



Universitatea
POLITEHNICA
din București



Facultatea de
Automatică și
Calculatoare



Departamentul
de Calculatoare

Construirea hărții terenului folosind o microdronă

Autor

Cosmin Clapon

cosmin.clapon@gmail.com

Conducători științifici

Conf. Dr. Ing. Irina Mocanu

Ing. Florin Nanu (FotoNation SRL)



- supravegherea/inspecția unui teren
- monitorizarea progresului unui șantier de construcții
- actualizarea hărților existente (e.g., făcute din satelit)



Problemă



I_1

I_2

I_3





- dronă (quadcopter) personalizată
- software și hardware open source (Dronocode project)
- pilotabilă prin radiocomandă, bluetooth sau automat
- autopilot, navigație GPS, optical flow, telemetrie, încărcătură adițională 1kg, autonomie 20min.
- sistem achiziție imagini





Metode de aliniere a imaginilor

Metode bazate pe analiza caracteristicilor

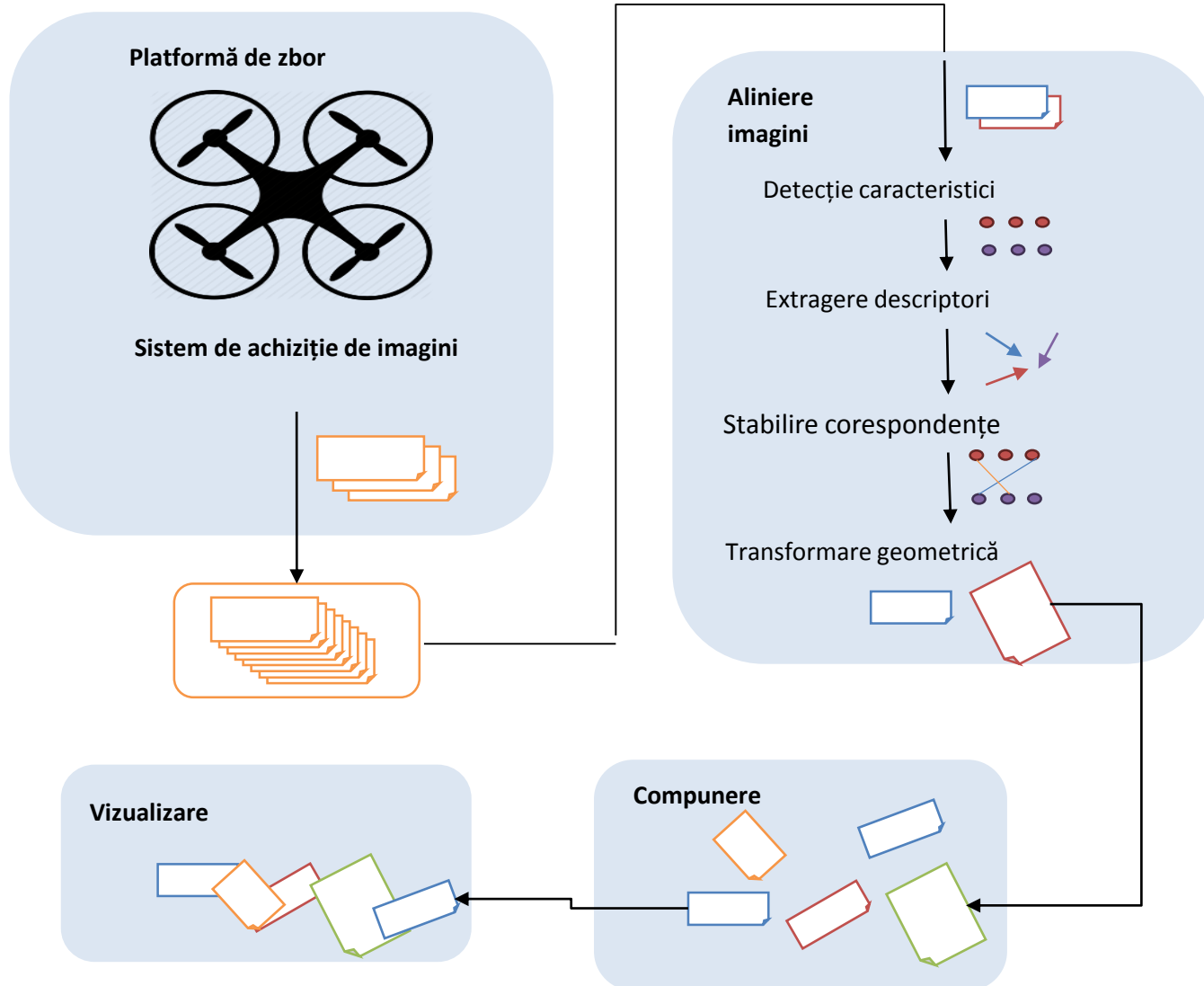
- puncte de interes și descriptori („features”)
- descriptori invarianți la rotație/scalare și diferențe de imagine (lumină, blur)
- transformări geometrice complexe

Metode bazate pe analiza pixelilor

- folosește metrici de eroare pentru compararea pixelilor din imagini
- e necesar procent mare de suprapunere între imagini
- nu suportă transformări geometrice complexe



Arhitectura aplicației





Implementare (1)

Platformă de zbor

- dronă personalizată (quadcopter)
 - software și hardware open-source
 - comandă bluetooth/radiocomandă
 - Autopilot
 - navigație GPS
 - telemetrie
- diferențe de înălțime (transformare de scalare),
traseu 2D (transformare de translație + rotație)
- sistem de achiziție: smartphone cu cameră
(lentilă variabilă/fixă) – diferențe lumină, blur



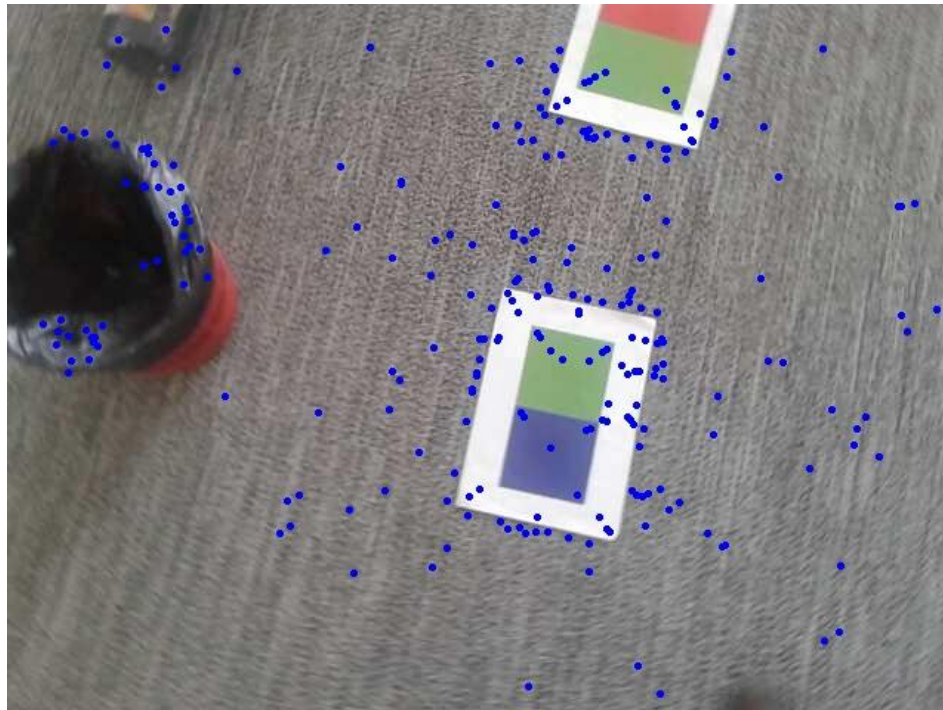
Aliniere imagini

- Speeded up robust features (**SURF**) (detectie de puncte și descriptori) - OpenCV
- **stabilire corespondențe** – brute force și Fast Library for Approximate Nearest Neighbors (FLANN) în OpenCV
- **calcul transformări geometrice** - least-squares, RANSAC în OpenCV
- **compunere imagini** (aplicare transformări pe imagini) - Python Imaging Library (PIL)



Detecție caracteristici

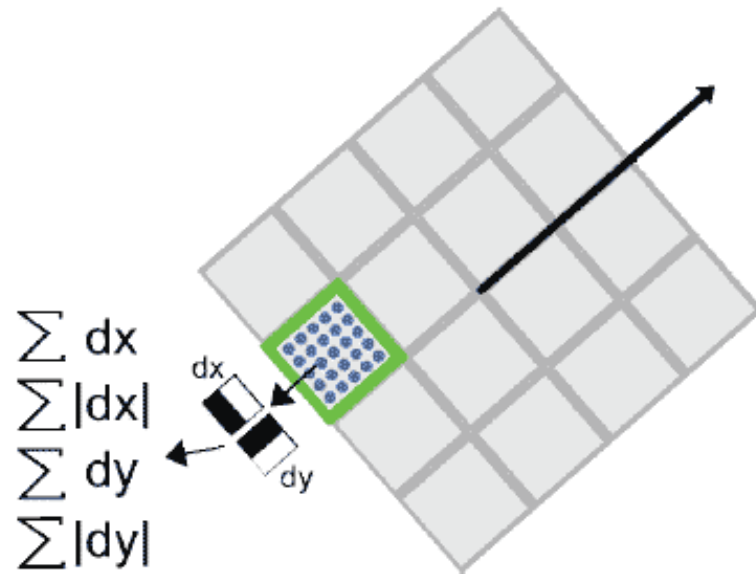
- Speeded Up Robust Features (SURF)
- invariant la rotație, scalare
- rezistent la diferențe de lumină, blur





Extragere descriptori

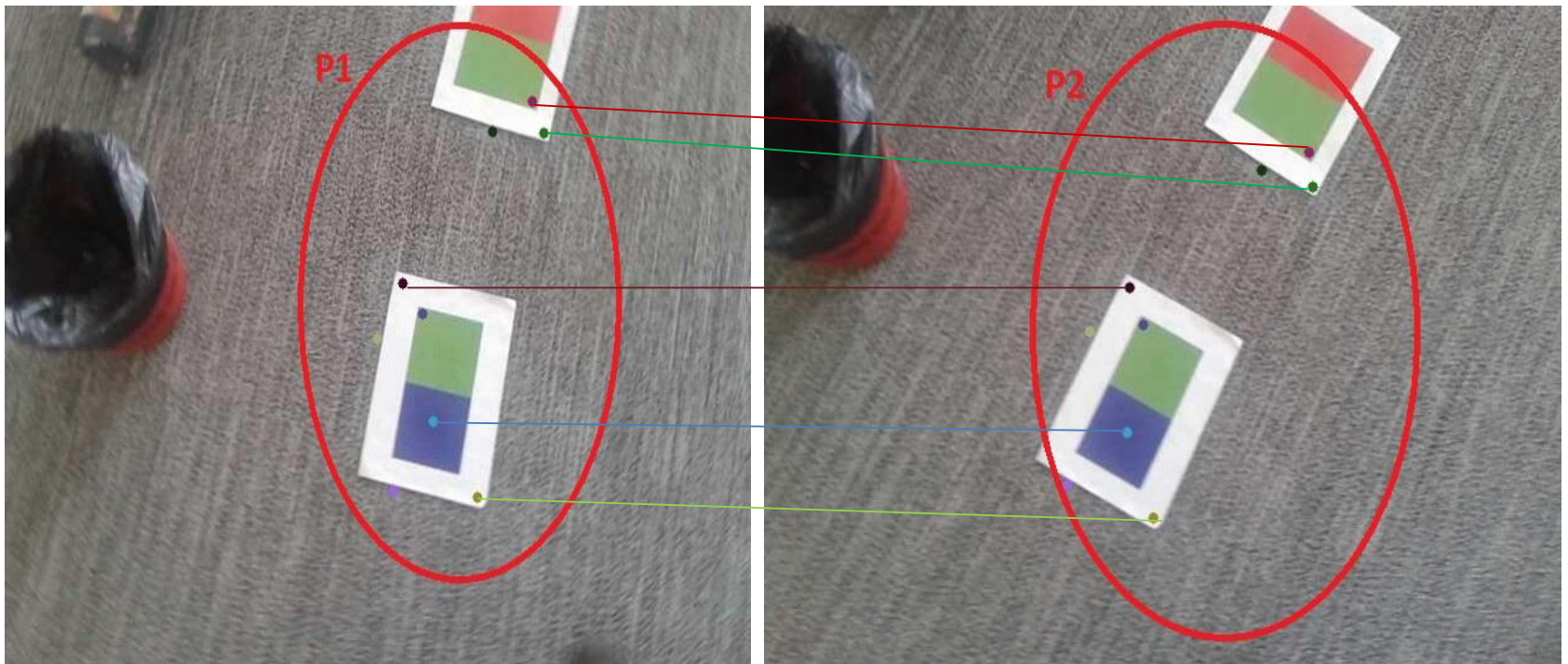
- descriptori SURF
- orientare dominantă a punctului de interes
- fereastră aliniată după orientarea punctului
- spațiu de vectori





Stabilirea corespondențelor

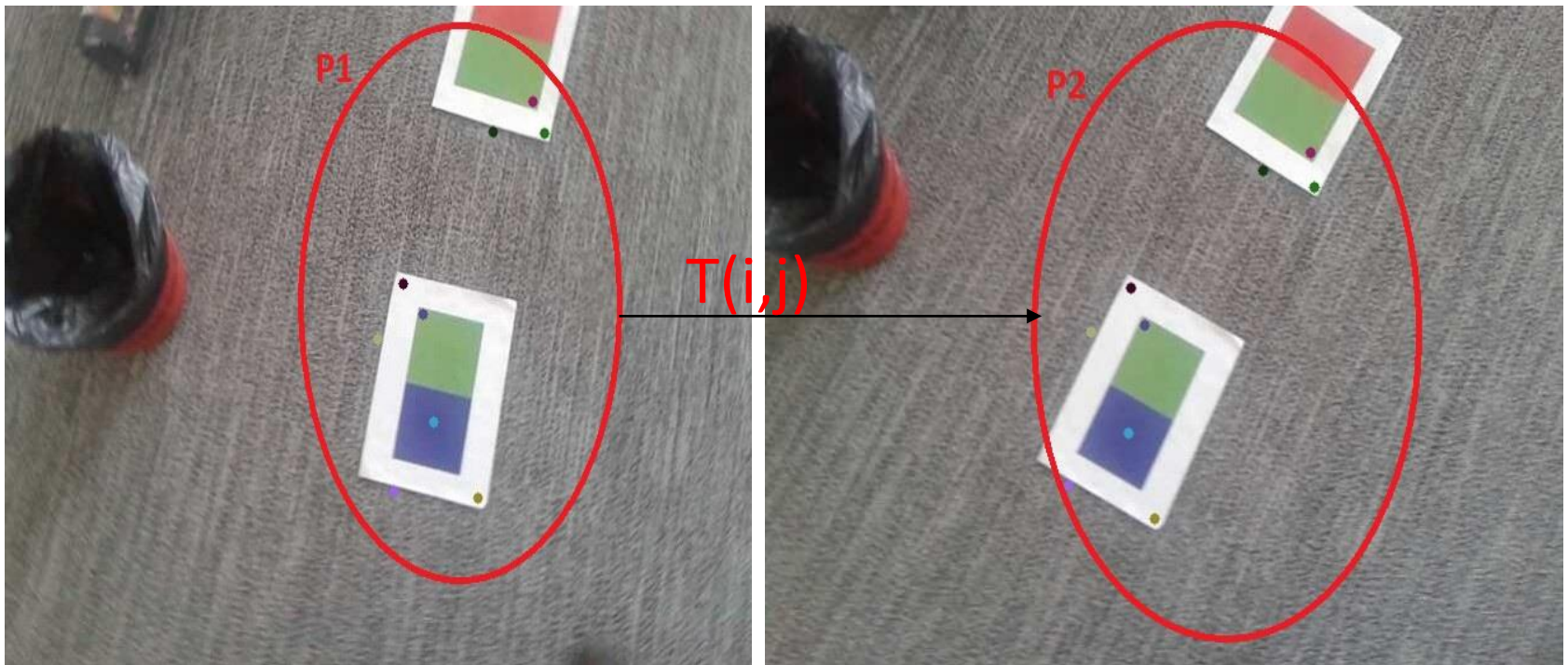
- calcularea distanțelor dintre vectori
- cel mai apropiat vecin (FLANN / brute-force)
- perechi de puncte ($P1_i, P2_j$) astfel încât distanța dintre descriptorii asociați să fie minimă





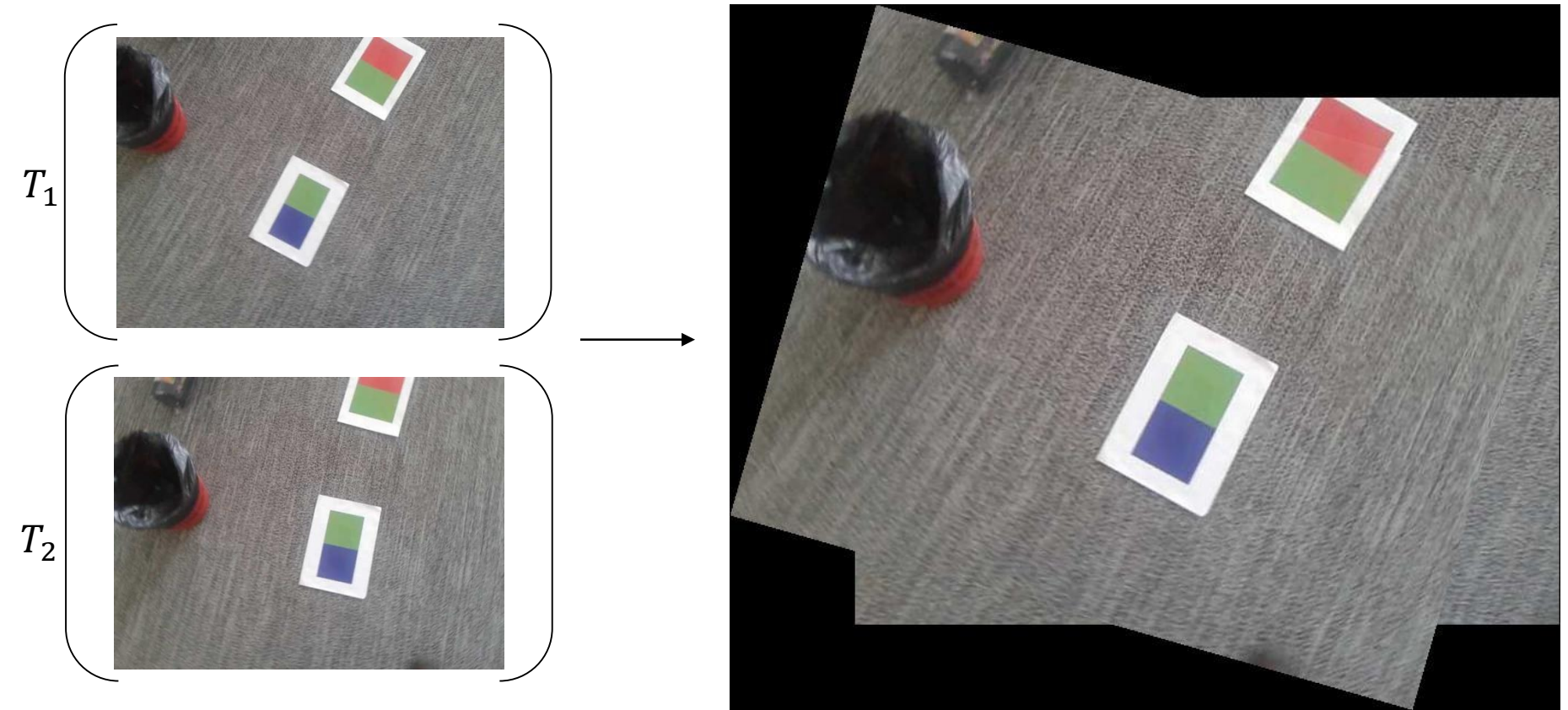
Transformare geometrică

- $T(i,j)$ între două cadre consecutive
- translație, rotație, scalare (uniformă)
- $T * P1 = P2$, calcul T = problemă least-squares
- eliminare puncte intruse (zgomot) cu Random sample consensus (RANSAC)



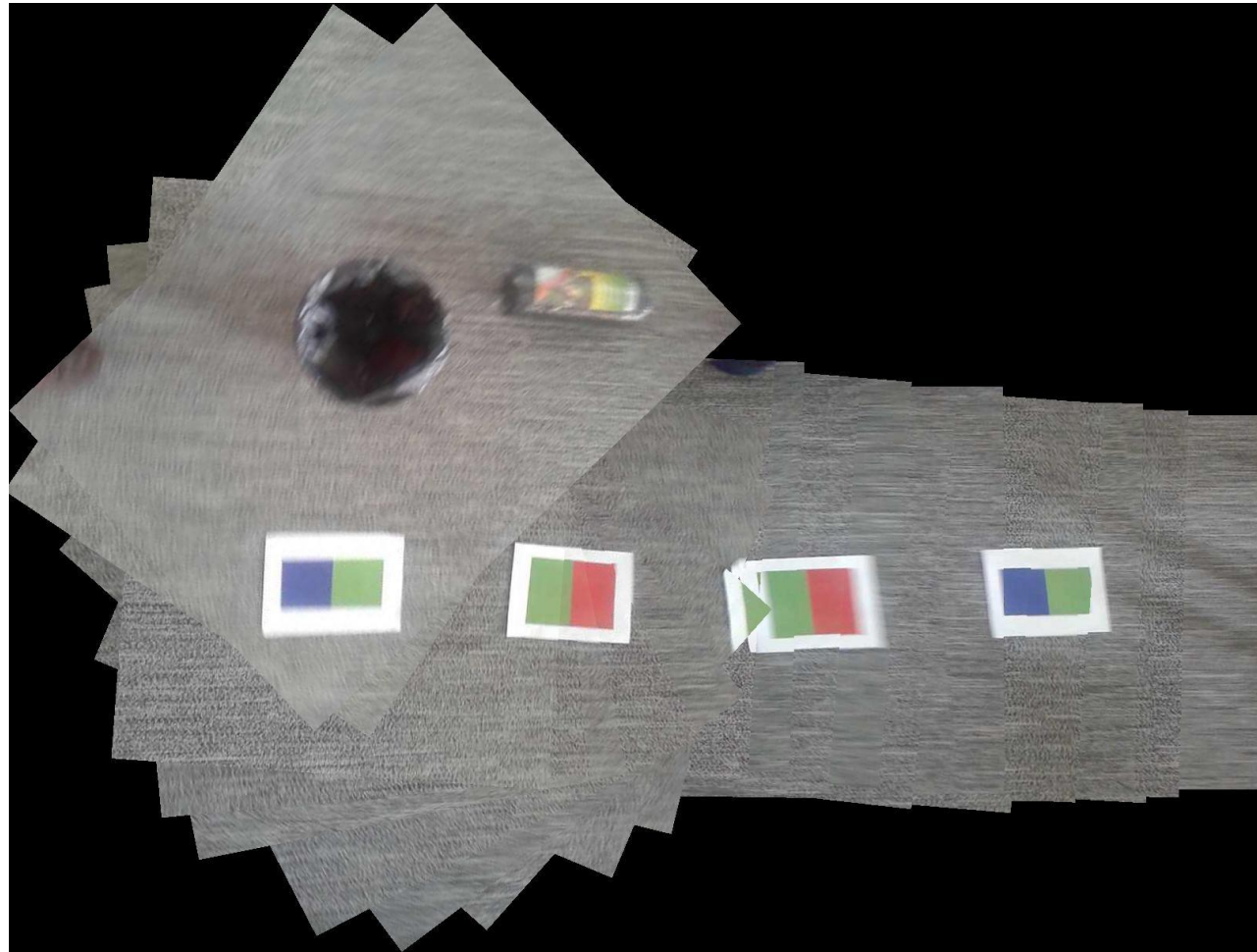
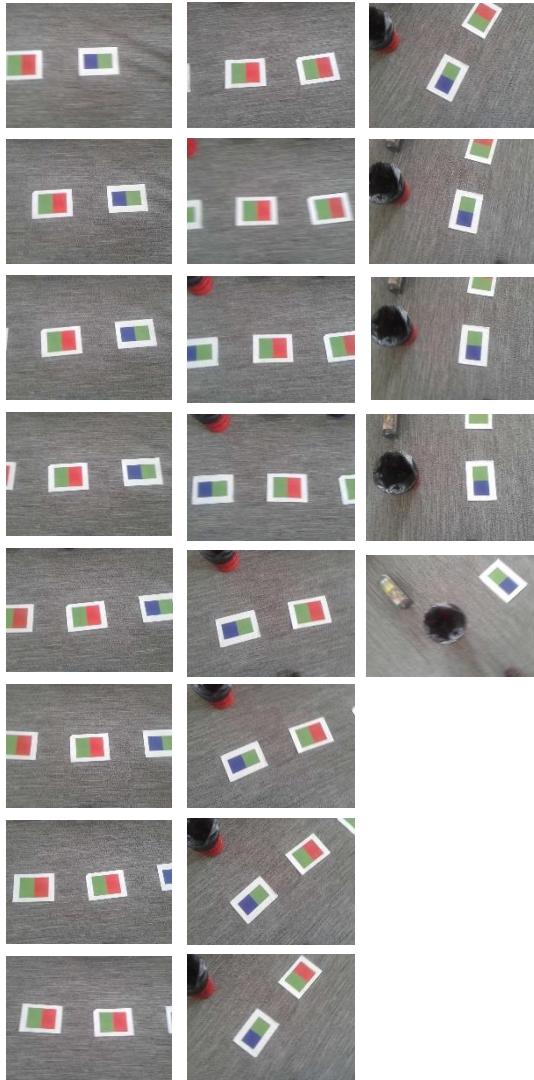


- aplicarea transformărilor geometrice pe imagini





Compunere





Braț robotic

- traseu fixat
- viteză, înălțime și condiții de lumină variabile
- teste repetabile și măsurabile

Simulare traseu Google Earth

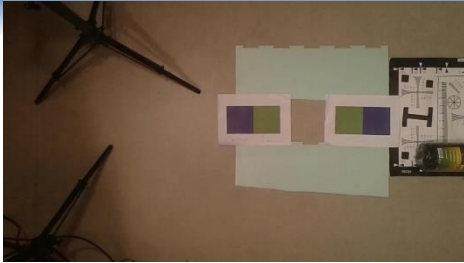
- măsurarea exactă a erorii de aliniere
- simulare diferențe de lumină, blur

Dronă

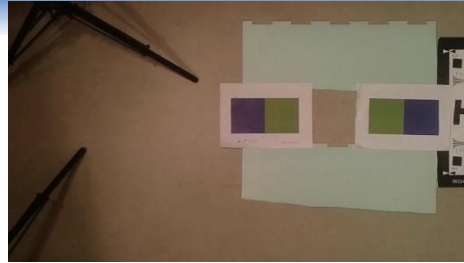
- zbor telecomandat deasupra unui teren



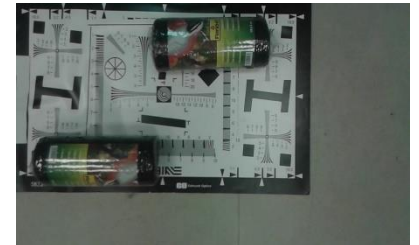
Diferențe de înălțime



h=180cm



h=130cm

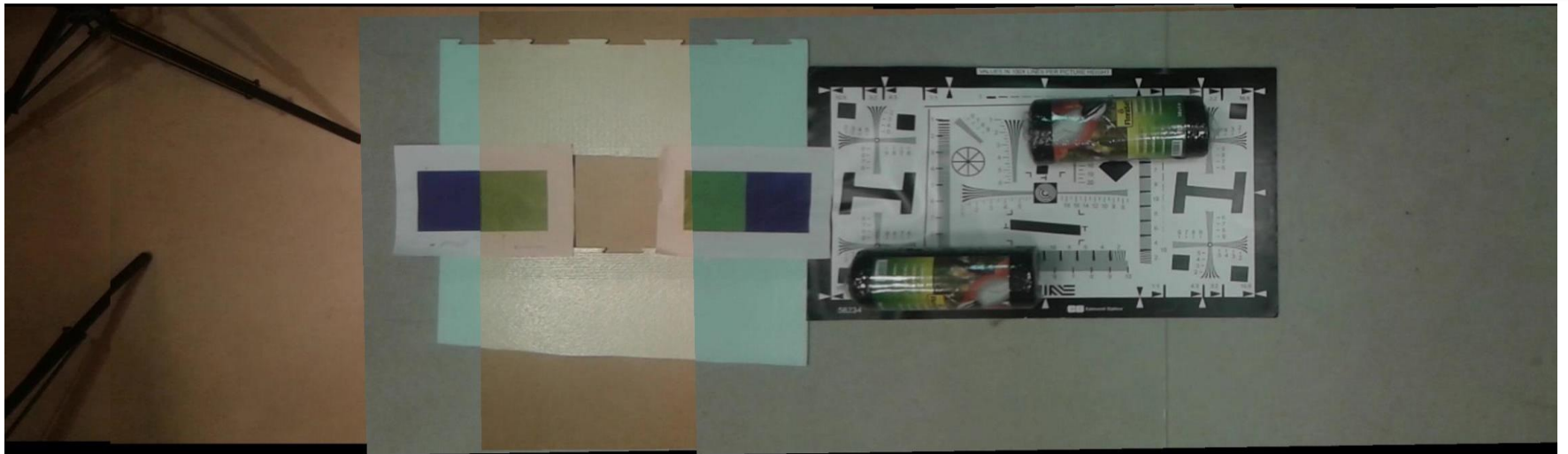
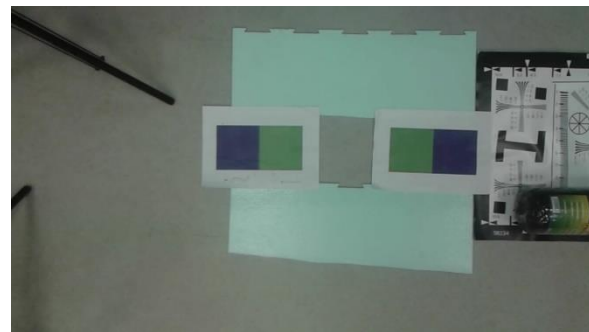
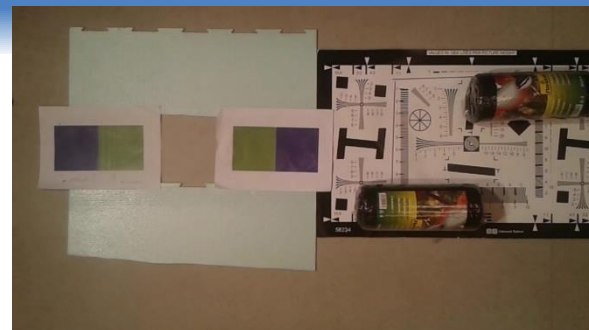
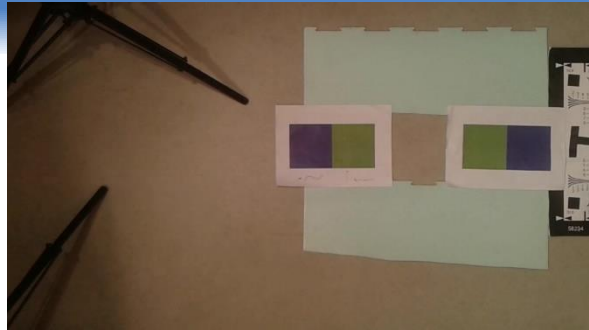


h=90cm



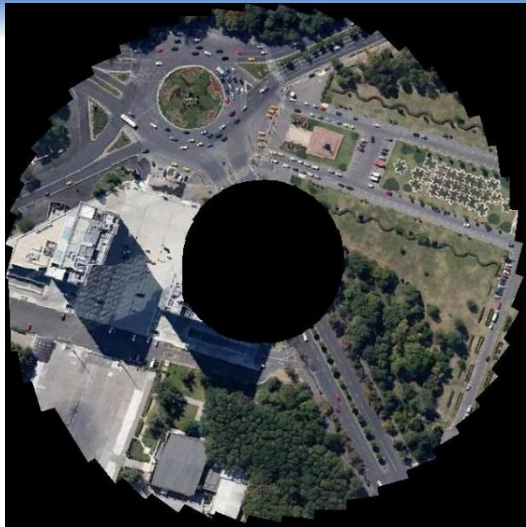


Diferențe de lumină

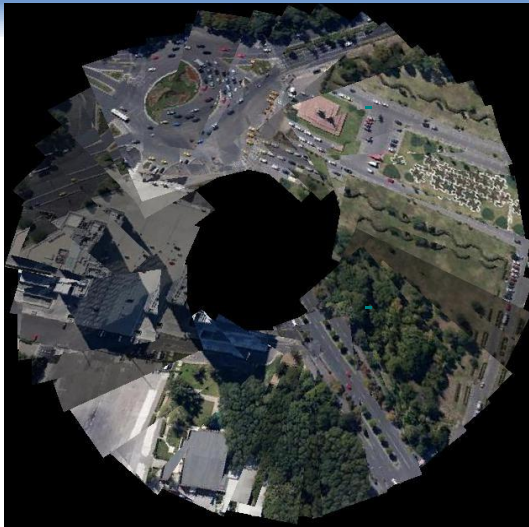




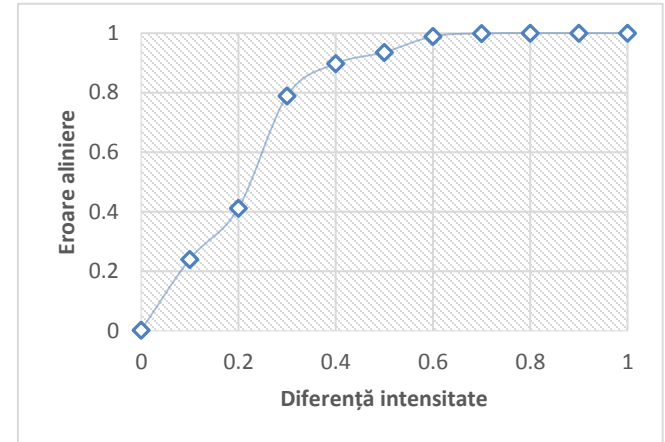
Diferențe de lumină



d=0



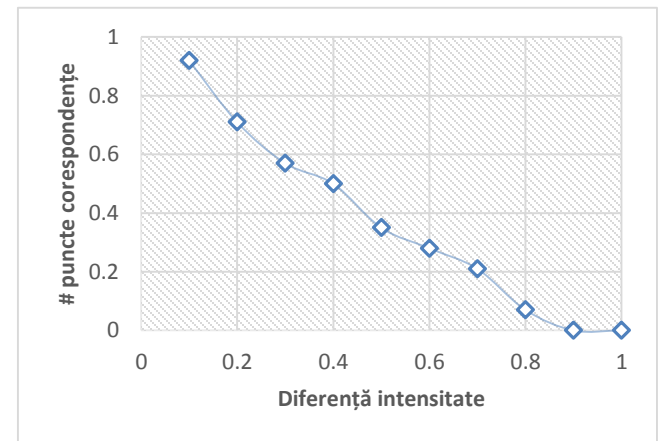
d=0.5



$$E = \sum_i d(c_i, p_i)$$

C_i - centru imagine i din alinierea de referință

p_i - centru imagine i din alinierea cu diferențe



12pct

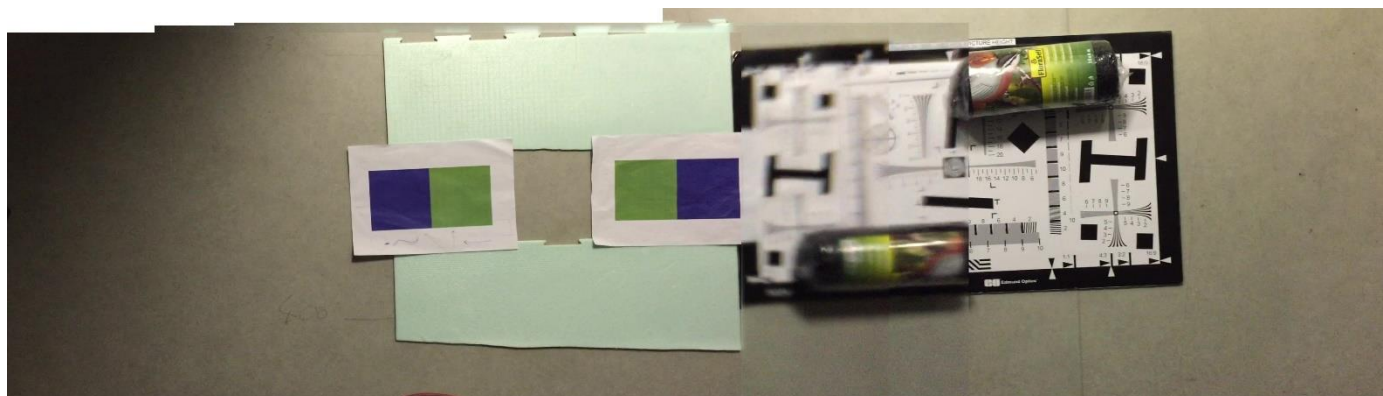
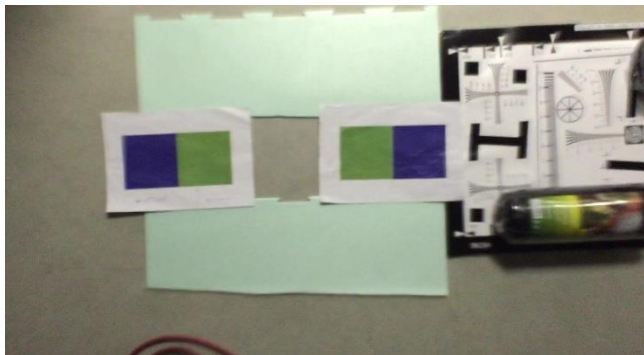
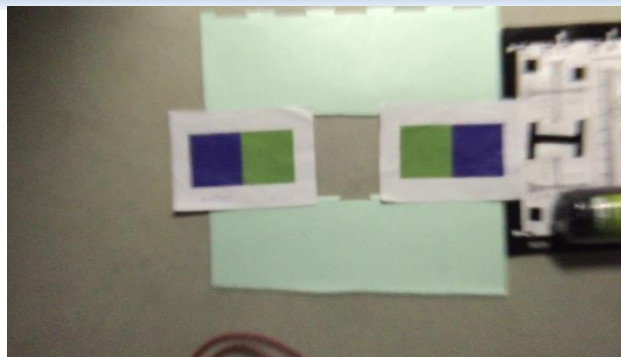
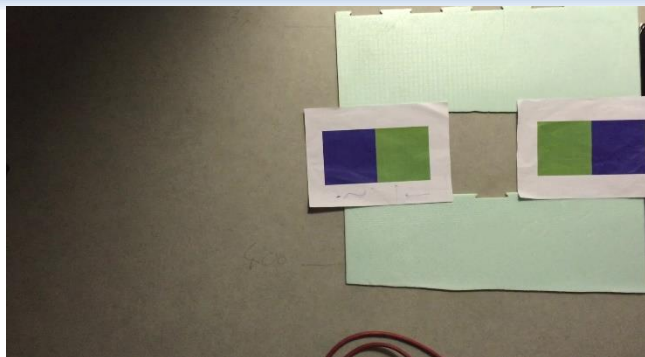
10pct

6pct



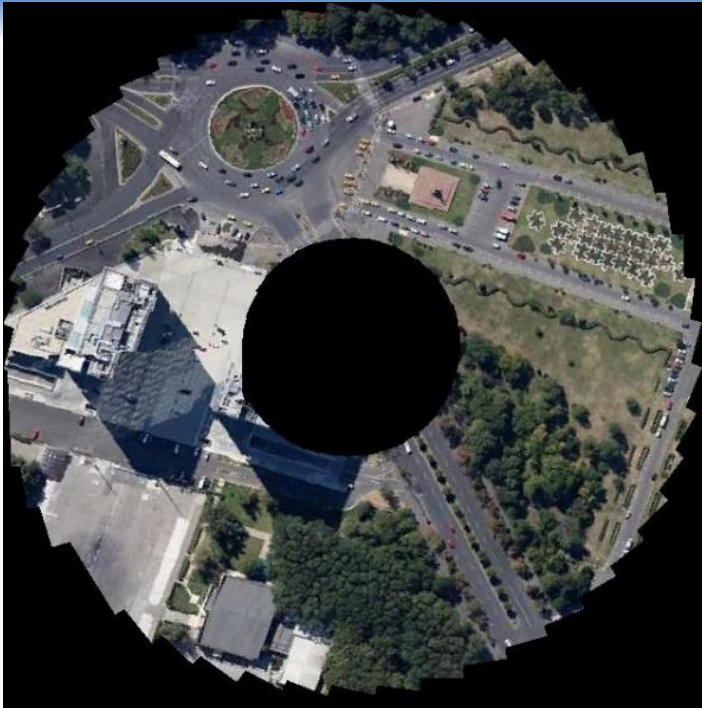


Diferențe de blur

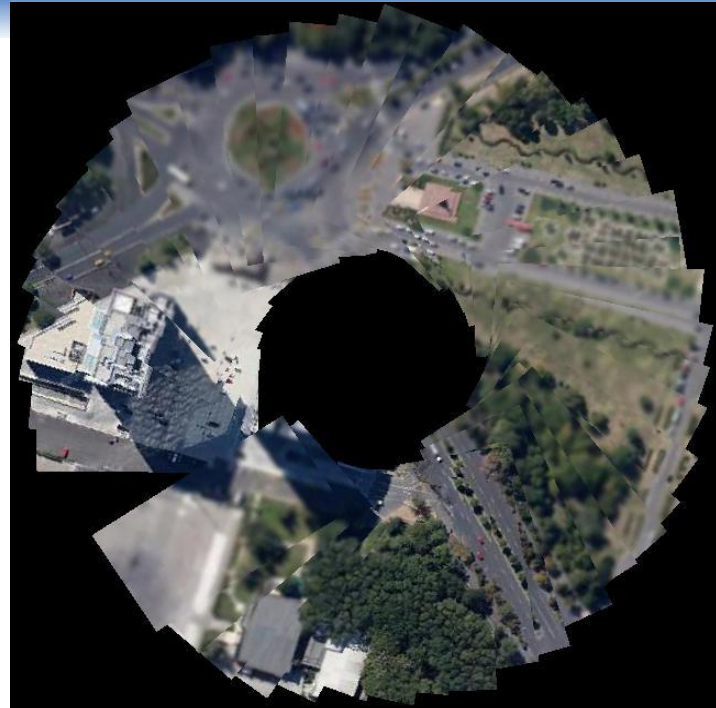




Diferențe de blur

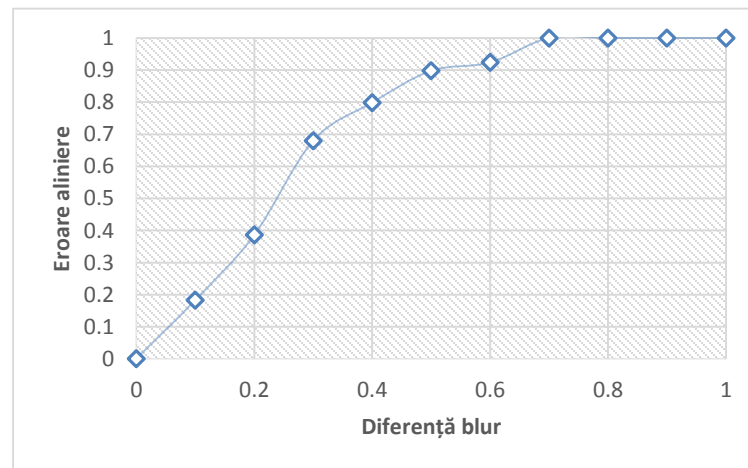


d=0



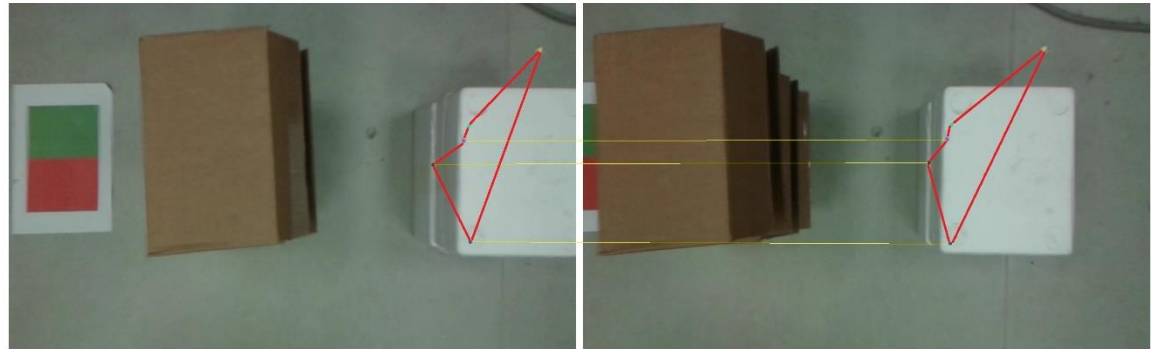
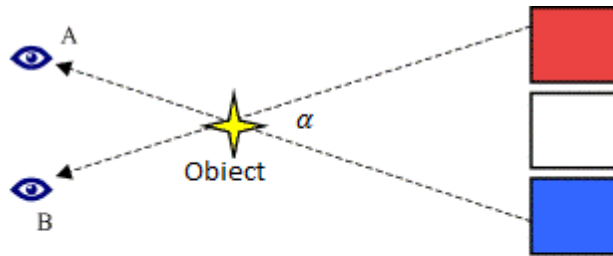
d=0.6

$$E = \sum_i d(c_i, p_i)$$



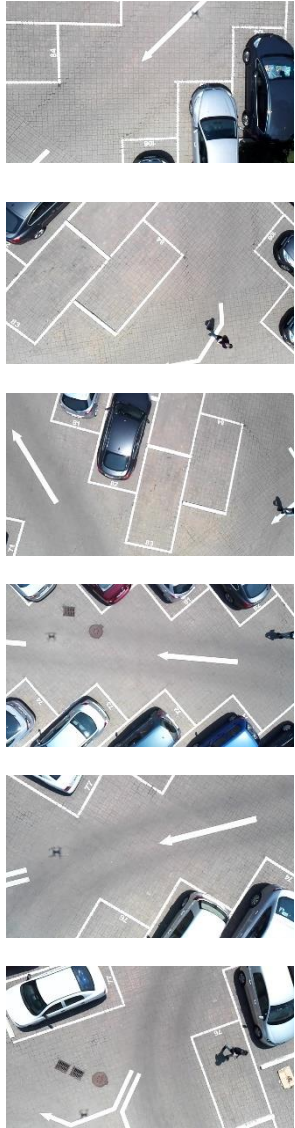


Eroare de paralaxă





Achiziție imagini cu drona





- dezvoltare dronă cu sistem de achiziție de imagini
- studiu metode „pixel-based” și „feature-based”
- aliniere imagini cu metode „feature-based” (SURF, translație + rotație + scalare)
- implementare folosind OpenCV și Python Imaging Library
- testare și evaluare cu braț robotic, simulare traseu Google Earth, zbor cu drona



Dezvoltări ulterioare

- Preprocesare imagini – detectia și eliminarea perturbațiilor din imagini
- Hartă 3D - determinarea înălțimilor suprafeței pe baza disparității punctelor de interes
- Image Blending - reducerea diferențelor imaginilor la îmbinarea acestora



- aliniere imagini
- metode „pixel-based”, „feature-based”
- SURF
- FLANN
- dronă
- braț robotic
- translație/rotație/scalare