SR04

Дальномер — это устройство для измерения расстояния до некоторого предмета.

Дальномер помогает роботам в разных ситуациях. Простой колесный робот может использовать этот прибор для обнаружения препятствий. Летающий дрон использует дальномер для баражирования над землей на заданной высоте. С помощью дальномера можно даже построить карту помещения, применив специальный алгоритм SLAM.

1. Принцип действия

На этот раз мы разберем работу одного из самых популярных датчиков — ультразвукового (УЗ) дальномера. Существует много разных модификаций подобных устройств, но все они работают по принципу измерения времени прохождения отраженного звука. То есть датчик отправляет звуковой сигнал в заданном направлении, затем ловит отраженное эхо и вычисляет время полета звука от датчика до препятствия и обратно.

Датчик



Время

Препятствие

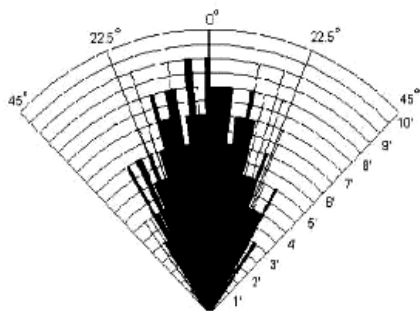
Из школьного курса физики мы знаем, что скорость звука в некоторой среде величина постоянная, но зависящая от плотности среды. Зная скорость звука в воздухе и время полета звука до цели, мы можем рассчитать пройденное звуком расстояние по формуле:

$$s = v * t$$

где v — скорость звука в м/с, а t — время в

секундах. Скорость звука в воздухе, кстати, равна 340.29 м/с.

Чтобы справиться со своей задачей, дальномер имеет две важные конструктивные особенности. Во-первых, чтобы звук хорошо отражался от препятствий, датчик испускает ультразвук с частотой 40 кГц. Для этого в датчике имеется пьезокерамический излучатель, который способен генерировать звук такой высокой частоты. Во-вторых, излучатель устроен таким образом, что звук распространяется не во все стороны (как это бывает у обычных динамиков), а в узком направлении. На рисунке представлена диаграмма направленности типичного УЗ дальномера.



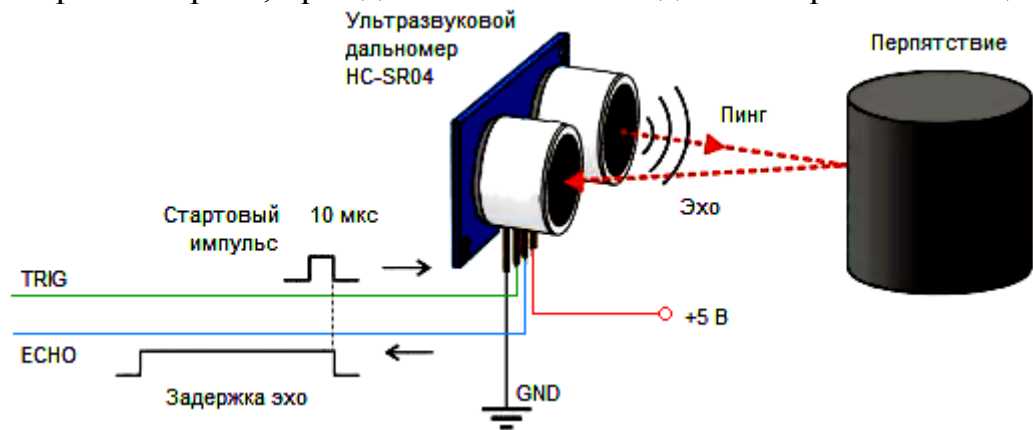
Как видно на диаграмме, угол обзора самого простого УЗ дальномера составляет примерно 50-60 градусов. Для типичного варианта использования, когда датчик детектирует препятствия перед собой, такой угол обзора вполне пригоден. Ультразвук сможет обнаружить даже ножку стула, тогда как лазерный дальномер, к примеру, может её не заметить.

Если же мы решим сканировать окружающее пространство, вращая дальномер по кругу как радар, УЗ дальномер даст нам очень неточную и шумную картину. Для таких целей лучше использовать как раз лазерный дальномер.

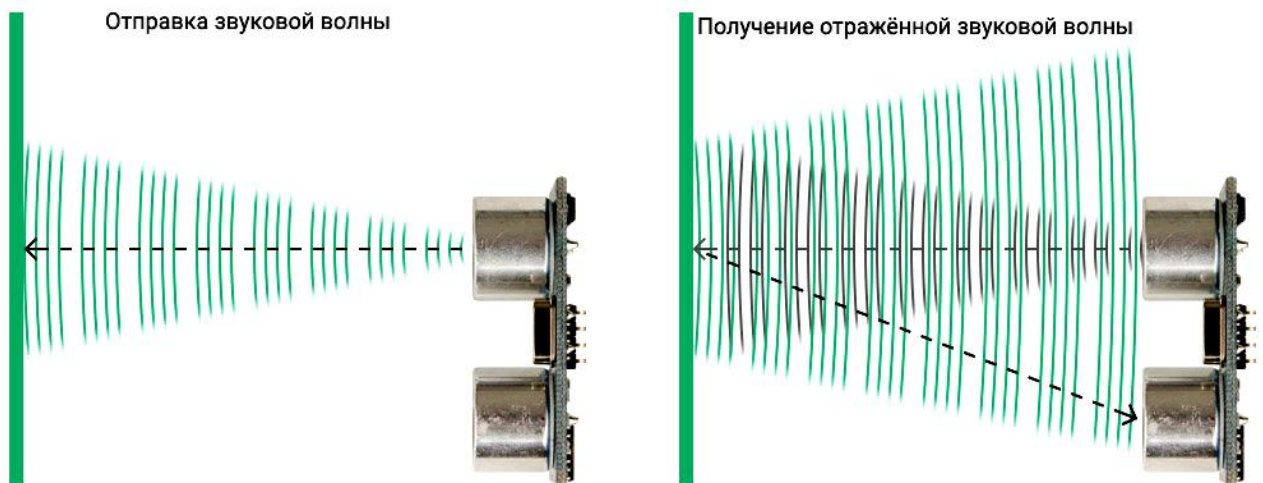
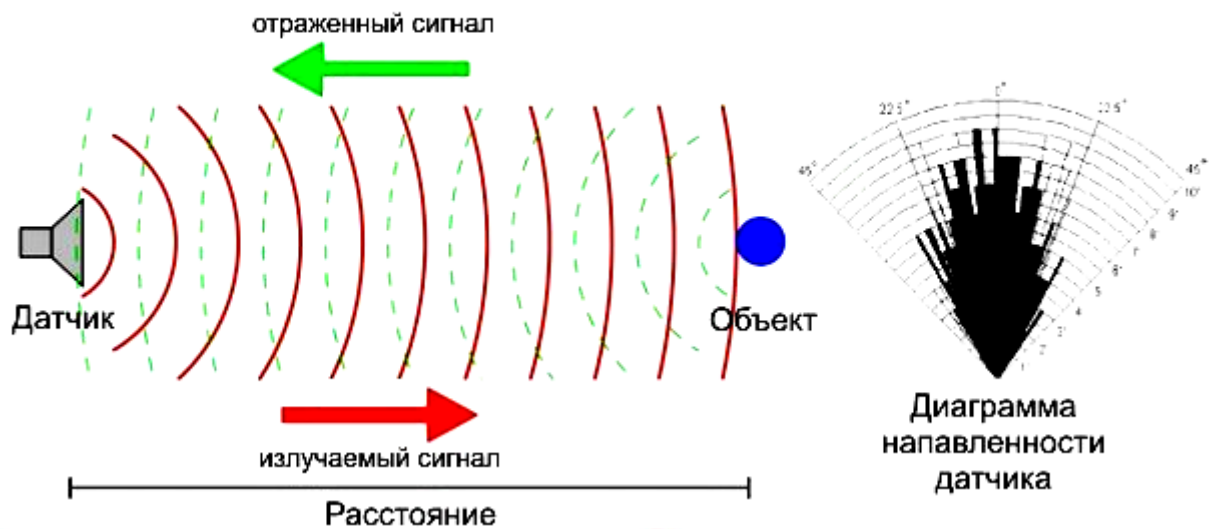
Также следует отметить два серьезных недостатка УЗ дальномера. Первый заключается в том, что поверхности имеющие пористую структуру хорошо поглощают ультразвук, и датчик не может измерить расстояние до них. Например, если мы задумаем измерить расстояние от мультикоптера до поверхности поля с высокой травой, то скорее всего получим очень нечеткие данные. Такие же проблемы нас ждут при измерении дистанции до стены покрытой поролоном.

Второй недостаток связан со скоростью звуковой волны. Эта скорость недостаточно высока, чтобы сделать процесс измерения более частым. Допустим, перед роботом есть

препятствие на удалении 4 метра. Чтобы звук слетал туда и обратно, потребуется целых 24 мс. Следует 7 раз отмерить, прежде чем ставить УЗ дальномер на летающих роботов.



Принцип работы ультразвукового дальномера



Manual

Features

- > Distance measurement range: 2cm - 400cm
- > Accuracy: 0.3cm
- > Detect angle: 15 degree
- > Single +5VDC operation
- > Current consumption: 15mA



Fig. 1

How It Works

HC-SR04 consists of ultrasonic transmitter, receiver, and control circuits. When triggered it sends out a series of 40KHz ultrasonic pulses and receives echo from an object. The distance between the unit and the object is calculated by measuring the traveling time of sound and output it as the width of a TTL pulse.

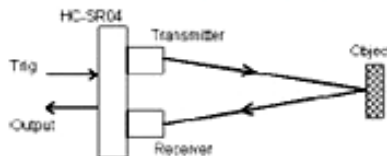


Fig. 2

How To Use It

To measure distance you need to generate a trig signal and drive it to the Trig input pin. The trig signal level must meet TTL level requirements (i.e. High level > 2.4V, low level < 0.5V) and its width must be greater than 10us. At the same time you need to monitor the Output pin by measuring the pulse width of output signal. The detected distance can be calculated by the formula below.

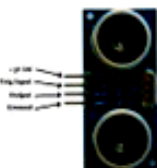
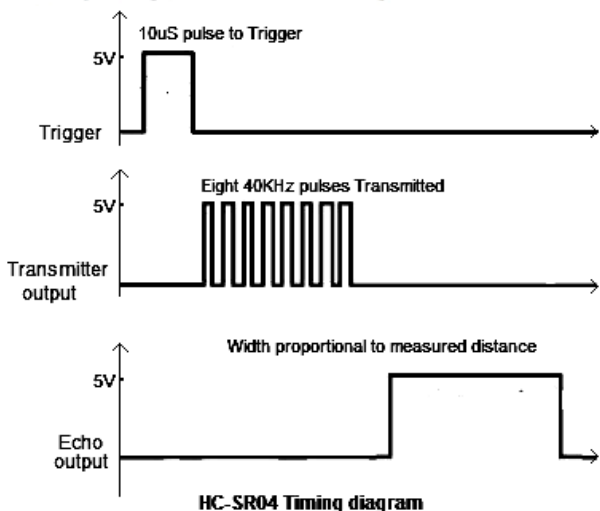


Fig. 3

$$\text{Distance} = \frac{\text{Pulse Width} * \text{Sound Speed}}{2}$$

where the pulse width is in unit of second and sound speed is in unit of meter/second. Normally sound speed is 340m/s under room temperature.



HC-SR04 Timing diagram

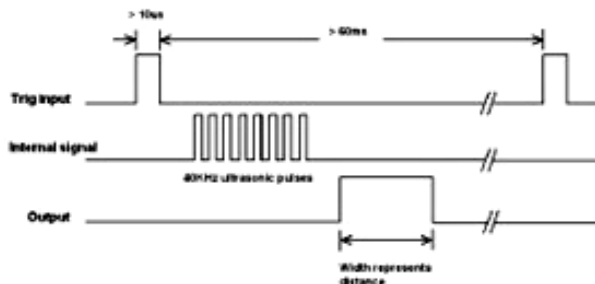


Fig. 4

- Notes:
1. The width of trig signal must be greater than 10us
 2. The repeat interval of trig signal should be greater than 60ms to avoid interference between consecutive measurements.

Specifications:

Parameters	Specification
Operating Voltage	+5VDC
Operating Current	15mA
Operating Frequency	40KHz
Maximum Distance	400cm
Minimum Distance	2cm
Detect Angle	15 degree
Resolution	0.3cm
Input Trig Signal	>10us TTL pulse
Output Signal	TTL pulse with width representing distance
Weight	
Dimension	45 x 20 x 15 mm

Copyright 2011 AccuDIY.com All rights reserved



HC-SR04 Pinout

HC-SR04 Pinout

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДАЛЬНОМЕР HC-SR04

Датчики расстояния являются неотъемлемой частью любого робота. Ультразвуковой дальномер модуль HC-SR04 для Arduino— это помещенные на одну плату приемник и передатчик ультразвукового сигнала. Принцип действия HC-SR04 основан на хорошо известном явлении эхолокации. Излучатель формирует акустический сигнал, который отразившись от преграды, возвращается к датчику и регистрируется приемником. Зная скорость распространения ультразвука в воздухе и время запаздывания между излученным и принятым сигналом, легко рассчитать расстояние до акустической преграды. В отличие от инфракрасных дальномеров на ультразвуковой датчик HC-SR04 не влияют источники света или цвет препятствия. Могут возникнуть затруднения при определении расстояния до пушистых или тонких объектов. Кроме приемника и передатчика на плате находится необходимая обвязка. Модуль имеет 4 вывода стандарта 2,54 мм:

- VCC — питание +5 В;
- Trig (T) — вывод входного сигнала;
- Echo (R) — вывод выходного сигнала;
- GND — земля.



Последовательность действий по измерению расстояния следующая:

- подаем импульс продолжительностью 10 мкс на вывод Trig;
- на плате модуля входной импульс преобразуется в 8 импульсов частотой 40 кГц и посылается через излучатель T;
- дойдя до препятствия, посланные импульсы отражаются и принимаются приемником R, в результате получаем выходной сигнал на выводе Echo.
- На стороне контроллера переводим полученный сигнал в расстояние по формуле:
- ширина импульса (мкс) / 58 = дистанция (см);
- ширина импульса (мкс) / 148 = дистанция (дюйм).

Технические характеристики ультразвукового дальномера HC-SR04

- измеряемый диапазон — от 2 до 500 см;
- точность — 0,3 см;
- эффективный рабочий угол — $< 15^\circ$;
- угол измерений: 30 градусов;
- напряжение питания — 5 В.
- Сила тока покоя: < 2 мА;
- Рабочая сила тока: 15 мА; $< 15^\circ$;
- ширина импульса триггера: 10 микросекунд;
- размеры: 45 мм x 20 мм x 15 мм.

Встречаются разные версии одного и того же HC-SR04. Одни работают лучше, другие хуже. Отличить их можно по рисунку платы на обратной стороне. Версия, которая работает хорошо выглядит так:

