

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ SISTEMŲ KATEDRA

Bakalaurinis darbas

Autonominis ketursraigčio skrydžio valdymas
Autonomus Control of Quadcopter Flight

Atliko: 4 kurso 1 grupės studentas
Rytis Karpuška
(parašas)

Darbo vadovas:
Irus Grinis, lekt.
(parašas)

Recenzentas:
Vytautas Valaitis.....
(parašas)

Vilnius
2014

Turinys

Įvadas	2
1. Ketursraigčio techninė įranga	3
1.1. Rėmas, varikliai ir propeleriai	3
1.2. Valdymo elektronika	4
2. Fizikinis modelis	6
2.1. Lokali ir globali koordinačių sistemos	6
2.2. Keliamoji bei sukamoji jėgos	6
2.3. Bendras judėjimo modelis	6
3. Kampinės padėties skaičiavimas	7
3.1. Kvaternionai	7
3.2. Kampinės padėties skaičiavimas pagal giroskopą	7
3.3. Kampinės padėties skaičiavimas pagal akselerometrą	7
3.4. Galutinis kampinės padėties radimas	7
4. Kampinės padėties valdymo algoritmas	8
4.1. PID valdymo algoritmas	8
4.2. PID pritaikymas ketursraigčio valdymui	8
5. Skrydžio valdymas	9
5.1. Atviro-ciklo valdymas	9
5.2. Kampinės pozicijos tikslų lentelė	9
5.3. Atviro-ciklo valdymo trūkumai	9
6. Programinė įranga	10
6.1. Bendroji architektūra	10
6.2. Kompiuteriui skirtas klientas	10
6.3. Retransmitorius	10
6.4. Ketursraigčio pagrindinis valdiklis	10
Išvados	11
Literatūros sąrašas	12

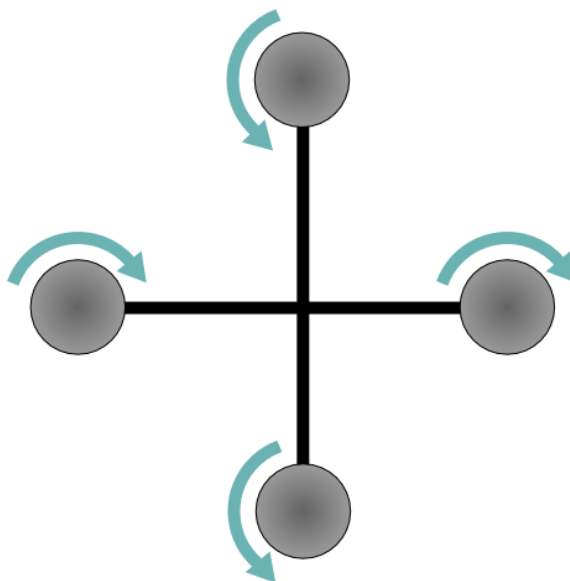
Ivadas

1. Ketursraigčio techninė įranga

Įprasto ketursraigčio techninė struktūra yra palyginus lengvai suprojektuojama bei pagaminama tačiau to negalima pasakyti apie programinę įrangą, bei algoritmus valdančius skrydį.

1.1. Rėmas, varikliai ir propeleriai

Ketursraigis susideda iš „X“ formos rėmo, kurio galuose yra po elektrinį bešepetėlinį variklį su propeleriu. Priešingai nei įprastuose sraigtasparniuose, šių propelerių atakos kampas nėra reguliuojamas, o tai leidžia stipriai supaprastinti skraidyklės techninę struktūrą ir atsisakyti sudėtingų mechaninių dalių. Varikliai skirstomi į dvi grupes iš kurių viena sukasi pagal laikrodžio rodyklę, kita – prieš laikrodžio rodyklę. Šių variklių sukimosi greitis yra reguliuojamas siekiant išgauti tinkamą sukamąją bei keliamąją jėgas.



1 pav. Ketursraigčio rėmo ir variklių išdėstymas. Jų sukimosi kryptys.

Šio darbo tikslams pasiekti buvo nupirktas „HobbyKing x525“ 600mm skersmens rėmas, pagamintas iš aliuminio ir stiklo pluošto. Taip pat elektriniai bešepetėliniai 160W galios varikliai „Turnigy D2822“ ir 8 colių ilgio, bei 4 laipsnių atakos kampo propeleriai.

1.2. Valdymo elektronika

Stabilaus skrydžio išlaikymas ketursraigtyje yra per sudėtinga užduotis žmogui (pilotui) todėl pasitelkiama pagalbinė elektronika palengvinanti ketursraigčio valdymą.

Valdymo elektronikai išskiriami tokie uždaviniai:

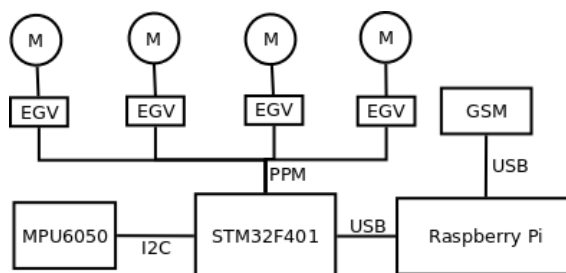
- Skrydžio stabilizavimas bei kontrolė
- Ryšio su pilotu arba valdančia sistema palaikymas
- Sugeneruoti galios signalus reikalingus varikliams

Skrydžio stabilizavimas bei kontrolė. Skrydžio stabilizavimui bei kontrolei atlikti naudojami sensoriai pagal kurių duomenis yra paskaičiuojami kokių korekcinų veiksmų reikia imtis norint įgyvendinti piloto ar valdančios sistemos komandas. Išskiriami svarbiausi parametrai yra tikslumas bei greitis.

Atsižvelgiant į reikalavimus šioms parametrų, buvo parinktas kompanijos „STMicroelectronics“ procesorius „STM32F401“ bei kompanijos „InvenSense“ sensorius „MPU6050“

Ryšio su pilotu arba valdančia sistema palaikymas. Ryšio palaikymas parametrizuojamas pagal duomenų persiuntimo greitį ir latenciją, bei veikimo ribas. Ketursraigčio atveju persiunčiami duomenys yra tik valdymo signalai iš piloto arba valdančios sistemos, todėl buvo pasirinktas GSM ryšys. Taip pat „Raspberry pi“ kompiuteris su „Linux“ operacine sistema atlikdavo viską kas reikalinga GSM ryšiui palaikyti.

Galios signalų generavimas. Bešepetėliniai varikliai reikalauja trijų galios signalų jų sukimuisi palaikyti. Šiam tikslui buvo nupirkti 18A elektroniniai greičio valdikliai galintys suvaldyti apie 200W galios, tad puikiai tinkantys 160W galios varikliams.



2 pav. Ketursraigčio elektronikos sudedamųjų dalių schema.

2. Fizikinis modelis

2.1. Lokali ir globali koordinačių sistemos

2.2. Keliamoji bei sukamoji jėgos

2.3. Bendras judėjimo modelis

3. Kampinės padėties skaičiavimas

3.1. Kvaternionai

3.2. Kampinės padėties skaičiavimas pagal giroskopą

3.3. Kampinės padėties skaičiavimas pagal akselerometrą

3.4. Galutinis kampinės padėties radimas

4. Kampinės padėties valdymo algoritmas

4.1. PID valdymo algoritmas

4.2. PID pritaikymas ketursraigčio valdymui

5. Skrydžio valdymas

5.1. Atviro-ciklo valdymas

5.2. Kampinės pozicijos tikslų lentelė

5.3. Atviro-ciklo valdymo trūkumai

6. Programinė įranga

6.1. Bendroji architektūra

6.2. Kompiuteriui skirtas klientas

6.3. Retransmitorius

6.4. Ketursraigčio pagrindinis valdiklis

Išvados

- [AAJ+01] - *Implementing a Sensor Fusion Algorithm for 3D Orientation Detection with Inertial/Magnetic Sensors*, <http://franciscoraulortega.com/pubs/Algo3DFusionsMems.pdf>
- [SSF+11] - *A sensor fusion algorithm for an integrated angular position estimation with inertial measurement units*, http://www.date-conference.com/proceedings/PAPERS/2011/DATE11/PDFFILES/IP1_06.PDF
- [MS11] - *Modeling, Design and Experimental Study for a Quadcopter System Construction*, <http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/id/86811/uiareport.pdf>