

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024

T.A.Z.
Tehnička dokumentacija
Verzija <3.0>

Studentski tim: Teo Putarek
Marko Šimić
Toni Vuković
Baraa Yasin
Vedran Kumanović
Libor Zima
Gabrijel Biočić
Marko Blažević

Voditelj: Marko Šimić

Mentor: Matko Orsag

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024

Sadržaj

1. Opis razvijenog proizvoda	3
2. Tehničke značajke	4
2.1 Hardware	4
2.2 Softver	6
2.3 Pomoćni materijali i alati	7
3. Upute za korištenje	8
4. Fotografije	9
5. Literatura	12
5.1 Slike	12
5.2 Tehnička literatura	12

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024

1. Opis razvijenog proizvoda

Primarni cilj bespilotne letjelice je da koristeći Pi Kameru i posebno konfiguriranu python skriptu, nakon uzlijetanja i pokretanja kamere, snimi prostor i korisniku ponudi panoramsku fotografiju koja oslikava 360° prostora.

Uzlijetanje omogućuje jedan propeler koji se sastoji od tri krilca od kojih će svaki biti pokretan zasebnim propelerom spojenim na DC motor. Motori su indirektno¹povezani na kontrolnu pločicu pomoću koje ćemo ih pokrenuti i kontrolirati napon koji šaljemo, pa tako i brzinu vrtnje. Žiroskop i kompas u tijelu letjelice šalju informacije o položaju pločici koja onda, koristeći poseban algoritam, jednom motoru daje veći napon kako bi letjelica skrenula.

Kontrolna pločica komunicira sa računalom pa tako i upravljačem preko ROS Mastera², koji upravlja slanjem i primanjem posebnih čvorova. Upravljačem povećavamo brzinu okretaja, upravljamo skretanjem i započinjemo snimanje prostora.

Letjelica je konstruirana s ograničenom svrhom dugotrajnih letova te je specifično konfigurirana kako bi u slučaju gubitka komunikacije s računalom automatski smanjila brzinu propelera i sigurno spustila na tlo.

¹ Kontrolna pločica šalje PWM signale na H-most koji pušta određeni napon sa baterije na motor

² Uloga ROS Mastera je omogućiti pojedinačnim ROS čvorovima da se međusobno lociraju.

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024

2. Tehničke značajke

2.1 Hardware

U ovom dijelu dokumentacije slijedi navod elektroničkih i ostalih komponenti koje su bile ključne za izradu projekta.

Chancs - Motor DC hollow motori + propeleri x3 (slika 2.1.1)

- Brzina: 43800 RPM
- Nazivni napon: 3.7 V
- Upotreba: motori imaju funkciju davanja zakretnog momenta krilima, čime postižemo potreban uzgon letjelice.

Soldred - Dual motor H-most DRV8424P driver x1 (slika 2.1.2)

- Izlazna struja: do 2.5 A po kanalu
- Dimenzije: 38 x 38 mm / 1.5 x 1.5 inča
- Upotreba: RaspberryPi na h-most šalje pwm signal koji određuje udio napona sa baterije koji će se postaviti na motore

Chipoteka - Sensor (C) Waveshare, žiroskop, akcelerometar, kompas/magnetometar x1 (slika 2.1.3)

- Specifikacije:
 - Akcelerometar - Nazivna struja: 450uA
 - Žiroskop - Nazivna struja: 3.2mA
 - Kompas/magnetometar - Nazivna struja: 280uA
- Upotreba: pruža informacije o poziciji letjelice, ubrzanju i usmjerenju

Raspberry_pi_3b+ x1 (slika 2.1.4)

- Dimenzije: 85mm x 56mm x 17mm
- Zahtjeva 5.1 V, 2.5 A izvor
- Upotreba: kontrolna pločica za letjelicu

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024

Whadda - stanica za punjenje litijeve baterije x2 (slika 2.1.5)

- Dimenzije: 19x10x25 mm
- Težina: 10 g
- Upotreba: punjač za li-po bateriju

Chipoteka - litijeva Li-Po baterija (slika 2.1.6)

- Nazivni napon: 3,7V
- Kapacitet: 1200mAh
- Dimenzije: 5,5x33x79 mm
- Upotreba: napajanje motora i električnih komponenti i senzora, RaspberryPi i systemske elektronike drona

Whadda - lm2577 dc-dc naponski step-up (boost) modul x2 (slika 2.1.7)

- Povećanje napona: Lako pretvara niže napone u više vrijednosti.
- Fleksibilnost: Podesivi izlazni napon od 5 do 40 VDC za različite primjene.
- Ulazni napon: 3.5 do 35 VDC
- Izlazni napon: 5 do 40 VDC
- Dimenzije: 12x43x30 mm, 21g
- Upotreba: Povećanje izlaza motora na sustavu bespilotnih letjelica

Krila, rotor, baza i postolje (slika 2.1.9, slika 2.1.10, slika 2.1.11, slika 2.1.12)

- Naša letjelica koristi inovativna 3D isprintana krila, rotor, bazu i postolje koja su pažljivo dizajnirana kako bi zadovoljila visoke zahtjeve aerodinamike i čvrstoće. Korištenjem 3D printanja, dobivamo priliku za preciznu izradu kompleksnih oblika koji optimiziraju performanse letjelice. Materijal koji smo odabrali za izradu krila pruža izvrsnu čvrstoću uz istodobnu lakoću, čime se smanjuje ukupna težina letjelice. Ova kombinacija čvrstoće i lagane mase omogućuje povećanje učinkovitosti leta i produženje vremena leta letjelice.

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024

2.2 Softver

Za kontrolirani let i snimanje okoline koristimo Python skripte koje se koriste uz R.O.S. ³ Noetic. Za uspješnu konfiguraciju sustava potrebno je pokrenuti Roscore koji omogućava pokretanje Rosmastera, to jest komunikaciju između računala i letjelice. Pomoću launch ⁴datoteka, letjelica pri uključivanju, može uspješno pokrenuti sve skripte koje su joj potrebne za nesmetano kretanje i obavljanje potrebnih funkcija. Softver se sastoji od 4 skripte: hardwarePmwNode, camera_node, joystick node, gyro node. Kompletan skup softverskih čvorova se inicijalizira i pokreće pomoću odgovarajuće launch datoteke, no komunikacija između skripti se postiže slanjem i primanjem informacija putem topic-a⁵.

Gyro node - Žiroskop precizno mjeri brzinu rotacije oko osi valjanja, nagiba i zakretanja letjelice. ROS čvor je odgovoran za prikupljanje i obradu ovih žiroskopskih podataka, što omogućuje određivanje smjera sjevera. Dodatno, ovaj čvor omogućuje praćenje i prikupljanje podataka o brzini rotacije same letjelice. Ovi podaci o brzini rotacije koriste se za daljnje precizno upravljanje letjelicom.

HardwarePmwNode - Čvor koristi PWM (Pulse Width Modulation) signale kako bi precizno kontrolirao motor letjelice putem Raspberry Pi pločice. Inicijalizacija ROS čvora (hardwarePwmNode) odvija se putem skripte, koja se također pretplaćuje na "cmd_vel" temu kako bi primila "Twist" poruke. Ove poruke se koriste za preciznu kontrolu kretanja uređaja. Funkcija "cmd_callback" automatski se poziva svaki put kada se primi nova "Twist" poruka. U svrhu upravljanja PWM signalima na Raspberry Pi uređaju, skripta koristi "rpi_hardware_pwm" knjižnicu. Ovaj čvor omogućuje integraciju PWM signala za dinamičku kontrolu motora letjelice u ROS okruženju, koristeći Raspberry Pi kao centralnu kontrolnu jedinicu.

³ Robot Operating System

⁴ launch file je XML datoteka koja se koristi u ROS-u za pokretanje više ROS čvorova u jednom koraku.

⁵ topic u ROS-u je nazvana sabirnica preko koje se čvorovi razmjenjuju poruke.

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024

Camera_node - Skripta inicijalizira ROS čvor nazvan "drone_node", koji koristi Raspberry Pi kameru za neprekidno snimanje slika, stvaranje panoramskih prikaza i objavljivanje tih slika putem ROS-a. Postavlja izdavača ROS-a, nazvanog "self.image_pub", za slanje poruka tipa "Image" na temu "/drone/camera/image". Za pretvorbu između ROS Image poruka i OpenCV slika, koristi se biblioteka "CvBridge". Skripta također inicijalizira Raspberry Pi kameru, postavljajući rezoluciju na 640x480 piksela. Za pohranu sirovih slika iz kamere koristi se "PiRGBArray". Osim toga, konfigurira interval snimanja slika, određen kao "self.snapshot_interval", te ukupno vrijeme snimanja, označeno s "self.total_capture_time". Ovaj čvor omogućuje integraciju kamere na letjelici u ROS okruženje, olakšavajući manipulaciju i distribuciju slika u stvarnom vremenu.

Joystick_node - Čvor koristi podatke dobivene od Gyro_node, obrađuje ih kako bi omogućio kontrolu kretanja drona u željenom smjeru te upravljanje visinom na kojoj dron leti. Nakon obrade podataka, šalje ih hardwarePwmNode, koji zatim implementira željenu funkcionalnost kretanja. Ovaj čvor djeluje kao posrednik između Gyro_node i hardwarePwmNode, pružajući sučelje za integraciju žiroskopskih podataka u proces upravljanja dronom. Kroz tu interakciju, omogućava se precizna kontrola smjera kretanja i visine letjelice, što doprinosi sigurnom i stabilnom letu drona.

2.3 Pomoćni materijali i alati

REXXAN - Epoksidno ljepilo

- Epoksidno ljepilo s sposobnošću stvrdnjavanja nakon 20 minuta
- Radna temperatura je +5 °C do +35 °C
- Upotreba: sredstvo za spajanje krila i tijela

Prusa - Prusa i3 MK3S+ 3D pisac (slika 2.3.8)

- Volumen izgradnje 25×21×21 cm
- Dimenzije: 500×550×400 mm, 7kg
- Upotreba: Izrada tijela i krila

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024

Logitech attack 3 Joystick

- Potpuni skup kontrola: 11 programabilnih tipki i okidačem brze paljbe.
- Logitech Profiler softver

3. Upute za korištenje

Letjelicu T.A.Z. kontroliramo pomoću Logitech Attack 3 joysticka. Pomoću ovog upravljača, imamo mogućnost kontrolirati brzinu vrtnje motora koji pokreću propelere, što direktno utječe na visinu letjelice. Brzinu propelera upravljamo pomoću osi "axes2". Za kontrolu skretanja letjelice koristimo ostale osi na joysticku, "axes0" i "axes1".

Dodatno, kameru koja snima prostor oko letjelice aktiviramo pritiskom na gumb 3. Kamera snima prostor oko sebe, omogućujući nam stvaranje vizualne perspektive. Nakon završetka snimanja, kamera se isključuje, pridonoseći efikasnoj uporabi resursa i energije letjelice. Ova integracija upravljanja i snimanja omogućuje korisnicima fleksibilnu i intuitivnu kontrolu letjelice, kao i snimanje relevantnih informacija iz okoline.

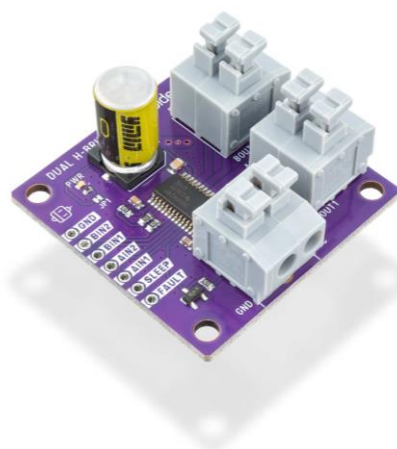
U slučaju odspajanja joysticka od letjelice, predviđeno je automatsko gašenje letjelice. Ova sigurnosna funkcija osigurava da se letjelica isključi kada se izgubi veza s upravljačem, sprječavajući eventualne nesreće ili nekontrolirano ponašanje letjelice u takvim situacijama. Ovaj mehanizam dodatno poboljšava sigurnost operacija i sprječava potencijalne rizike uzrokovane gubicima veze s upravljačem.

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024

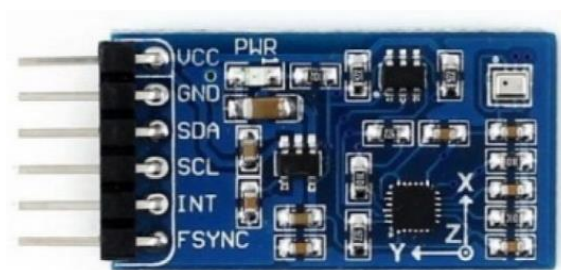
4. Fotografije



Slika 2.1.1



Slika 2.1.2

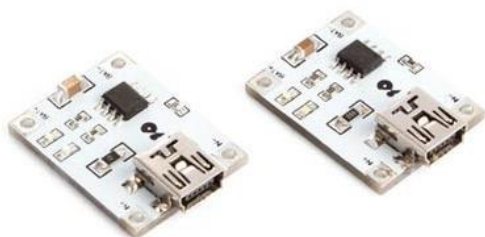


Slika 2.1.3



Slika 2.1.4

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024



Slika 2.1.5



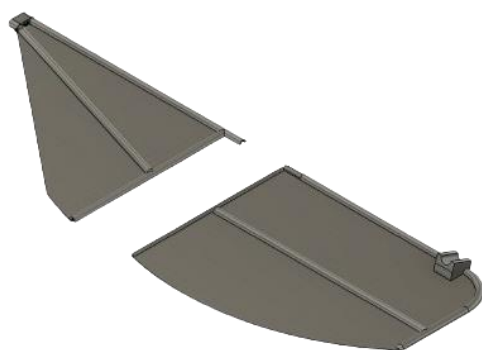
Slika 2.1.6



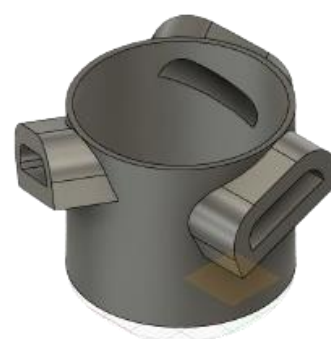
Slika 2.1.7



Slika 2.3.8



Slika 2.1.9



Slika 2.1.10

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024



Slika 2.1.11



Slika 2.1.12

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024

5. Literatura

5.1 Fotografije

Slika 2.1=><https://chancsmotor.com/wp-content/uploads/2023/06/Propeller-45-75-ZHUTU3.jpg>

Slika 2.2=><https://soldered.com/productdata/2022/03/DSC-9129.jpg>

Slika 2.3=><https://images.chipoteka.hr/image/cachewebp/catalog/products/145710-1063/senzor-10-dof-imu-sensor-c-waveshare-ziroskop-akcelerometar-kompasmagnetometar-IW7OKXEFS-550x550.webp>

Slika 2.4=>https://media.ldlc.com/r374/ld/products/00/04/82/54/LD0004825494_2.jpg

Slika 2.5=><https://cdn.whadda.com/wp-content/uploads/2023/03/29091023/vma321-1.jpg>

Slika 2.6=><https://images.chipoteka.hr/image/cachewebp/catalog/products/155693-1063/baterija-litijeva-37v-li-po-1200-mah-lp503277-GY7ZLAEZV-1155x1155.webp>

Slika 2.7=><https://ardubotics.eu/12890/original-prusa-i3-mk3s-set.jpg>

Slika 2.8=><https://cdn.whadda.com/wp-content/uploads/2020/10/10064545/wpm402.jpg>

Slika 2.9=><https://ireland.apollo.olxcdn.com/v1/files/uelytxkvebt41-PT/image>

5.2 Tehnička literatura

<https://www.hackster.io/korigod/programming-drones-with-raspberry-pi-on-board-easily-b2190e>

<https://all3dp.com/2/raspberry-pi-drone-simply-explained/>

https://www.youtube.com/watch?v=0xPQ_RNwNs

<https://www.youtube.com/watch?v=3kIR3T7X4ag>

<https://projects.raspberrypi.org/en/projects/getting-started-with-picamera/1>

[https://www.waveshare.com/wiki/10_DOE_IMU_Sensor_\(C\)](https://www.waveshare.com/wiki/10_DOE_IMU_Sensor_(C))

<https://github.com/rlatn1234/pyGPIO2/tree/master>

https://www.youtube.com/watch?v=WLVfZXxpHYI&ab_channel=TizianoFiorenzani

<https://github.com/rlatn1234/pyGPIO2/tree/master>

<https://forum.banana-pi.org/t/banana-pi-m2-zero-wiringpi2/5517>

<https://forum.banana-pi.org/t/how-to-control-the-gpio-using-python-in-banana-pi-zero/6067/3>

https://wiki.banana-pi.org/%E9%A6%99%E8%95%89%E6%B4%BE_BPI-M2_ZERO

<https://forum.banana-pi.org/t/how-to-control-the-gpio-using-python-in-banana-pi-zero/6067>

https://wiki.banana-pi.org/Getting_Started_with_M3#RPi.GPIO

<https://forum.banana-pi.org/t/banana-pi-m2-zero-wiringpi2/5517>

<https://www.ti.com/product/DRV8424#tech-docs>

https://www.youtube.com/watch?v=66No3qVUDcA&ab_channel=MMElectron

<https://forum.bitcraze.io/viewtopic.php?t=2730>

<https://wiki.ros.org/ROS/Tutorials/MultipleMachines>

<https://www.squash.io/executing-bash-script-at-startup-in-ubuntu-linux/>

<https://owlhowto.com/how-to-login-to-ssh-without-username-and-password/>

<https://stackoverflow.com/questions/1895185/how-to-ssh-from-within-a-bash-script>

<https://unix.stackexchange.com/questions/106480/how-to-copy-files-from-one-machine-to>

T.A.Z.	Verzija: <3.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: 25/01/2024

[another-using-ssh](#)

<https://askubuntu.com/questions/1006818/automatically-connect-ubuntu-to-a-specific-wifi-at-startup>

<https://askubuntu.com/questions/412325/automatically-connect-to-a-wireless-network-using-cli>

<https://askubuntu.com/questions/1069762/prevent-hotspot-from-automatically-starting-after-system-startup>

<https://askubuntu.com/questions/214170/whats-the-default-etc-network-interfaces>

<https://answers.ros.org/question/296046/messages-not-received-on-master-when-the-talker-runs-from-startup/>

<https://stackoverflow.com/questions/51152064/messages-not-received-on-master-when-the-talker-runs-from-startup>

<https://raspberrypi.stackexchange.com/questions/298/can-i-use-the-gpio-for-pulse-width-modulation-pwm>

https://pinout.xyz/pinout/pin33_gpio13/

<https://sourceforge.net/p/raspberry-gpio-python/wiki/Home/>

<https://sourceforge.net/p/raspberry-gpio-python/wiki/PWM/>

https://pythonhosted.org/RPIO/pwm_py.html

<https://www.npmjs.com/package/rpio-pwm>

<https://pypi.org/project/RPIO/>

<https://pypi.org/project/rpi-hardware-pwm/>