

AUTONOMOUS MULTIDIRECTIONAL ROBOTIC PLATFORM

Michal Miškolci

Gymnázium Viliama Paulinyho Tótha in Martin (4.)

E-mail: misoblack300@gmail.com

Abstract: The aim of this work is to design and construct robotic platform that can move in more than 2 directions without rotating itself. The robot should be capable of object tracking based on colour or temperature and in order to that, sophisticated algorithms and using of PID regulator was necessary.

Keywords: robot, platform, Omni-wheel, multidirectional, Arduino, Pololu, object tracking

1 ÚVOD

Mobilné roboty ponúkajú možnosť prepravy určitého nákladu efektívnejšie a bez ľudskej námahy. Taktiež majú prístup k ľuďom neprístupným oblastiam, takže majú široké spektrá využitia. Pri návrhu a výrobe robota je potrebné riešiť rôzne problémy pre dosiahnutie požadovaného výsledku.

2 NÁVRH PODVOZKA

2.1 MOTORY

Minimálna zvolená rýchlosť podvozku je 1 m.s⁻¹. Motory s rovnakými parametrami a vstupným napätím nikdy nemajú rovnakú rýchlosť no ich otáčky je možné merať a následne regulovať rýchlosť každého z nich aby mali rovnakú uhlovú rýchlosť, a tak budú motory synchronizované. Na meranie otáčok DC motorov sa používajú najčastejšie inkrementálne enkóдеры.

Boli zvolené motory POLOLU 20.4:1 25DX50L 12V s enkóderom. Maximálna zvolená hmotnosť robota je 5 kg, ktorá sa rozloží medzi 4 pohonné členy podvozka. Vypočítaný potrebný krútiaci minimálny moment na jeden motor je 24,75 Ncm. Zvolené motory majú 60 Ncm, maximálnu rýchlosť 1,04 m s⁻¹ takže sú vhodné na použitie.

Na ovládanie motorov je použitý 43A BTS7960 driver. Pri maximálnom odbere motorov 5,6A je 43A pomerne veľa, avšak vzhľadom na cenu a dostupnosť drivera je to najvhodnejšia voľba.

2.2 VŠESMEROVOSŤ

Pre dosiahnutie väčšej funkcionality, ušetreniu času a možnosti náhle zmeny trajektórie pri pohybe bola voľba všesmerových kolies ideálna. Vo všesmerových podvozkoch sa používajú Mecanum kolesá alebo Omni-wheel kolesá.

Pre vysokú cenu a zložitý mechanizmus Mecanum kolies je podvozok zložený z Omni-wheel kolesá, ktoré sú zároveň vhodné pri kruhovom tvare podvozku, keďže môžu byť pravidelne umiestnené po jeho obvode.

2.3 NÁVRH UPEVNENIA KOLIES NA MOTOR

Nami zvolené Omni-wheel kolesá majú v sebe nalisovaný vnútorný valček vyrobený na 3D tlačiarňi, ktorý sa nalisuje aj na osku motora v tvare D a po skúškach pri najväčších možných zrýchleniach motorov s nalisovanými kolesami, finálne prototypy valčekov, držia na kolese aj na motore a nejavia známky preklzovania.

2.4 NÁVRH DRŽIAKOV MOTORA

Motory sa k podvozku pripájajú cez navrhnutý držiak, ktorý používa dve diery so závitom na motore ako základné upevňovacie body a zároveň obopína motor na priemere.



Obrázok 1: Sústava motora, držiaka, kolesa



Obrázok 2: Simulácia rozloženia hmotnosti robota cez držiaky motorov

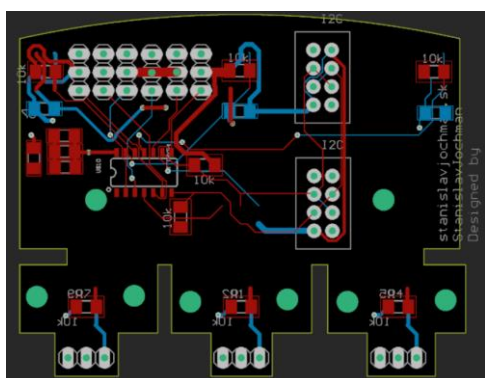
3 PRÍDAVNÉ SENZORY PODVOZKA

3.1 SENZORY NÁRAZU

Ako senzory nárazu (bumpery) využívané v podobných aplikáciách sa používajú väčšinou bežné spínače. Pri nich je ale priamy kontakt senzora s prekážkou, pri čom je možné zlyhanie senzora pri silnom náraze, a tak robot disponuje vlastnými bumpermi. Sú vytlačené na 3D tlačiarňami a fungujú na princípe pružnosti materiálu. Jedna časť tvorí páka, na ktorej konci je štvrt'krh ktorý keď narazí do prekážky, vrchná strana páky, na ktorej je snímač – optická brána sa vyhne a snímač zaznamená zmenu – náraz.

3.2 SENZORY NA SLEDOVANIE ČIAR

Na spodnej strane podvozka sa nachádzajú senzory TCRT 5000 na sledovanie čiar.



Obrázok 3: PCB



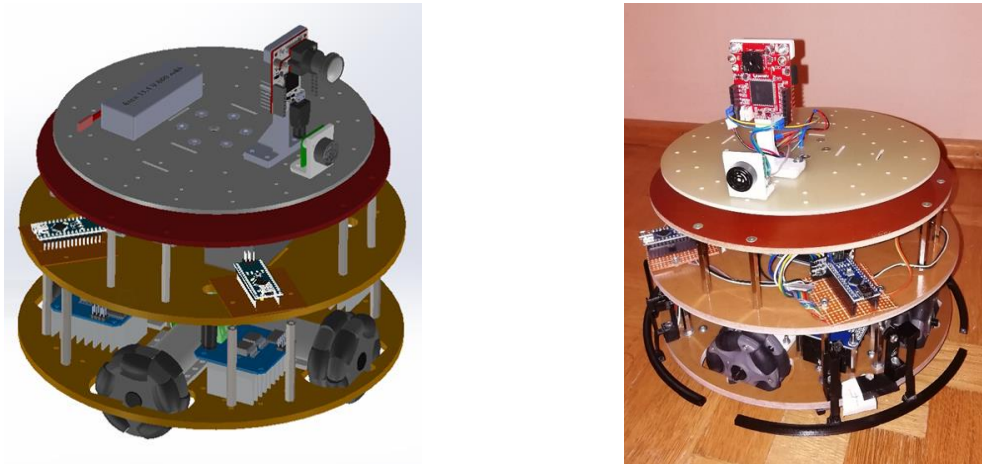
Obrázok 4: Umiestnenie PCB

Senzory sú osadené na namieru navrhnutom PCB, každý PCB obsahuje 3 senzory, no je rozšíriteľný o ďalšie 2. Dokopy sú na podvozku 4 PCB, po jeho obvode, viď. obrázok 3.

4 KAMERA

Otočná platforma obsahuje kameru, OpenMV H7 schopnú detegovať objekty na základe farby rýchlosťou viac ako 70 FPS, čo je pomerne postačujúce. Túto kameru je ale možné vymeniť za termokameru FLIR Lepton 3.5, ktorá je vhodná na sledovanie sviečok, alebo teplých objektov.

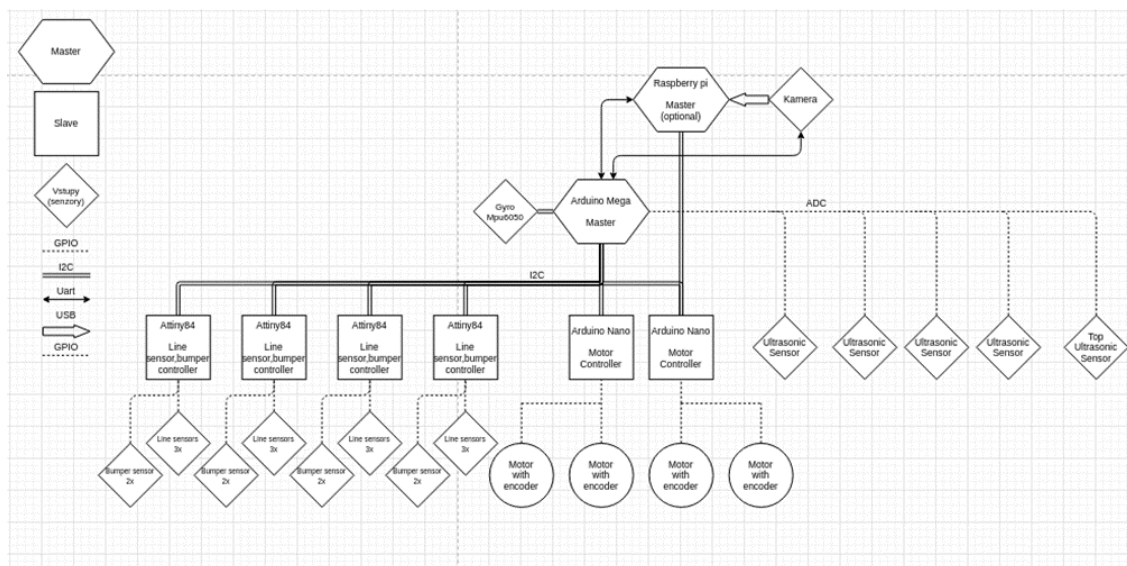
5 REÁLNY ROBOT



Obrázok 5: 3D model robota a reálny robot

6 KONTROLÉRY ROBOTA

Hlavným mikrokontrolérom robota je Arduino Mega, pre veľké množstvo digitálnych výstupov a až 3 sériové porty, z ktorých je použitý na komunikáciu Arduina s kamerou. Arduino Mega riadi kontrolné jednotky motorov a senzorov, ktorými sú 2 Arduino Nano obsahujúce 2 piny prerušená, ktoré sa používajú pri čítaní dát z enkóderov motorov a taktiež ich aj priamo ovládajú. Arduino Nano sú spojené s Arduinom Mega cez I2C zbernicu.



Obrázok 6: Schéma zapojenia

7 RIADIACI PROGRAM

Robot je programovaný v Arduino IDE. Použité sú knižnice Wire, PID_v1, i2cdetect, MPU6050_tockn, IRremote.

7.1 POUŽITIE PID REGULÁCIE

Pre zmenšenie odchýliek robota z trajektórie pri jeho pohybe jedným smerom bolo potrebné využiť PID reguláciu.

Keďže motory pri ich pohybe nemajú rovnakú rýchlosť, na základe údajov z enkóderov, Arduinú Nano regulujú rýchlosť každého z nich, aby mali rovnakú rýchlosť. Pri tejto regulácii sa využíva len proporčná a integrálna zložka PID regulátora.

Pri rovnakej rýchlosti motorov nie je ale zabezpečené preklzovanie motorov, ktoré sa môže vyskytnúť napríklad pri pohybe robota na koberci, alebo iných nerovných povrchoch. Z tohto dôvodu má robot zabudovaný gyroskop, na základe ktorého Arduino Mega zvyšuje rýchlosti 2 predných motorov, podľa smeru ktorým sa robot pri jeho pohybe otáča. Údaj o otočení z gyroskopu je vstupom v PID regulátore, pri nastavovaní konštánt bolo potrebné využiť najprv len proporčnú zložku, no po osciláciách pri vyšších rýchlostiach motorov aj derivačnú zložku.

PID regulácia bola potrebná aj pri otáčaní robota za objektom na základe kamery, ktorá Arduinu Mega posielala X polohu objektu. Tu bola viditeľná oscilácia a tak bolo potrebné použiť derivačnú zložku na jej zamedzenie.

Nastavovanie zložiek PID regulátora prebiehalo pomocou IR diaľkového ovládača, priamo za chodu robota, čo ho výrazne urýchlilo. Testovanie správnosti konštánt PID regulátorov bolo zistené grafmi závislosti odchýlky (erroru) od požadovanej hodnoty od času.

8 ZÁVER

Cieľom projektu bolo navrhnuť autonómnu všesmerovú platformu schopnú lokalizovať farebné a tepelné objekty.

Aktuálnou fázou projektu je návrh vhodných algoritmov a následné programovanie potrebné na plnú autonómnosť robota.

Testy ukázali, že použitie video kamery na detekciu sviečok vďaka jej vysokej rýchlosti je vhodné pri neprítomnosti slnečného svetla, odrazené umelé svetlo dokáže odfiltrovať, inak je najvhodnejšie použiť termokameru, ktorej mínusom je len jej nízka rýchlosť.

Výsledkom práce má byť platforma, ktorá má široké využitie. Môže slúžiť na prepravu nákladu v skladoch, manipuláciu lôžok v nemocniciach, no v dnešnej dobe aj ako dopravný prostriedok.

POĎAKOVANIE

Tento robot vznikol vďaka podpore v grantovom programe Zúčastniť sa Nadácie EPH v časti Vzdelávanie a inovácie.

REFERENCE

- [1] Borisov, Alexey & Kilin, A. & Mamaev, Ivan. (2015). Dynamics and control of an omniwheel vehicle. Regular and Chaotic Dynamics. 20. 153-172. 10.1134/S1560354715020045.
- [2] VALTER, Jaroslav: PID regulátor, [cit. 29. 3. 2020]. Dostupné na internete: <https://valter.by1.cz/plynula-regulace-pid>