



## Cíl

---

Cílem této přednášky je seznámit se s různými typy senzorů a se způsoby, jak je možné je k Arduino UNO připojit. Představíme si základní typy senzorů a jejich fyzikální omezení. Zaměříme se na ultrazvukový senzor, pro který si ukážeme jak se zapojí a jak se programuje.

## Klíčová slova

---

- senzory, fyzikální omezení, ultrazvukový senzor, pulseIn

## Kontext

---

Další věcí, na kterou je možné využít Arduino, je zkoumání okolního prostoru pomocí různých senzorů. I robot, kterého budete stavět v rámci semestrální práce bude potřebovat vědět, zda se před ním nachází překážka, nebo ne. Pojdme se tedy podívat na různé typy senzorů a na to jak fungují. Větší pozornost věnujeme zejména ultrazvukovému senzoru, neboť právě tento senzor budete používat v semestrální práci.

## Přednáška 5 - Princip funkce a připojení senzorů k Arduino UNO

---

Mezi hlavní schopnosti desky Arduino (stejně jako každého mikrokontroléru) patří schopnost analyzovat data. A aby mohlo Arduino nějaká data analyzovat (a na základě této analýzy následně provádět nějaké akce - jako rozsvěcet diody nebo například zapnout

motory) je třeba by se k němu tato data nejprve nějak dostala.

A přesně k tomu nám slouží senzory. Ukážeme si několik příkladů, vysvětlíme si co to senzor je a pro ultrazvukový senzor si projdeme jak jeho zapojení, tak i následné naprogramování.

## Co je to senzor?

---

Senzor je elektronické zařízení, které analyzuje nějaká fyzikální data reálného světa a převádí je na elektrické signály. Triviálním příkladem senzoru je vypínač, který dle své aktuální polohy (zapnuto/vypnuto) buďto proud vede a nebo nevede.

Složitějšími příklady senzorů mohou být senzory intenzity světla, hladiny vody nebo kvality zvuku.

Nebo níže uvedené senzory vzdálenosti.

Senzory slouží mikrokontroléru podobným způsobem jako člověku smysly.

Úlohu mikrokontroléru je dokonce možné zjednodušit na načítání dat ze sensorů, následnou analýzu těchto dat a ovládání tzv. aktuátorů - těmi mohou být například LED diody, serva, motory a další.

Senzorům se také říká *vstupní zařízení*.

## Jaké jsou základní typy senzorů vzdálenosti?

---

Jelikož budete v semestrální práci stavět robota, jehož úkolem bude se pohybovat a samostatně se vyhýbat překážkám, senzorem, který bude váš robot určitě potřebovat je senzor pro měření vzdálenosti.

Níže uvádíme několik různých typů senzorů, které se pro měření vzdálenosti v robotice používají.



Zleva jsou uvedeny:

1. Ultrazvukový senzor vzdálenosti HC-SR04
2. Infračervený senzor vzdálenosti
3. Lidar - LASERový radar
4. Mikrovlnný radar

## Jaké mají senzory fyzikální omezení a proč je důležité jim věnovat pozornost?

---

Každý senzor má však nějaké fyzikální omezení - senzory pro měření vzdálenosti nevyjímaje.

Data, která pořizují, obsahují často chyby, falešná pozitiva, šum a nebo trpí nějakým druhem fyzikálních omezení.

Z tohoto důvodu korektní interpretace dat ze senzorů vůbec není jednoduchá věc - dokonce pro ni existuje samostatný vědní obor, který se jmenuje *Řídící technika*, nebo *technologie řízení*.

Nám však pro účely semestrální práce postačí zcela základní analýza dat.

Různé typy senzorů vzdálenosti se vyznačují různou přesností.

Z hlediska použité technologie dosahuje úplně nejlepší přesnosti technologie optická - konkrétně laserové měření vzdálenosti (také laserový radar, neboli LIDAR). Jeho omezením je však nutnost přímo viditelnosti (nevidí skrze zdi, či jiné překážky). Další nevýhodou

LIDARů je velká složitost samotného senzoru a díky tomu jeho vysoká pořizovací cena.

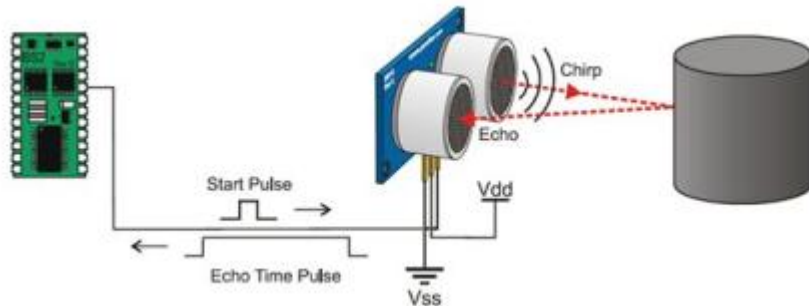
Druhá v pořadí z hlediska přesnosti je technologie radiolokace - tu můžete znát pod pojmem RADAR. Na obrázcích výše je jako první zprava uveden mikrovlnný radar. Dosah a schopnost radaru pronikat překážkami je závislá na vlnové délce, na které operuje. Mikrovlnný radar má operační dosah krátký, ale zato je velmi přesný. Bohužel, stejně jako LIDARová zařízení, ani radarové senzory nepatří mezi nejlevnější.

Třetí v pořadí z hlediska přesnosti je technologie optického měření vzdálenosti (typicky v infračerveném spektru). Druhý senzor zleva je populární IR senzor od společnosti Sharp. Nevýhodou této technologie je krátký dosah a podléhání neblahému fyzikálnímu jevu, kdy se infračervené paprsky odrážejí od většiny povrchů jako od zrcadla. Cenově se jeden takovýto IR senzor pohybuje kolem 300 Kč.

Posledním typem senzoru vzdálenosti, který uvádíme, je pak senzor ultrazvukový. Jeho výhodou je nízká pořizovací cena (cca 40 Kč) a dobrý poměr cena/výkon. Nevýhodou je složitější programování, nízká přesnost, vysoká chybovost a stejně jako IR optický senzor i tento podléhá jevu zrcadlového odkazu snímaných signálů.

Právě ultrazvukovému senzoru se budeme níže věnovat více, neboť právě tento senzor budete používat v semestrální práci.

## Jak funguje ultrazvukový senzor vzdálenosti?



Jak napovídá obrázek výše, princip funkce ultrazvukového senzoru je následující.

Ultrazvukový senzor HC-SR04 má 4 piny - VCC, GND a piny Echo a Trig. Význam VCC a GND je jasný. Použití zbývajících dvou je následující:

- Do pinu Trig je třeba vyslat PWM impuls, tím ultrazvukový senzor vyšle akustický impuls.

- Odraz tohoto impulsu je následně senzorem zaznamenán a projeví se pulsem na pinu Echo, ten je možné naměřit po uplynutí určitého časového intervalu funkcí pulseIn().

Měření je možné následně opakovat.

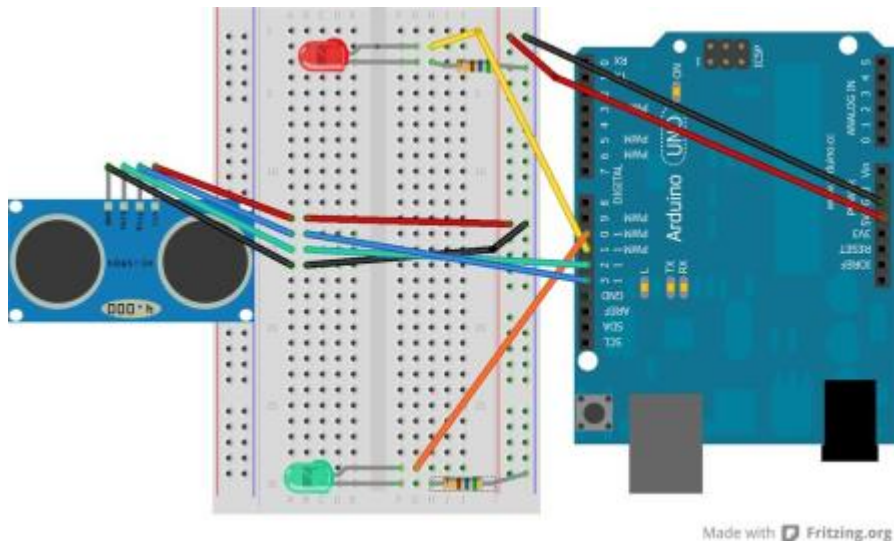
## Příklad snímání vzdálenosti pomocí ultrazvukového senzoru

---

Příklad snímání vzdálenosti pomocí ultrazvukového senzoru pak vypadá následovně.

### Zapojení

---



### Kód

---

```
1 #define trigPin 13
2 #define echoPin 12
3 #define led 11
4 #define led2 10
5
6 void setup() {
7   Serial.begin (9600);
8   pinMode(trigPin, OUTPUT);
```

```
9   pinMode(echoPin, INPUT);
10  pinMode(led, OUTPUT);
11  pinMode(led2, OUTPUT);
12  }
13
14  void loop() {
15      long duration, distance;
16
17      // nejprve musime pomoci pinu TRIG vyslat zvukovy signal
18      digitalWrite(trigPin, LOW);
19      delayMicroseconds(2);
20      digitalWrite(trigPin, HIGH);
21      delayMicroseconds(10);
22      digitalWrite(trigPin, LOW);
23
24      // a nasledne merime delku prichoziho pulzu na ECHO pinu
25      duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
26
27      // s pocitame z delky pulzu vzdalenost pomoci rychlosti zvuku
28      distance = (duration / 2) / 29.1;
29
30      // a se pak muzeme dle namerene vzdalenosti rozhodnout co dal delat
31      if (distance < 4) { // This is where the LED On/Off happens
32          digitalWrite(led,HIGH); // When the Red condition is met, the Green LED should turn off
33          digitalWrite(led2,LOW);
34      }
35      else {
36          digitalWrite(led,LOW);
37          digitalWrite(led2,HIGH);
38      }
39
40      if (distance >= 200 || distance <= 0){
41          Serial.println("Out of range");
42      }
43      else {
44          Serial.print(distance);
45          Serial.println(" cm");
46      }
47
48      delay(500);
49  }
```

Na co si dát pozor

Jak již bylo řečeno, běžné povrchy se vůči ultrazvukovému a IR senzoru chovají jako zrcadlo. Tyto senzory proto mohou naměřit výrazně větší vzdálenost, než je skutečná.

## Shrnutí

---

Vysvětlili jsme si, jaké různé typy senzorů existují a jakým fyzikálním omezením podléhají. Také jsme si objasnili princip funkce ultrazvukového senzoru a způsob jeho zapojení a použití.

## Minimální požadavky ke zkoušce

---

- Vědět co je to senzor?
- Vědět jaké jsou základní typy senzorů
- Vědět jaké mají senzory fyzikální omezení a proč je důležité jim věnovat pozornost
- Vědět jak funguje ultrazvukový senzor vzdálenosti
- Vědět jak se zapojuje ultrazvukový senzor HC-SR04
- Vědět jak se programuje ultrazvukový senzor HC-SR04

## Kontrolní otázky

---

- Co je to senzor?
- Jaké jsou základní typy senzorů?
- Jaké mají senzory fyzikální omezení a proč je důležité jim věnovat pozornost?
- Jak funguje ultrazvukový senzor vzdálenosti?
- Jak se zapojuje ultrazvukový senzor HC-SR04?
- Jak se programuje ultrazvukový senzor HC-SR04?

## Zdroje

---

### Povinné

---

- <http://playground.arduino.cc/Main/UltrasonicSensor>
- <http://www.instructables.com/id/Simple-Arduino-and-HC-SR04-Example/>

### Rozšířené

---

- <http://arduino8.webnode.cz/news/lekce-9-merime-vzdalenost-s-hc-sr04/>
- <https://bitbucket.org/teckel12/arduino-new-ping/wiki/Home>
- <http://playground.arduino.cc/Code/NewPing>
- <https://www.youtube.com/watch?v=aLkkAsrSibo>

Autor	
Původní zdroj	
Datum vytvoření	
Datum poslední aktualizace	