



Středoškolská technika 2022

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Univerzální robotické vozítko

David Serédi

Střední průmyslová škola sdělovací techniky
Panská 3, Praha 1

ANOTACE

Absolventský projekt se zaměřuje na vývoj platformy univerzálního pozemního robotického vozidla s nosností cca 80 kg. Jejím obsahem je celý proces od koncepce až po realizaci a následné programování. Výsledkem je modulární vozítko s dokumentací potřebnou pro vlastní sestavení podobného vozítka a tvorbě vlastních modulů. Důležitým aspektem práce je udržení přijatelné ceny vozítka při zajištění vysoké funkcionality. Tento absolventský projekt by měl sloužit učitelům, výzkumníkům, ale i komerčním projektům.

1 Úvod

Mnoho společností a organizací se věnuje vývoji robotiky a autonomních technologií. Tyto technologie jsou však obvykle velice drahé a nedostupné. Na středních školách se vyučuje pomocí stavebnic jako je LEGOR MINDSTORMSR nebo VEX. Tyto stavebnice mohou stát přes 10 tisíc Kč a dávají velice omezené možnosti pokročilým studentům. Neexistuje žádná platforma, která je pro ně vhodná, a začnou tedy s vývojem platformy vlastní. Cena vlastní platformy se ale velice rychle vyšplhá.

Cílem práce je tedy popsat způsob výroby velice modulární a schopné platformy za nízkou cenu. Text je určen osobám se znalostmi robotiky, programování a elektrotechniky. V této práci se pracuje s výkonnými elektrickými motory a Li-ion baterií, které mohou při nesprávné manipulaci způsobit poranění nebo požár.

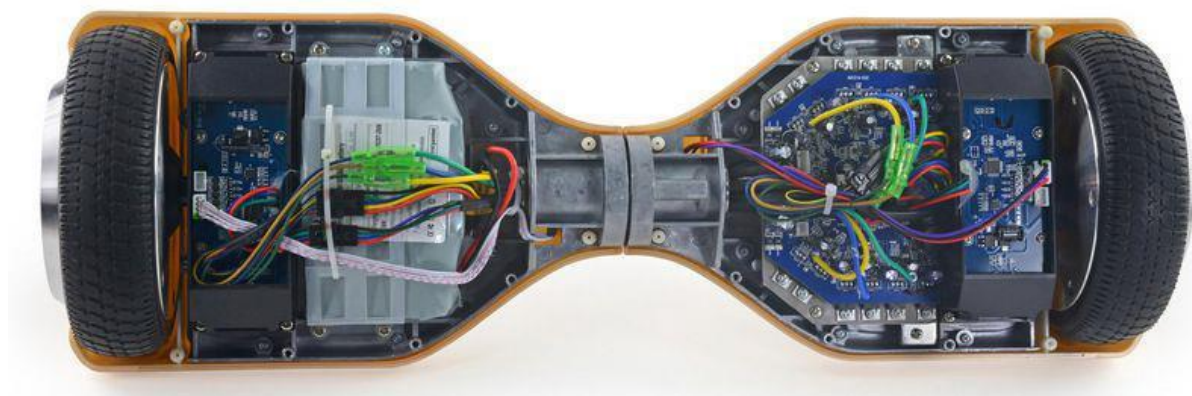
2 Součásti

Důležitou součástí této práce je udržení nízké ceny robota a je tedy nutnost některé součásti získat nekonvenčními metodami. Toto se týká hlavně regulátorů rychlosti (ESC) a motorů.

Cena nového motoru o potřebném výkonu se pohybuje okolo 2000 Kč. Motory, regulátor a baterie byly tedy získány z již použitého tzv. hoverboardu/balanceboardu, jehož cena se pohybuje okolo 2000 Kč. Cena nového hoverboardu se pohybuje okolo 6000 Kč, což je stále velice výhodné.

2.1 Motory, regulátor a baterie

Po rozebrání balanceboardu uvidíme v každé půlce vedlejší tištěný spoj, v jedné baterii a v druhé hlavní desku. Odpojíme hlavní desku od baterie, motorů a vedlejších desek a můžeme odstranit šrouby držící osu motoru, desky a baterii. Nadále budeme používat tyto součásti: 2 motory, 1 baterie, 1 hlavní deska, 1 držadlo baterie, 2 kovové svorky na osy motoru.



Obr. 1: Vnitřek balanceboardu

2.2 Čidla

Každá aplikace vyžaduje jiná čidla. V této práci budeme využívat RGB kameru a hloubkovou kameru Kinect v1. Jako kameru je možné použít jakoukoli USB webkameru, ideálně s HD rozlišením. Použitý Kinect v1 je možné koupit za cca. 800Kč.

Také budeme potřebovat Xbox360 AC Adapter pro Kinect (cena cca. 300 Kč) k připojení Kinectu k řídicí jednotce.

2.3 Řídicí jednotka

Řídicí jednotka je Nvidia Jetson Nano™ Developer Kit 4 GB a to kvůli nízké ceně (3900 Kč) a vysokému výkonu tohoto jednodeskového počítače. Pro propojení s hlavní deskou balanceboardu byl použit USB kabel s převodníkem PL2303TA USB To TTL RS232. Připojení k místní síti poskytuje WiFi USB adapter TP-LINK TL-WN722N.

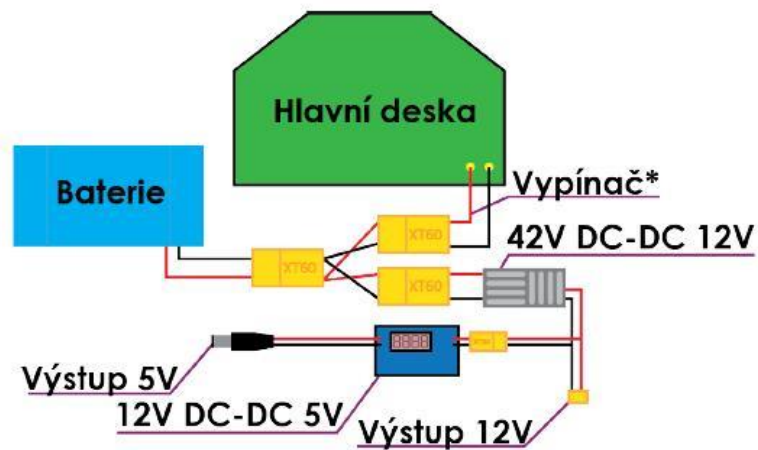
2.4 Napájení

Robot potřebuje na čidla a ovládací prvky dvě napájecí linky: 5 V a 12 V. Budeme potřebovat DC/DC měniče ke snížení 42 V z baterie na tuto napětí. V této práci je používán DC/DC měnič step-down 1,25-32V/5A od GM electronic s.r.o. a DC/DC měnič step-down

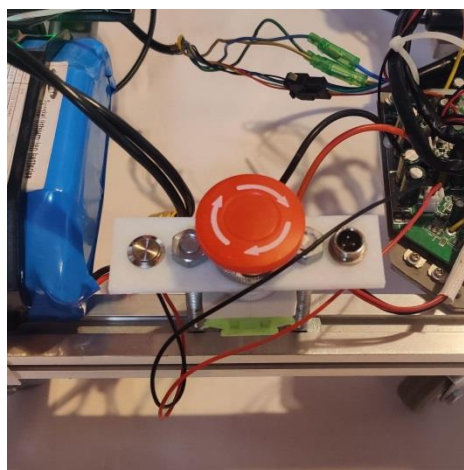
8-60V/15A od neznámého prodejce.

2.5 Elektrické rozvody

Výstup baterie je rozdělen mezi hlavní desku a měnič na 12V. Výstup měniče je možné používat pro moduly, v případě této práce třeba Kinect, a zároveň slouží jako vstup do měniče na 5V. Výstup 5V měniče je též možné využívat pro moduly, jako je třeba Jetson. V této práci byl mezi baterií a hlavní desku umístěn do série nouzový vypínač s aretací. Je důrazně doporučeno podobný vypínač používat. Na robotovi je 3D tisknutý panel s nabíjecím portem, zapínačem a nouzovým vypínačem (obr. č. 3).



Obr. 2: Zapojení převodníků a baterie



Obr. 3: Panel s nouzovým vypínačem

4 Software

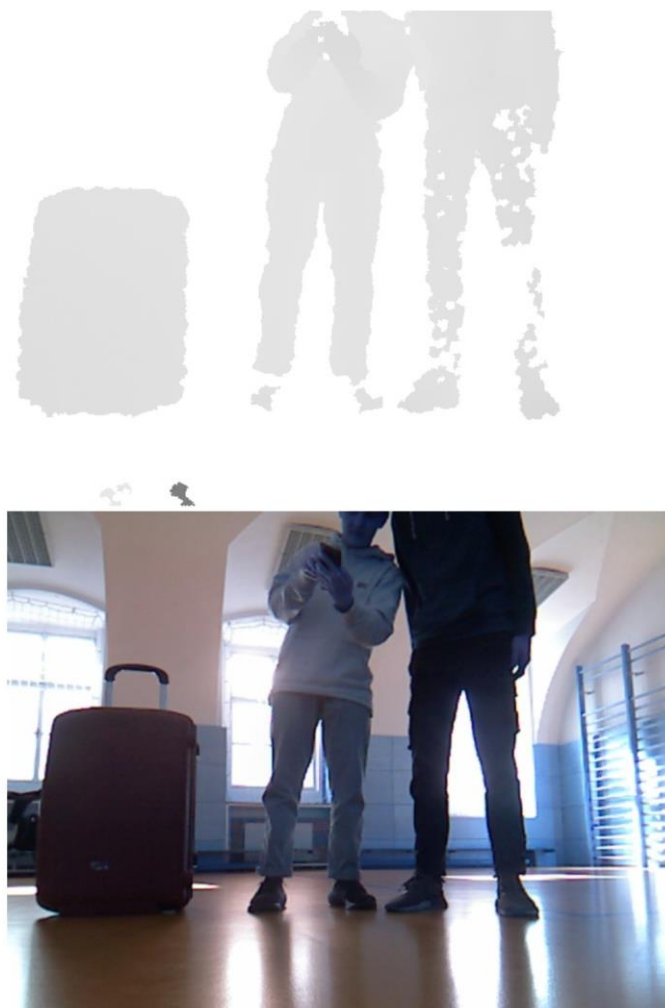
4.1 Firmware

Základní deska hoverboardu potřebuje firmware, který umožní řídicí jednotce kontrolovat rychlost motorů. Zvolil jsem firmware EFERu/hoverboard-firmware-hack-FOC , který na rozdíl od starších firmwarů využívá vektorového řízení, což se projevuje jemnější jízdou oproti jiným testovaným firmwarům. K nahrání firmwaru na základní desku je potřeba ST-Link programátor nebo vývojová deska Nucleo, kterou lze použít jako programátor. Firmware a detailní instrukce k nahrání firmwaru na desku lze nalézt na stránkách projektu v kategorii wiki.

4.2 Operační systém

Jako operační systém byla zvolena distribuce Linuxu JetPack poskytovaná přímo společností Nvidia k použití s Jetson Nano. K systému Jetson je přiložen návod k nahrání tohoto systému.

Live Streaming



Obr. 4: Webová stránka s obrazem z kamer

5 Testování

Nosnost robota byla testována do 110 Kg. Robot byl stále pojízdný a konstrukce se nedeformovala, pouze při vyšších rychlostech padlo napětí na baterii pod bezpečnou úroveň a hlavní deska tedy robota automaticky vypnula. Dojezd ani maximální provozní doba nebyly testovány. Robot byl v provozu hodinu za stálého pohybu bez nákladu a napětí na baterii zůstalo v normě. Maximální naměřená rychlost robota bez nákladu je 15 km/h, avšak neměl by být problém toto číslo překonat.