

Dokumentace robota: Sledovač čáry s vyhýbáním se překážkám

Damián Kořalka

1 Úvod

Cílem tohoto projektu bylo sestavit a naprogramovat autonomního robota postaveného na platformě stavebnice *bitBeam*. Hlavním úkolem robota je sledování černé čáry na světlém podkladu. Robot je navíc vybaven ultrazvukovým senzorem pro detekci překážek, což mu umožňuje autonomně se vyhnout objektům, které mu stojí v cestě, a následně se vrátit zpět na trasu.

2 Konstrukce a Hardware

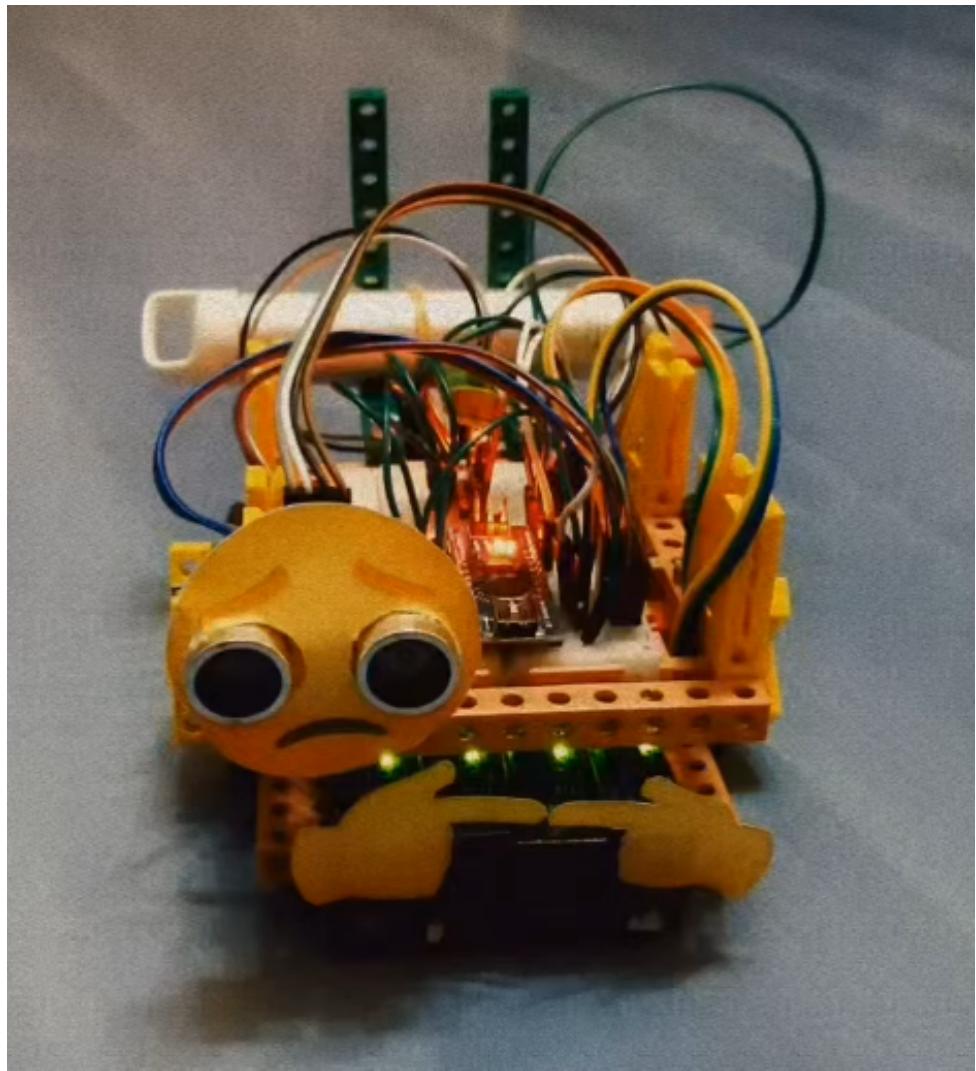
Mechanická konstrukce vychází z modelu *Sledovač 4.3 JB*. Základem je šasi sestavené z plastových dílů stavebnice bitBeam (PETG/JetBlack), které nese řídící elektroniku, senzory a pohon.

2.1 Pohon a napájení

Pohyb zajišťují dva stejnosměrné převodované motory (žluté TT motory), které jsou ovládány pomocí H-můstku (součástí shield nebo samostatný modul). Napájení je řešeno bateriovým blokem, který dodává energii jak motorům, tak řídicí desce Arduino.

2.2 Senzorika

- **Sledování čáry:** Dva optické senzory (IR reflexní) připojené na analogové piny A1 a A2. Tyto senzory měří odrazivost povrchu a umožňují robotovi rozlišit mezi černou čárou a bílým podkladem.
- **Detekce překážek:** Ultrazvukový dálkoměr HC-SR04 umístěný v přední části robota. Měří vzdálenost před robotem a při detekci objektu blíže než 5 cm spouští vyhýbací manévr.



Obrázek 1: Celkový pohled na sestaveného robota.

2.3 Seznam použitých komponent

Níže uvedená tabulka shrnuje klíčové součástky použité při stavbě, vycházející z přiloženého návodu a reálného osazení.

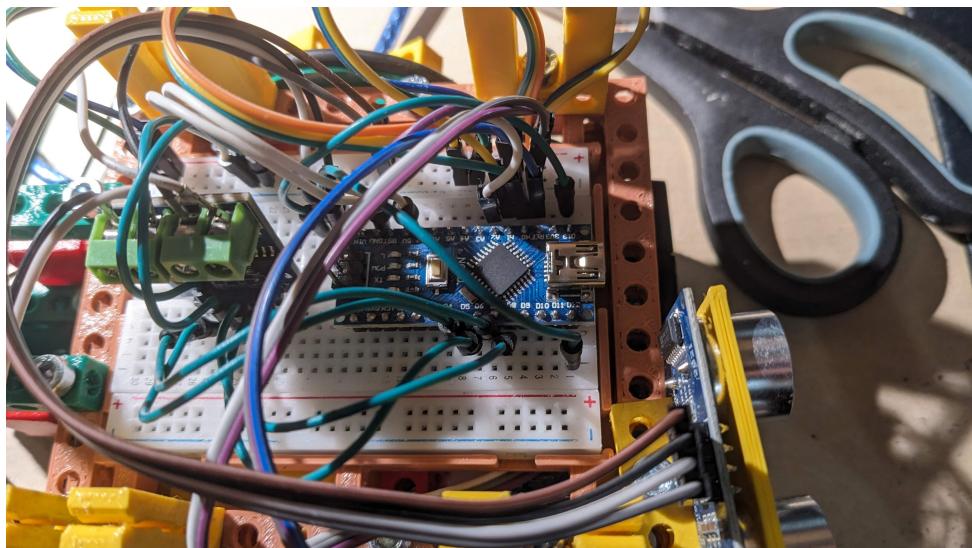
Kategorie	Součástka	Počet ks
Elektronika	Arduino Nano	1
	Nepájivé pole	1
	Kabely	sada
	Modul motorového řadiče (H-můstek)	1
	Ultrazvukový senzor HC-SR04	1
	Snímač čáry (analogový IR modul)	2
	Motory s převodovkou (TT motor 1:48)	2
Mechanika	Powerbanka	1
	Kola s pneumatikou	2
	Kuličkové opěrné kolo (třetí bod)	1
Spojovací materiál	Díly stavebnice bitBeam (nosníky L, I)	sada
	Šrouby M3 (různé délky)	sada
	Matice M3	sada

Tabulka 1: Seznam materiálu.

3 Zapojení elektroniky

Zapojení je realizováno pomocí propojovacích vodičů mezi vývojovou deskou a periferiemi.

- **Motory:** Levý motor (Piny 5 PWM, 7 DIR), Pravý motor (Piny 6 PWM, 8 DIR).
- **Ultrazvuk:** Trigger (Pin 12), Echo (Pin 13).
- **Senzory čáry:** Analogové vstupy A1 a A2.



Obrázek 2: Detail zapojení elektroniky a kabeláže.

4 Software a Algoritmus

Řídicí program je napsán v jazyce C++ pro platformu Arduino. Kód využívá normalizaci hodnot ze senzorů pro spolehlivější detekci čáry bez ohledu na okolní světelné podmínky.

4.1 Princip fungování

Hlavní smyčka `loop()` pracuje ve dvou režimech:

1. **Detekce překážky:** Ultrazvukový senzor změří vzdálenost. Pokud je menší než 5 cm, robot zastaví a provede předprogramovanou sekvenci pohybů (vpravo → vpřed → vlevo → vpřed → vlevo → vpřed), aby překážku objel.
2. **Sledování čáry:** Pokud není detekována překážka, robot čte hodnoty z IR senzorů. Hodnoty jsou přepočítány podle kalibračních dat (Bílá ≈ 76 , Černá ≈ 760).
 - Pokud levý senzor detekuje čáru, robot zatočí vlevo.
 - Pokud pravý senzor detekuje čáru, robot zatočí vpravo.

4.2 Zdrojový kód

Níže je uvedena klíčová část kódu implementující logiku řízení.

```
1 // Definice pinu
2 int pTrig = 12;
3 int pEcho = 13;
4 int mLs = 7; // smer levy
5 int mLp = 5; // vykon levy
6 int mRs = 8; // smer pravy
7 int mRp = 6; // vykon pravy
8
9 long odezva, vzdalenost;
10
11 void setup() {
12     pinMode(mLp, OUTPUT);
13     pinMode(mLs, OUTPUT);
14     pinMode(mRp, OUTPUT);
15     pinMode(mRs, OUTPUT);
16     pinMode(pTrig, OUTPUT);
17     pinMode(pEcho, INPUT);
18 }
19
20 void loop() {
21     // Merení vzdalenosti
22     digitalWrite(pTrig, LOW);
23     delayMicroseconds(2);
24     digitalWrite(pTrig, HIGH);
25     delayMicroseconds(5);
26     digitalWrite(pTrig, LOW);
27     odezva = pulseIn(pEcho, HIGH, 5000);
28     vzdalenost = int(odezva / 58.31);
29
30     // Logika vyhybani
31     if ((vzdalenost <= 5) && (vzdalenost > 0)){
32         stop(200);
33         right(350);
```

```

34     forward(900);
35     stop(200);
36     left(350);
37     forward(1000);
38     stop(200);
39     left(350);
40     forward(900);
41 }
42 else {
43     // Sledovani cary - normalizovany vypocet
44     // Kalibrace: W (bila) = 76, B (cerna) = 760
45     while ((100.0 * (analogRead(A2)-76.0)/(760.0-76.0)) < 50){
46         // Korekce smeru
47         digitalWrite(mLs, LOW);
48         analogWrite(mLp, 0);
49         digitalWrite(mRs, LOW);
50         analogWrite(mRp, 255);
51     }
52     while ((100.0 * (analogRead(A1)-68.0)/(693.0-68.0)) < 50){
53         // Korekce smeru
54         digitalWrite(mLs, LOW);
55         analogWrite(mLp, 255);
56         digitalWrite(mRs, LOW);
57         analogWrite(mRp, 0);
58     }
59 }
60 }
61
62 // Funkce pro pohyb (zkraceno pro prehlednost)
63 void stop(int x) { ... }
64 void forward(int x) { ... }
65 void left(int x) { ... }
66 void right(int x) { ... }

```

Listing 1: Kód pro sledování čáry a vyhýbání se překážkám

5 Závěr

Robot úspěšně demonstruje schopnost autonomního pohybu po vyznačené trase s prioritním přerušením pro vyhnutí se kolizi. Konstrukce z bitBeam dílů poskytuje dostatečnou tuhost a modularitu pro případné budoucí úpravy, například přidání dalších senzorů nebo změnu podvozku.