



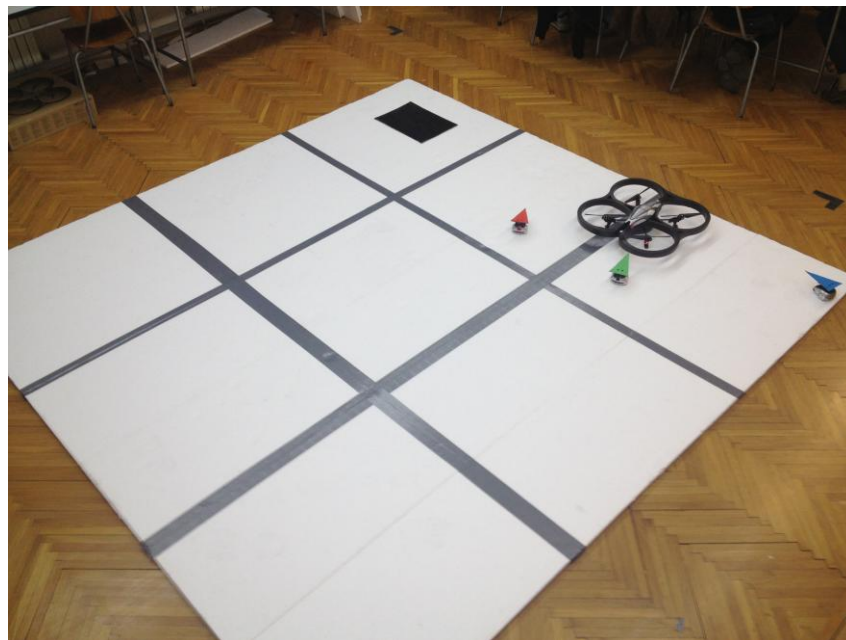
Projekt Heraklo



Koordinirano upravljanje autonomnim letjelicama i mobilnim robotima

Projektni zadatak

- ▶ Upoznavanje s radnom okolinom: mOway, Parrot AR.Drone, OpenCV, ROS
- ▶ Konačni cilj: korištenjem autonomne letjelice dovesti mobilne robote, koji se nasumično gibaju u areni u zadani prostor (crni pravokutnik – štala)



Pravila

- 1) početno stanje mobilnih robota je u središtu prostora djelovanja,
- 2) početno stanje letjelice je u središtu crnog kvadrata,
- 3) gibanje mobilnog robota: t_p sekundi pravocrtno, nakon toga nasumično mijenja smjer u intervalu $\pm 90^\circ$ (uniformna razdioba) – sekvenca se ponavlja
- 4) letjelica djeluje na smjer gibanja mobilnog robota tako da se postavi iznad njega na unaprijed definiranoj razini => mobilni robot tada se počinje rotirati u mjestu sve dok je letjelica iznad njega => nakon toga nastavlja gibanje t_g sekundi ($t_g > t_p$)
- 5) nakon t_g sekundi robot nastavlja gibanje opisano pod 3) (ukoliko u tom razdoblju na njega nije djelovala letjelica),
- 6) broj djelovanja letjelice na mobilni robot nije ograničen,
- 7) ako izađe iz prostora djelovanja, mobilni robot izbacuje se iz sustava,
- 8) dozvoljeno je sudaranje mobilnih robota.



Dijelovi projekta

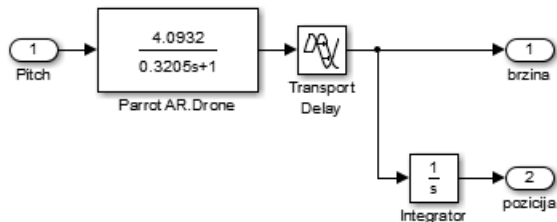
- ▶ matematički model letjelice i projektiranje regulatora kao referentne vrijednosti za realni regulator
- ▶ programiranje mOway mobilnog robota
- ▶ implementacija infracrvenog senzora udaljenosti na mOway
- ▶ izrada i simulacija algoritama za pretraživanje i usmjeravanje mOwaya sa što više realnih parametara
- ▶ prepoznavanje boja i oblika na slici u realnom vremenu pomoću OpenCV biblioteke
- ▶ upravljanje Parrot AR.Droneom pomoću ROS-a



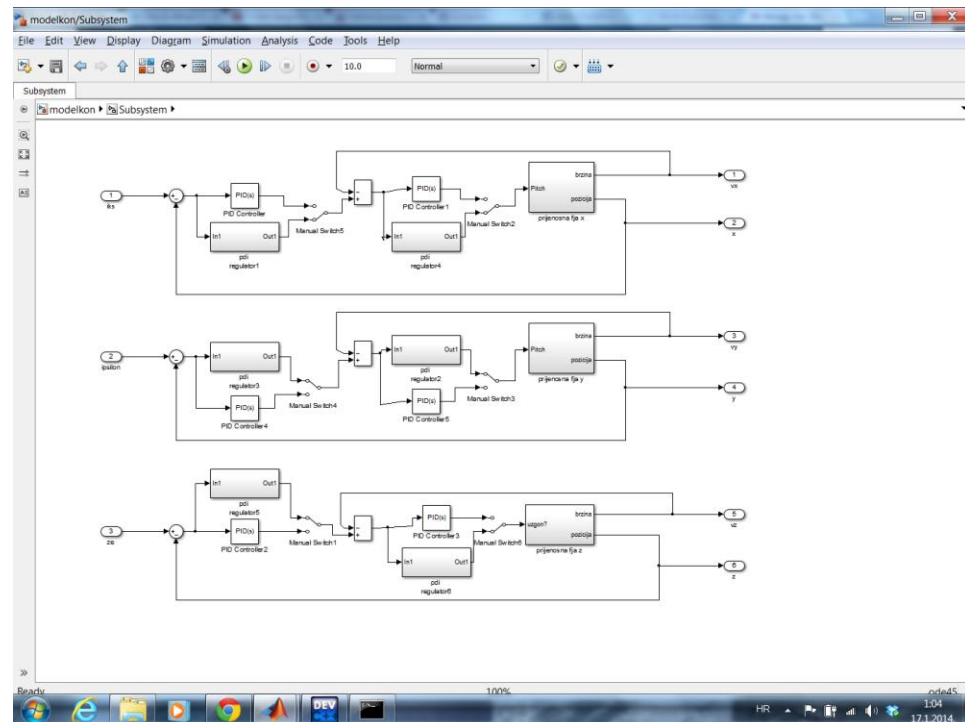
Matematički modeli (1)

► Model upravljanja quad rotora: projektiranje regulatora:

- po poziciji P regulator
- po brzini PID regulator

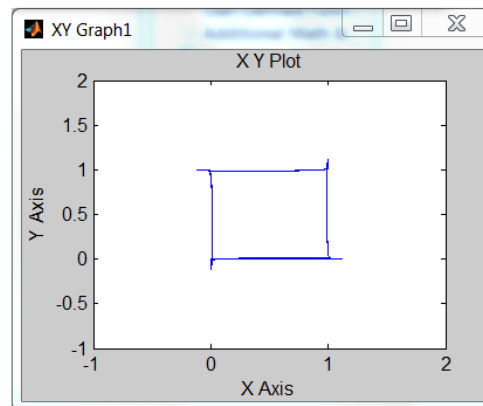
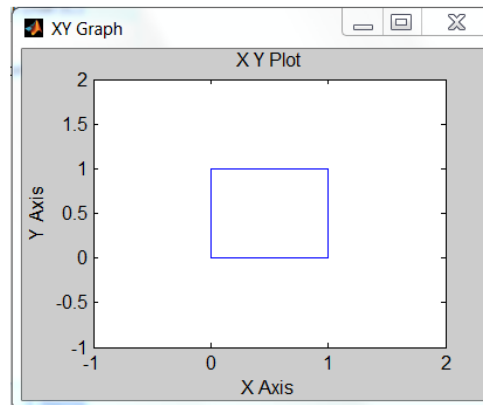
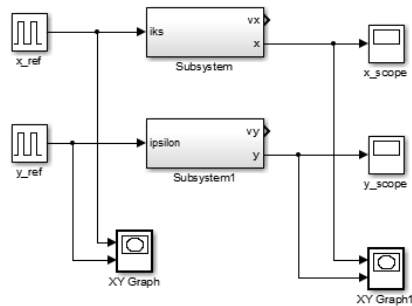


Prijenosna funkcija quad rotora za x i y smjer – poznata iz prijašnjih radova



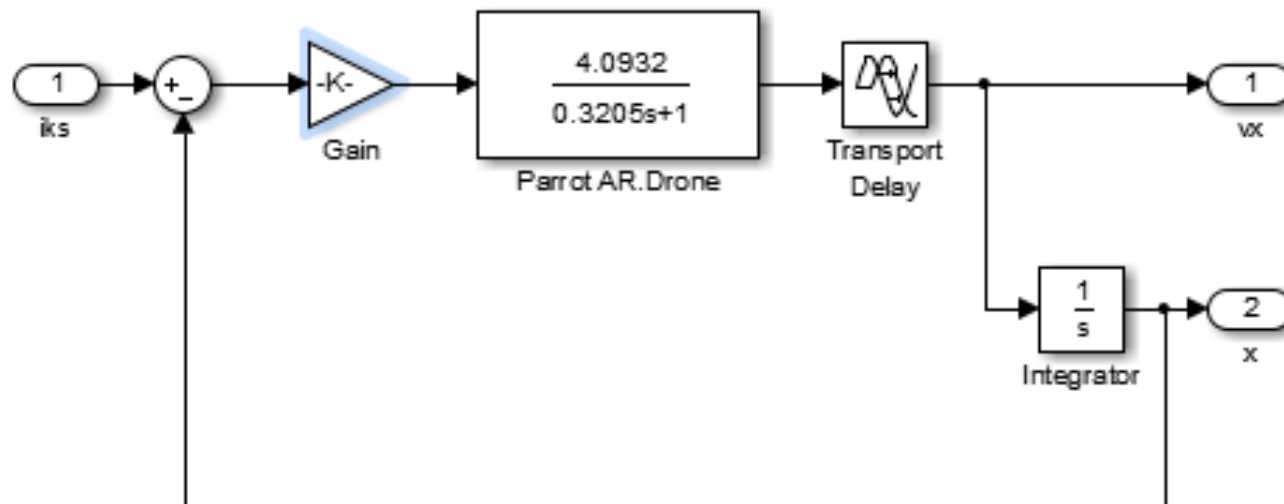
Matematički model (2)

► Odziv letjelice uz P regulator



Matematički model (3)

- ▶ Model za upravljanje stvarnom letjelicom
 - ▶ P regulator
 - ▶ transportno kašnjenje



mOway – upravljanje i senzor

- ▶ Programirano nasumično gibanje
 - ▶ Pokretanje na zvuk
 - ▶ Pravocrtno gibanje t_p sekundi, nasumična promjena smjera kretanja
 - ▶ Sjeme za nasumičan broj (za određivanje kuta zakretanja) – iz očitavanja na mikrofONU i senzoru za svjetlost
 - ▶ Linijski senzor s donje strane robota prepoznaje crnu boju štale – mOway se zaustavlja kada prepozna štalu
 - ▶ Usmjeravanje pomoću ugrađenog detektora razine



Senzor udaljenosti na mOwayu

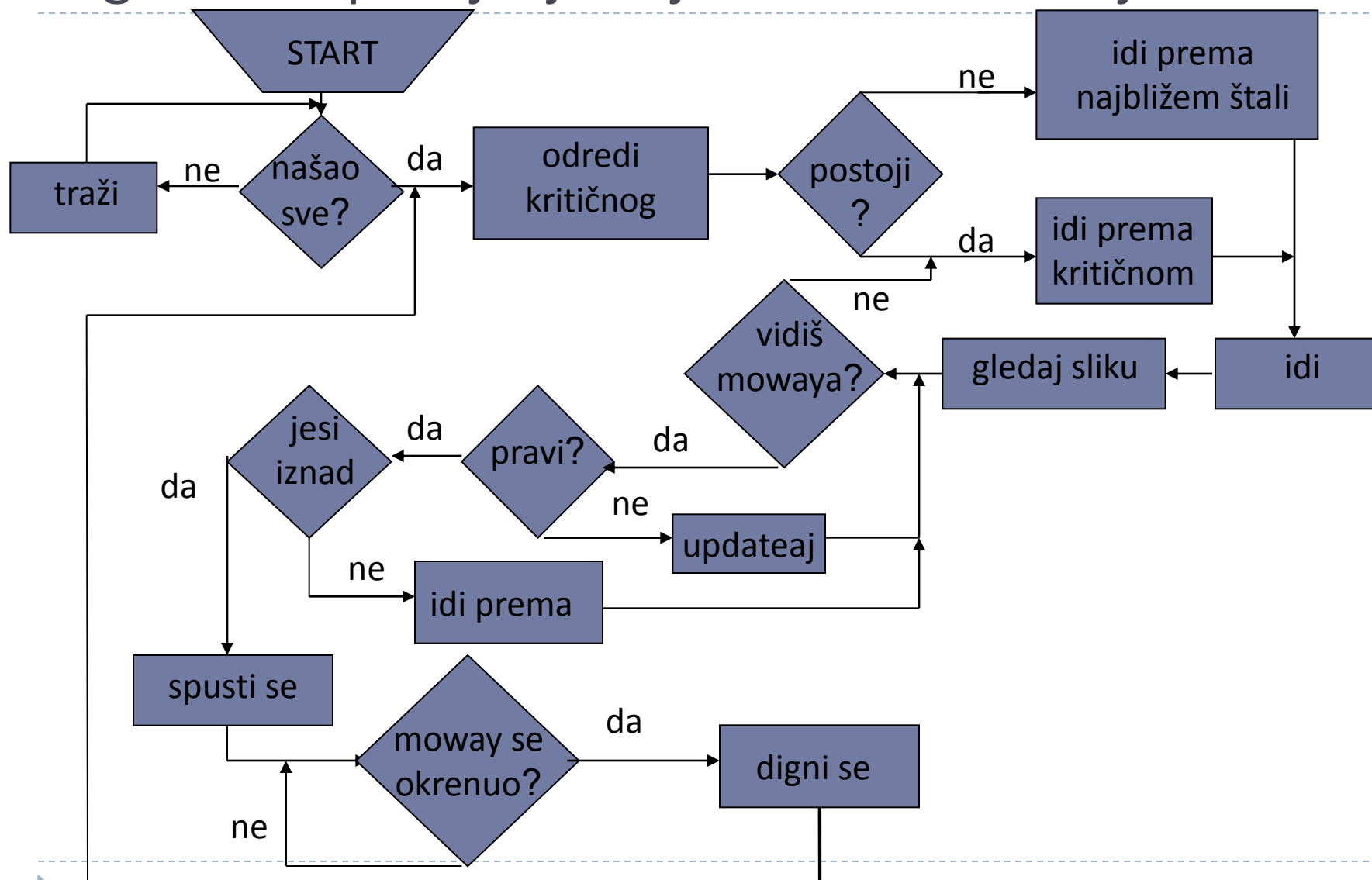
- ▶ Senzor udaljenosti Sharp 2Y0A21YK
 - ▶ Detekcija udaljenosti 10 – 80 cm
 - ▶ Napajanje 4.5-5.5 V, 30 mA
- ▶ Detekcija objekta da predefiniranoj razini iznad senzora
- ▶ mOway isprogramiran tako da se zakreće stalnom brzinom oko svoje osi tako dugo dok senzor detektira objekt



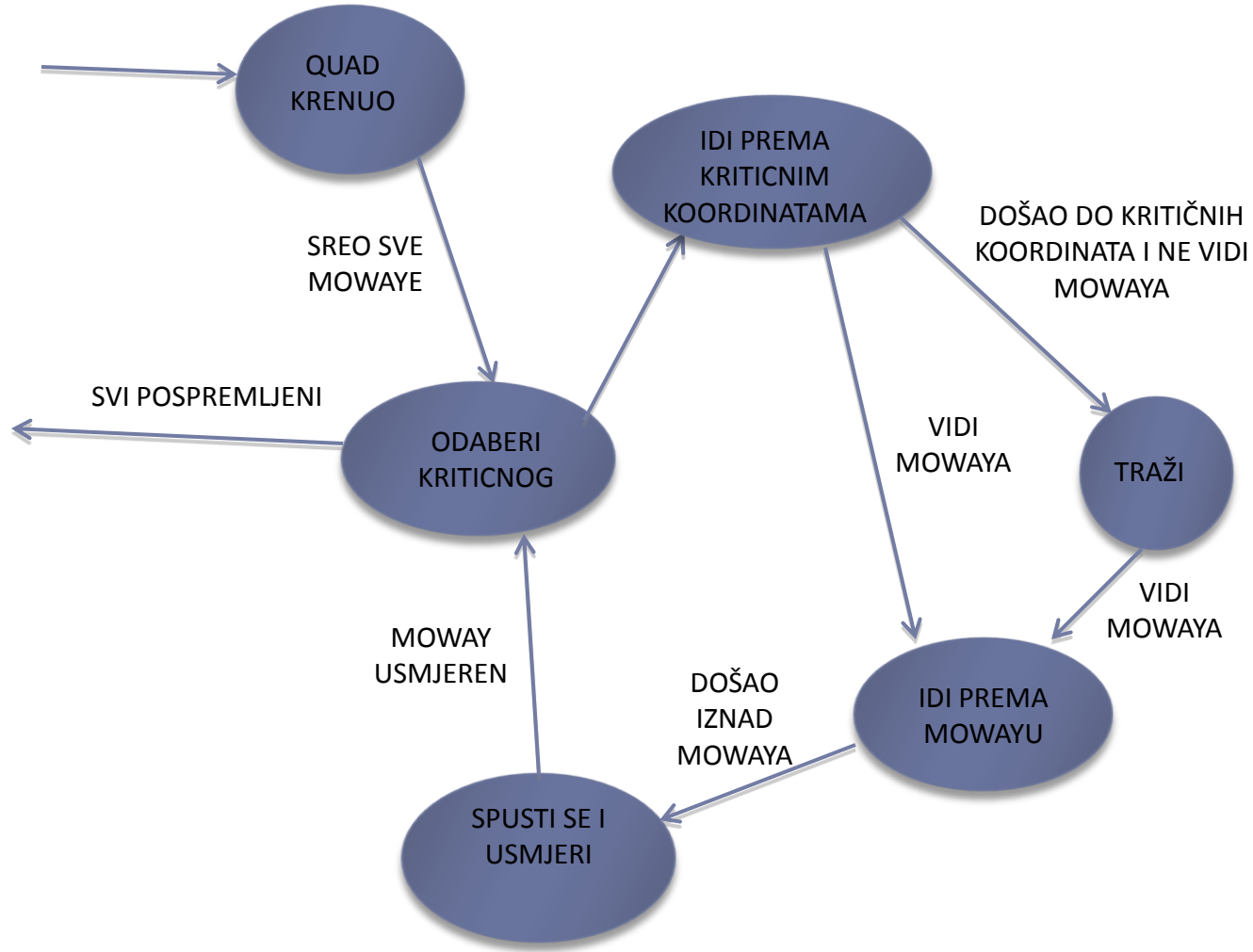
Usmjeravanje mOwaya



Algoritam upravljanja letjelicom u simulaciji



Mooreov automat



Simulacija upravljanja letjelicom

```
>> putanja_crtez
Operation terminated by user during lineseries (line 19)

In putanja_crtez (line 22)
    plot(R{(i+(i+korak),2),A{(i+(i+korak),3)}, 'k')

>> figure
>> putanja_crtez

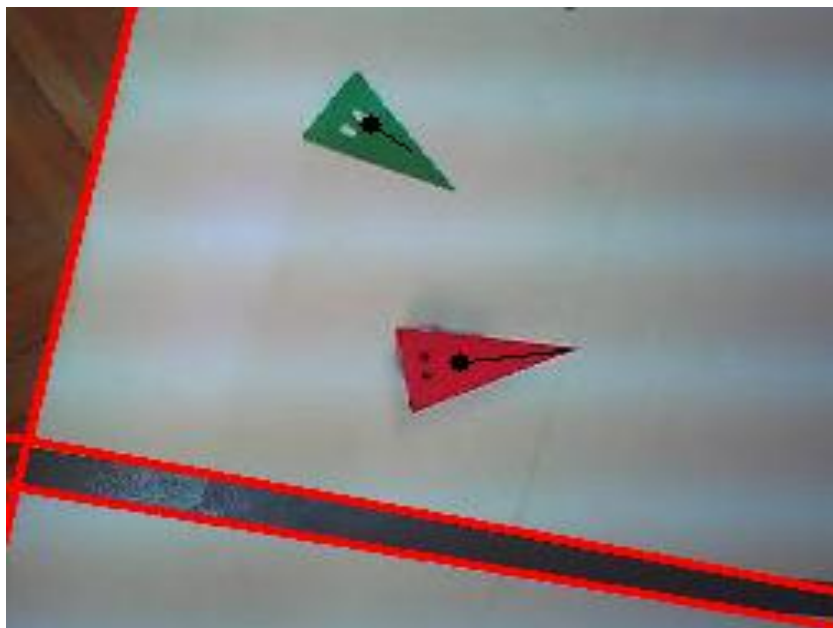
Operation terminated by user during putanja_crtez (line 44)

>> putanja_crtez
Operation terminated by user during lineseries (line 19)
```



Analiza slike

- ▶ Python kod s korištenjem funkcija OpenCV biblioteke
- ▶ Analiza slike s integrirane kamere
- ▶ Prepoznavanje usmjerenih trokuta različitih boja
- ▶ Prepoznavanje ravnih linija i njihovih presjecišta

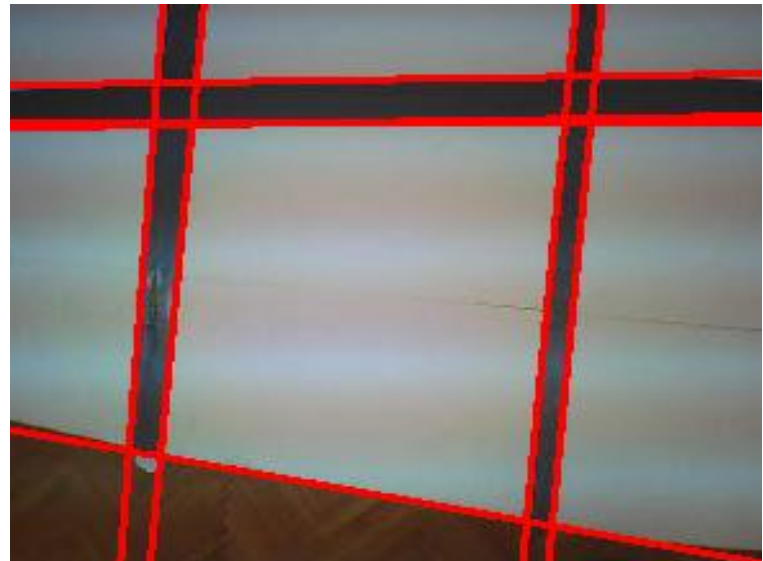


- razlikovanje mOwaya pomoću trokuta različitih boja
- određivanje usmjerenosti trokuta
- mjerenje udaljenosti od quada – u niskom i visokom načinu rada



Analiza slike

- Arena podijeljena na 9 kvadranta pomoću 4 linije (2 tanke i 2 debele)
- Prepoznavanje ravnih linija različitih debljina (granica kvadranta područja) i njihovih presjecišta
 - pozicioniranje u globalnom koordinatnom sustavu
 - ispravljanje zakrenutosti



Prvo testiranje analize slike u stvarnom vremenu



- Analiza slike s kamere u realnom vremenu



Parrot AR.Drone quad rotor



- upravljanje preko ROS-a
- povratna veza na temelju analize slike s integrirane kamere s donje strane letjelice
- upravljanje gibanjem u tri osi pomoću P regulatora



Upravljanje quad rotorom pomoću tipki?



Daljnji rad

- ▶ Poboljšanje komunikacije računala i letjelice za upravljanje s povratnom vezom (slika s kamere)
- ▶ Analiza slike s dodatnim markerima u areni u svrhu preciznijeg pozicioniranja letjelice
- ▶ Implementacija algoritma za pretraživanje i usmjeravanje mOwaya

