



Mozgásvizsgálat fényképekből

Siki Zoltán

Takács Bence

BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék

Vázlat



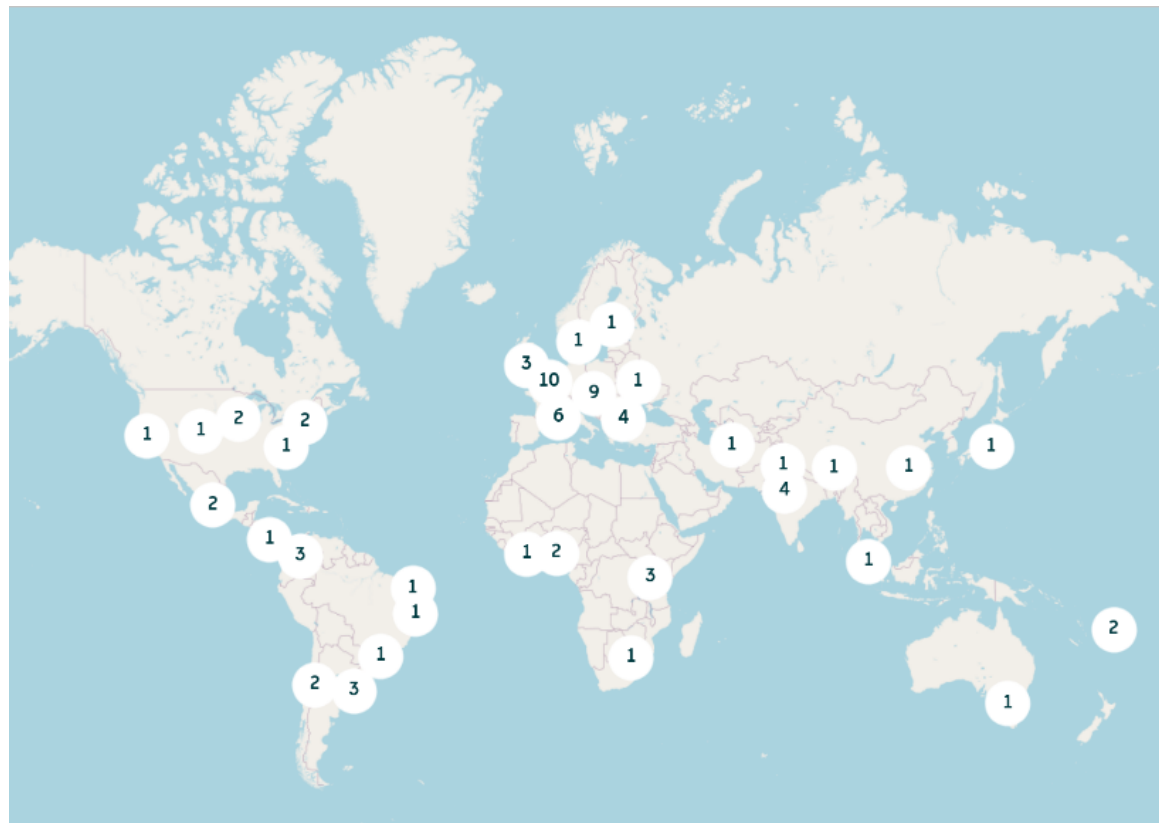
- Bevezetés, háttér
- Technikai háttér
- Alkalmazási tapasztalatok
- Fejlesztési perspektívák



OSGeoLabBp és Ulyxes



Geo4All nemzetközi hálózat



OSGeoLabBp és Ulyxes



Geo4All nemzetközi hálózat
Oktató anyagok

**OSGeo Budapest**
Open Source Geospatial Foundation

Kezdőlap Rólunk Képzések Oktatási anyagok Kutatás Együttműködés Kapcsolat Galéria

Üdvözljük a BME OSGeo Labor oldalán

Minőségi térinformatikai képzések kizárólag nyílt forráskódú szoftverekkel

A BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszéke 2014-ben csatlakozott az [OSGeo](#) (Open Source Geospatial Foundation), az [ICA](#) (International Cartographic Association) és az [ISPRS](#) (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) "Geo For All" kezdeményezéséhez, mely a nyílt forráskódú térinformatikai szoftverek oktatására és kutatására szakosodott világhálózat. Ennek keretében a nappali és a szakirányú szakmai továbbképzésben részt vevő diákok oktatása mellett rövid tanfolyamokat hirdetünk az érdeklődők számára.

Aktualitások:

- A [Find-GCP](#) új projektünk elérhető a GitHub-on 2019.11.10.
- Digitális homokozónk az EDUCATIO kiállításon 2019.01.10. ([videó](#))
- Az [OGRS \(Open Source Geospatial Research and Education Symposium\) 2018](#) rendezvényen laborunk egy előadással szerepelt, Ulyxes: an open source project for automation in engineering surveying címmel.
- Új modultadtunk a hivatalos QGIS modul tárházhoz [Label2Attr](#) névvel
A modul fejlesztését Budaörs önkormányzata támogatta

Linkek

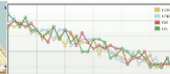
- [Laborunk GitHub oldala](#)
- [Siki Zoltán GitHub oldala](#)
- [Foszforgézu \(FOSS4G-HU\)](#)
- [Magyar oktatóanyagok](#)
- [BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék](#)
- [OSGeo](#)
- [Geo for All](#)



OSGeoLabBp és Ulyxes



Geo4All nemzetközi hálózat
Oktató anyagok
Ulyxes rendszer



1326 (1742)	
2012-07-11	04 04
2012-07-12	03 06
2012-07-13	04 09
2012-07-14	05 08
2012-07-15	01 02
2012-07-16	02 01



Letöltés

- [GitHub](#)
- [Szerver](#)

Dokumentáció

- [PyAPI dokumentáció](#)
- [TclAPI dokumentáció](#)
- [Telepítési útmutató](#)
- [Kecskeméti Máté MSc diploma](#)
- [Bánhidi Dávid BSc diploma](#)
- [Moka Dániel BSc diploma](#)
- [Moka Dániel TDK](#)
- [Király Tamás MSc diploma](#)
- [Zemkó Szonja BSc diploma](#)

Demok

- [OpenLayers és OSM](#)
- [Google Maps API 3](#)

Ulyxes

Az Ulyxes egy nyílt forráskódú projekt a robot mérőállomások és egyéb helymeghatározó szenzorok vezérlésére valamint a mérési eredmények internetes térkép alapú publikálására. (GPL 2)

A projekt célja

egy keretrendszer létrehozása a robot mérőállomások számítógépről történő vezérléséhez és az adatok internetes publikálásához
nem egy bárki által közvetlenül használható alkalmazás, hanem egy keretrendszer létrehozását céloztuk meg a fejlesztés során számos további nyílt forráskódú projektet használtunk fel

Hírek

Javított képfeldolgozás minta kereséssel és ArUco kódokkal 2020.09.23.

Új Bluetooth interfész a szenzor kommunikációhoz 2019.10.01.

Qt4 könyvtár függőség megszüntetése az XML fájlok létrehozása és olvasása során, xml.etree használata helyette 2019.08.04.

Prezentáció az OGRS (Open Source Geospatial Research & Education Symposium) 2018 szimpóziumon Luganóban és egy [cikk](#).

Hamis prizma észlelése robotplus-ban 2017.10.09.

Output osztályok bővítése SQLiteWriter objektummal 2017.09.04.

robotplus első iparialkalmazása 2017.09.01.

Raspberry Pi kamera (PiCamUnit) integrálása a rendszerbe 2016.02.09.

Új alkalmazások monitoring feladatok végrehajtásához, robot.py és robotplus.py 2016.01.30. [videó](#)

Meteorológiai adatok letöltése a webmet (virtuális) szenzorral. 2015.12.15.

Az első 9 szabadságfokú szenzort illesztettük a rendszerbe (FLORA Adafruit LSM9DS0) a Raspberry Pi i2c interfészén keresztül. A gyorsulásmérő lépésszámlálásra, a magnetométer a gíroszkóp pedig irány meghatározásra használható (belső navigáció). 2015.05.22.

Fejlesztők

Siki Zoltán
Takács Bence
Zemkó Szonja
Moka Dániel
Király Tamás
Zubály Viktória
Jankó József
Bánhidi Dávid
Turák Bence
Kecskeméti Máté
Hrutka Bence

Tesztelt szenzorok

- Leica TCA1800
- Leica TCPR1201+
- Leica TCRA1103
- Leica DNA03
- Trimble 5503DR
- Garmin GPS18
- Leica GPS 500
- TopCon HiperPro II
- USB Web kamera
- Adafruit BMP180
- Adafruit LSM9DS0
- RasPi kamera
- RasPi SenseHat

Felhasznált nyílt forráskódú projektek

- [Python](#)
- [PySerial](#)
- [OpenCV](#)
- [PHP](#)

English

OSGeoLabBp és Ulyxes



Geo4All nemzetközi hálózat
Oktató anyagok
Ulyxes rendszer

Három az egyben

Oktatás

Ipari alkalmazások

Kutatás-fejlesztés





[1336] [743]	
2012-07-11	04 04
2012-07-12	03 04
2012-07-13	04 09
2012-07-14	05 05
2012-07-15	02 02
2012-07-16	02 01

Letöltés

- GitHub
- Szerver

Dokumentáció

- PyAPI dokumentáció
- TciAPI dokumentáció
- Telepítési útmutató
- Kecskeméti Máté MSc diploma
- Bánhidi Dávid BSc diploma
- Moka Dániel BSc diploma
- Moka Dániel TDK
- Király Tamás MSc diploma
- Zemkó Szonja BSc diploma

Demok

- OpenLayers és OSM
- Google Maps API 3

Ulyxes

Az Ulyxes egy nyílt forráskódú projekt a robot mérőállomások és egyéb helymeghatározó szenzorok vezérlésére valamint a mérési eredmények internetes térkép alapú publikálására. (GPL 2)

A projekt célja

egy keretrendszer létrehozása a robot mérőállomások számítógépről történő vezérléséhez és az adatok internetes publikálásához nem egy bárki által közvetlenül használható alkalmazás, hanem egy keretrendszer létrehozását céloztuk meg a fejlesztés során számos további nyílt forráskódú projektet használtunk fel

Hírek

Javított képfeldolgozás minta kereséssel és ArUco kódokkal 2020.09.23.

Új Bluetooth interfész a szenzor kommunikációhoz 2019.10.01.

Qt4 könyvtár függőség megszüntetése az XML fájlok létrehozása és olvasása során, xml.etree használata helyette 2019.08.04.

Prezentáció az OGRS (Open Source Geospatial Research & Education Symposium) 2018 szimpóziumon Luganóban és egy cikk.

Hamis prizma észlelése robotplus-ban 2017.10.09.

Output osztályok bővítése SQLiteWriter objektummal 2017.09.04.

robotplus első iparialkalmazása 2017.09.01.

Raspberry Pi kamera (PiCamUnit) integrálása a rendszerbe 2016.02.09.

Új alkalmazások monitoring feladatok végrehajtásához, robot.py és robotplus.py 2016.01.30. [videó](#)

Meteorológiai adatok letöltése a webmet (virtuális) szenzorral. 2015.12.15.

Az első 9 szabadságfokú szenzort illesztettük a rendszerbe (FLORA Adafruit LSM9DS0) a Raspberry Pi i2c interfészén keresztül. A gyorsulásmérő lépésszámlálásra, a magnetométer a gíroszkóp pedig irány meghatározásra használható (beltéri navigáció). 2015.05.22.

Fejlesztők

Siki Zoltán
Takács Bence
Zemkó Szonja
Moka Dániel
Király Tamás
Zubály Viktória
Jankó József
Bánhidi Dávid
Turák Bence
Kecskeméti Máté
Hrutka Bence

Tesztelt szenzorok

- Leica TCA1800
- Leica TCRP1201+
- Leica TCRA1103
- Leica DNA03
- Trimble 5503DR
- Garmin GPS18
- Leica GPS 500
- TopCon HiperPro II
- USB Web kamera
- Adafruit BMP180
- Adafruit LSM9DS0
- RasPi kamera
- RasPi SenseHat

Felhasznált nyílt forráskódú projektek

- Python
- PySerial
- OpenCV
- PHP



Alapelvek

Mozdulatlan fényképezőgéppel
készítünk felvételeket, videót a
mozgó tárgyról

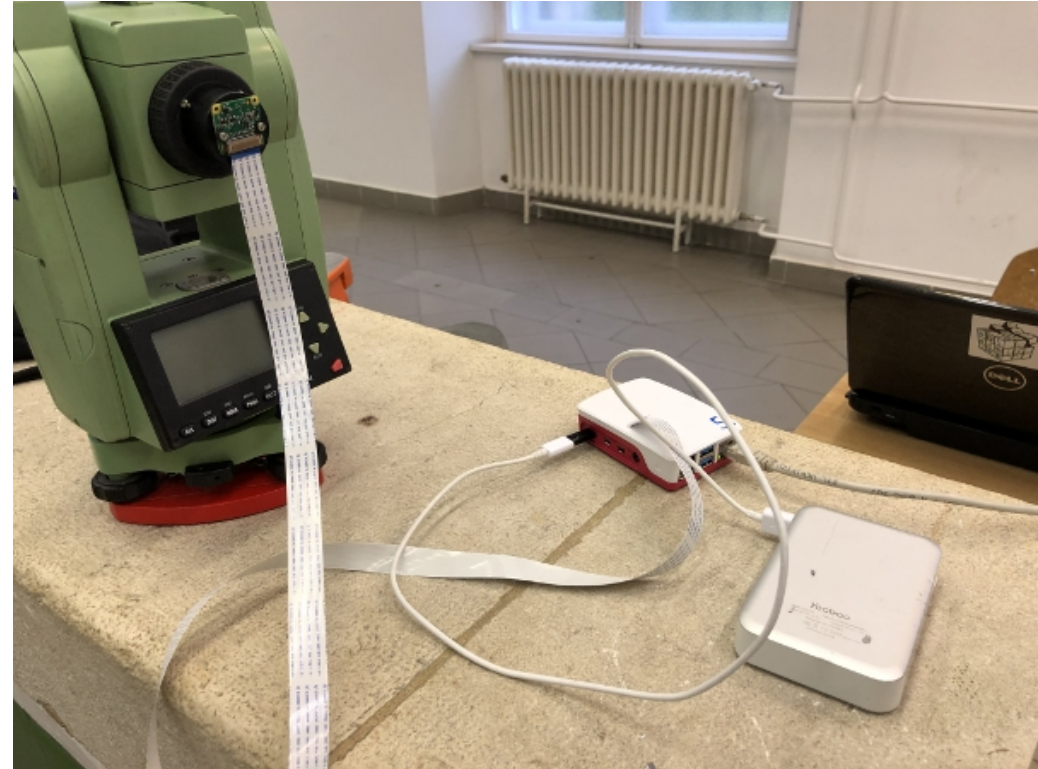
A képek felbontását geodéziai távcső
közbeiktatásával növelhetjük

Megoldások

Sablon keresés (template matching)

Alakfelismerés (pattern recognition)

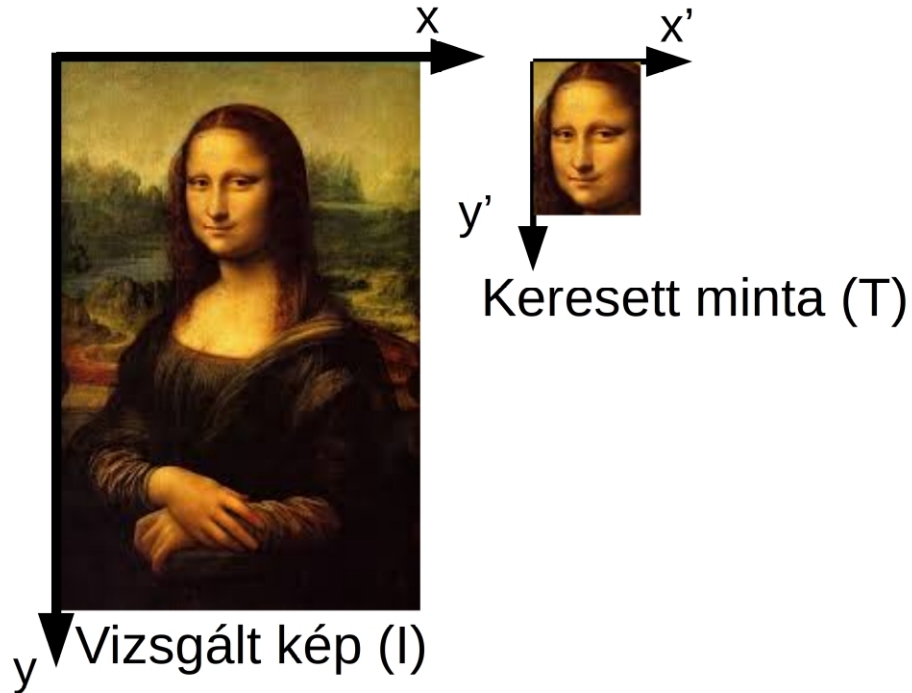
Algoritmusok a robot látás területéről
OpenCV könyvtár





Sablon keresés

Egyik képben keressük meg egy másik kép legvalószínűbb előfordulását



Statisztika (többféle lehet)

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2$$



Sablón keresés

Egyik képben keressük meg egy másik kép legvalószínűbb előfordulását



Statisztika (többféle lehet)

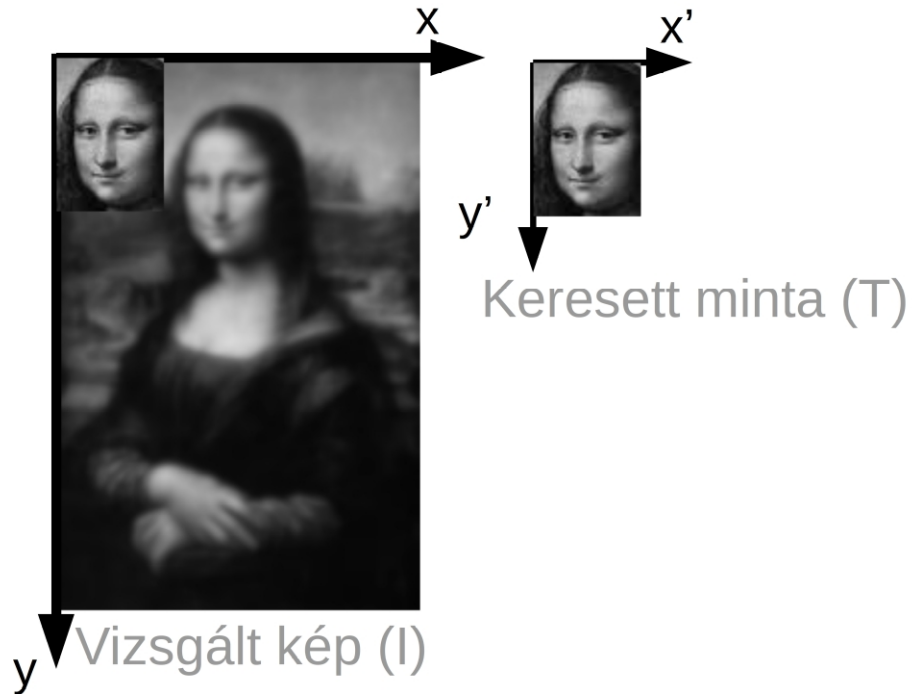
$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2$$

A hatékonyság érdekében a mintát és a képet szürke árnyalatokra alakítjuk



Sablón keresés

Egyik képben keressük meg egy másik kép legvalószínűbb előfordulását



Statisztika (többféle lehet)

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2$$

A hatékonyság érdekében a mintát és a képet szürke árnyalatokra alakítjuk

A mintát végigmozgatjuk a képen



Sablón keresés

Egyik képben keressük meg egy másik kép legvalószínűbb előfordulását



Statisztika (többféle lehet)

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2$$

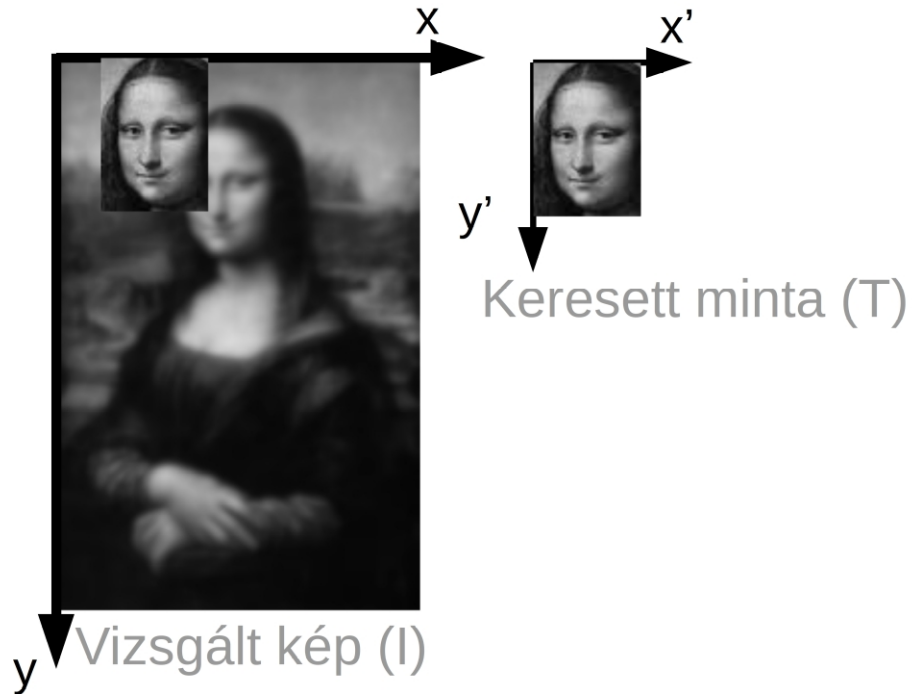
A hatékonyság érdekében a mintát és a képet szürke árnyalatokra alakítjuk

A mintát végigmozgatjuk a képen



Sablón keresés

Egyik képben keressük meg egy másik kép legvalószínűbb előfordulását



Statisztika (többféle lehet)

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2$$

A hatékonyság érdekében a mintát és a képet szürke árnyalatokra alakítjuk

A mintát végigmozgatjuk a képen



Sablón keresés

Egyik képben keressük meg egy másik kép legvalószínűbb előfordulását



Statisztika (többféle lehet)

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2$$

A hatékonyság érdekében a mintát és a képet szürke árnyalatokra alakítjuk

A mintát végigmozgatjuk a képen

Statisztika minimum vagy maximum

OpenCV



Alakfelismerés - Kódolt pontok



Kódolt egyedi minták

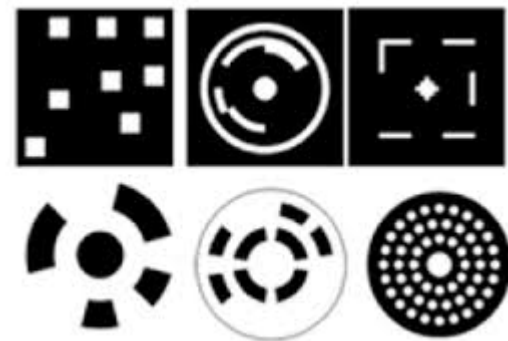
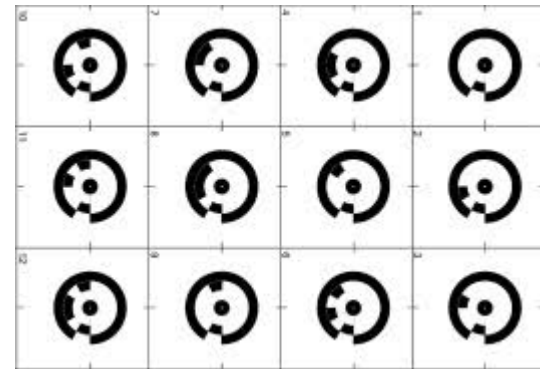
Alkalmazások

kiterjesztett valóság (AR)

fotogrammetria (FG)

beltéri navigáció (BN)

mozgásvizsgálat (MV)



A jeleket rögzítjük a tárgyon

AR – a kódolt pont helyén valami más jelenik meg a képernyőn

FG – illesztőpont automatikus felismerése a képen

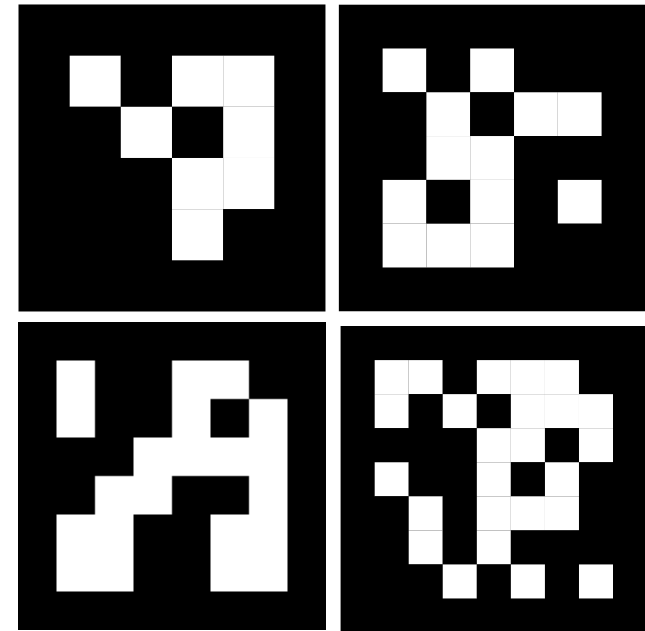
BN – a kódolt pontok koordinátái ismertek az alkalmazásban

MV – a minta elmozdulását vizsgáljuk több képen

ArUco jelek felismerése



Egy egész érték tárolása
Különböző könyvtárak (4x4, 5x5, 6x6, 7x7)



ArUco jelek felismerése



Egy egész érték tárolása
Különböző könyvtárak (4x4, 5x5, stb.)
Hatékony keresés
szürkeárnyaltos kép



ArUco jelek felismerése



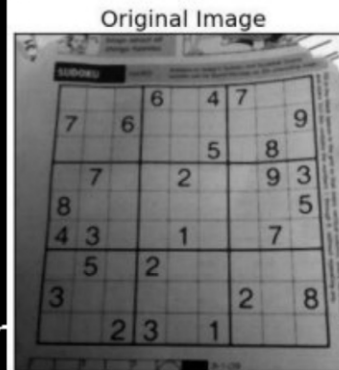
Egy egész érték tárolása
Különböző könyvtárak (4x4, 5x5, stb.)
Hatékony keresés
szürkeárnyaltos kép
adaptive küszöbérték



ArUco jelek felismerése



Egy egész érték tárolása
Különböző könyvtárak (4x4, 5x5, stb.)
Hatékony keresés
szürkeárnyaltos kép
adaptive küszöbérték

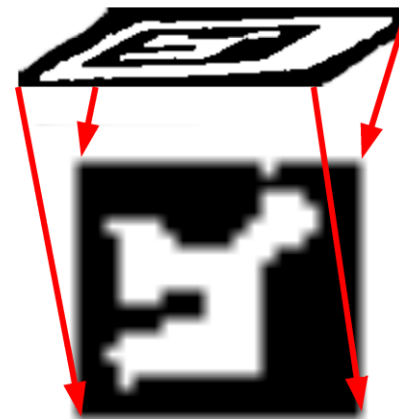


Forrás: https://docs.opencv.org/3.4/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html

ArUco jelek felismerése



Egy egész érték tárolása
Különböző könyvtárak (4x4, 5x5, stb.)
Hatékony keresés
szürkeárnyaltos kép
adaptive küszöbérték
körvonalak keresése és szűrése
perspektív torzulás kivétele



ArUco jelek felismerése



Egy egész érték tárolása

Különböző könyvtárak (4x4, 5x5, stb.)

Hatékony keresés

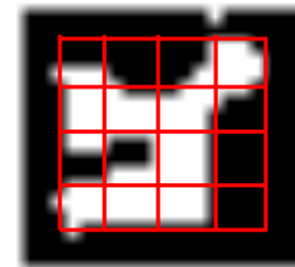
- szürkeárnyaltos kép

- adaptive küszöbérték

- körvonalak keresése és szűrése

- perspektív torzulás kivétele

- cellák kiértékelése



Eredeti jel

?	0	0	1
1	1	1	0
0	0	1	0
1	1	1	0

ArUco jelek felismerése



Egy egész érték tárolása

Különböző könyvtárak (4x4, 5x5, stb.)

Hatékony keresés

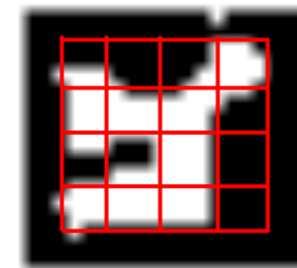
szürkeárnyaltos kép

adaptive küszöbérték

körvonalak keresése és szűrése

perspektív torzulás kivétele

cellák kiértékelése



Eredeti jel

?	0	0	1
1	1	1	0
0	0	1	0
1	1	1	0



Összehasonlítás



Sablon keresés

+

Mindig van találat
Egyszerű algoritmus
Nem kell speciális jelet feltenni

-

Hamis találat esélye nagyobb
Csak minimális elfordulás
Csak minimális méret változás

Alakfelismerés

+

Minta elfordulhat
Minta mérete megváltozhat
Írány becsülhető (3D)

-

Fényviszonyokra érzékenyebb
Speciális jelet kell elhelyezni



Hardver

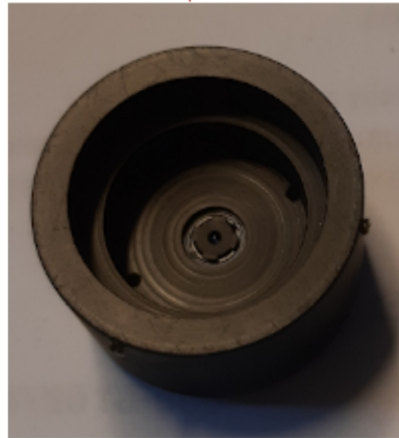
Raspberry Pi 4 Model B

Raspberry Pi Camera Modul v2 (8 Mpixel)

Leica TPS 305

Kamera adapter

Powerbank

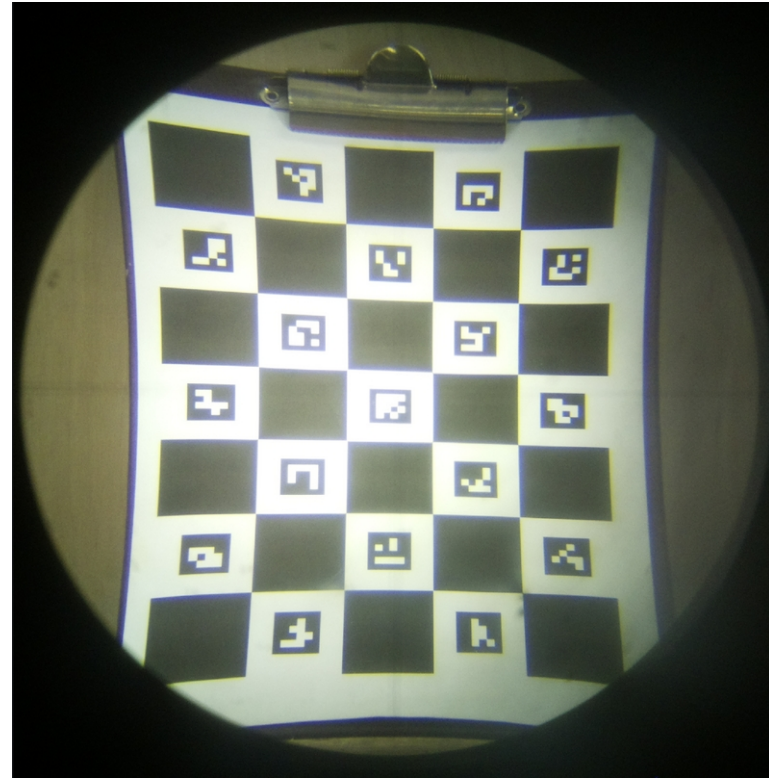
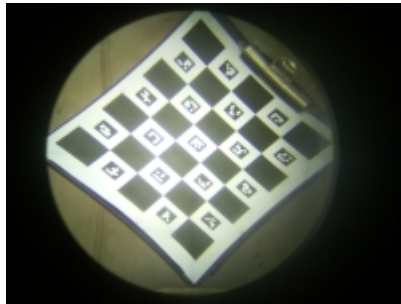
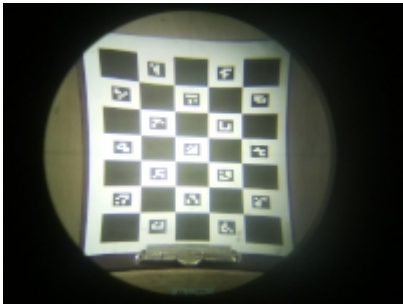
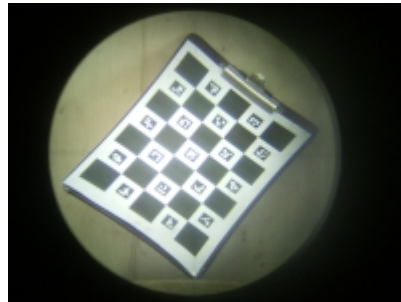
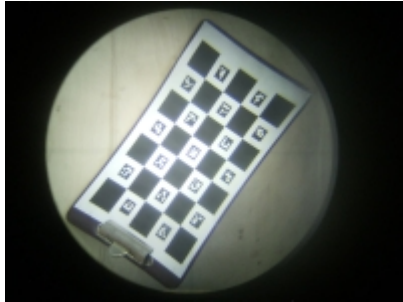


Kamera kalibráció

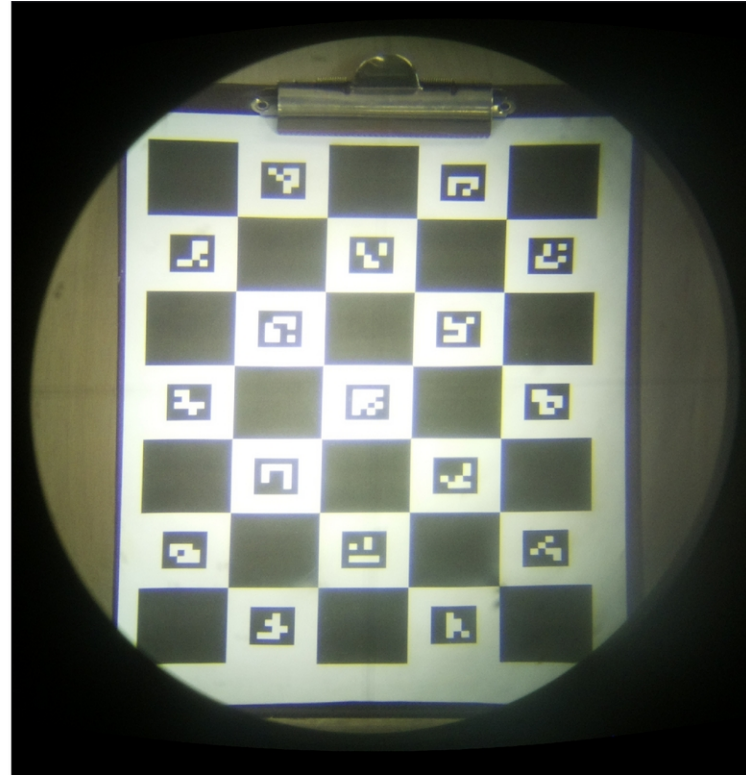
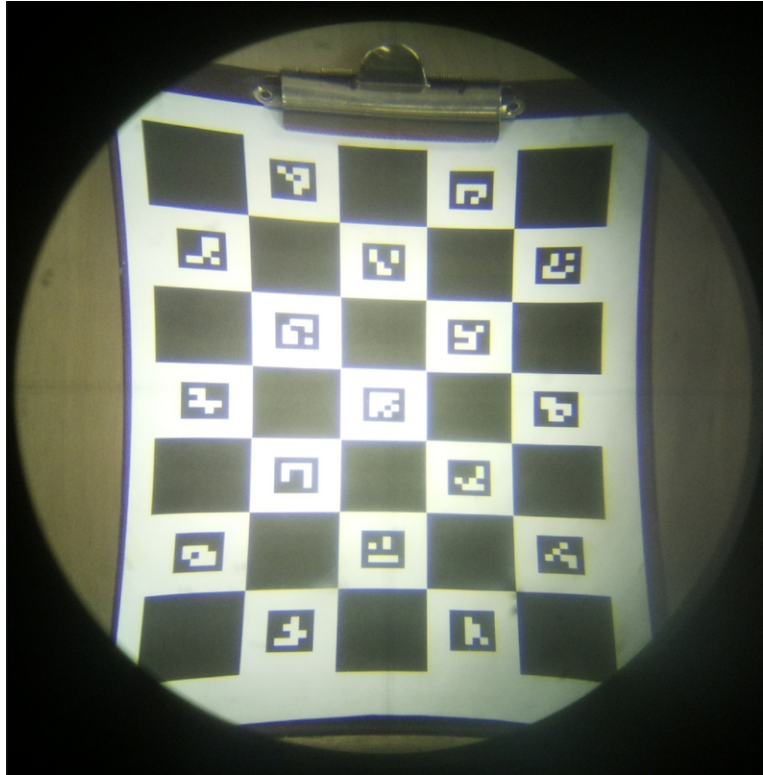


Olcsó kamerák

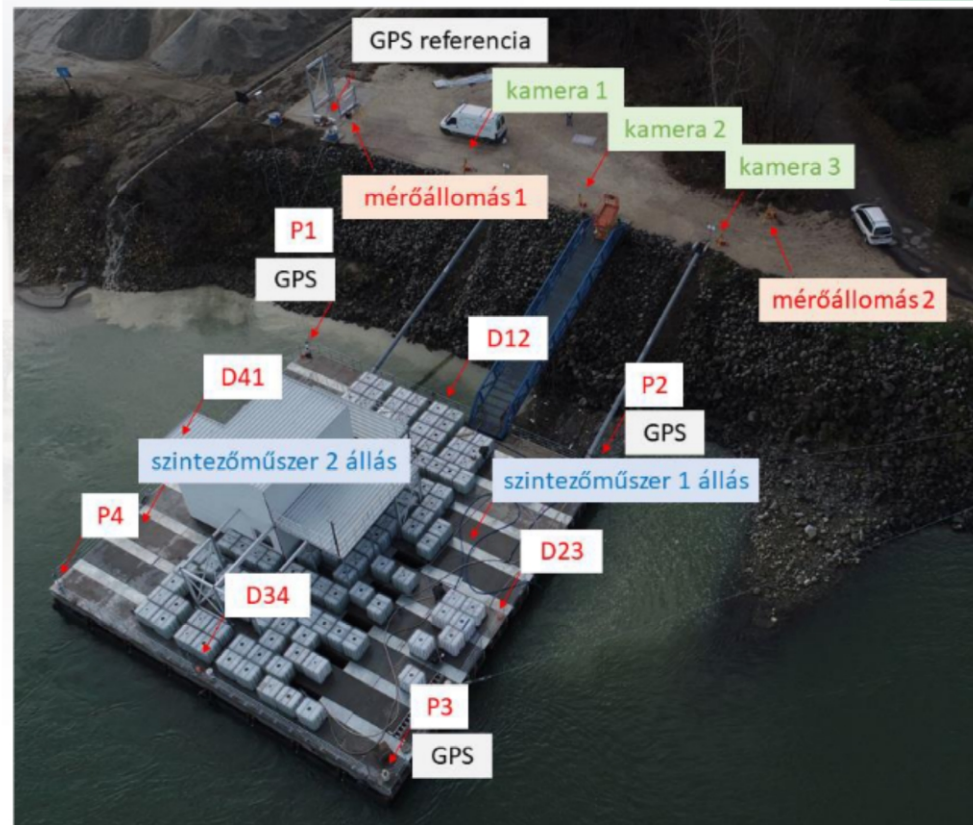
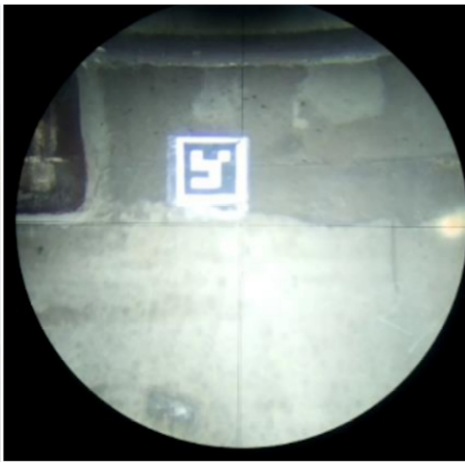
Kamera + távcső együttes hiba

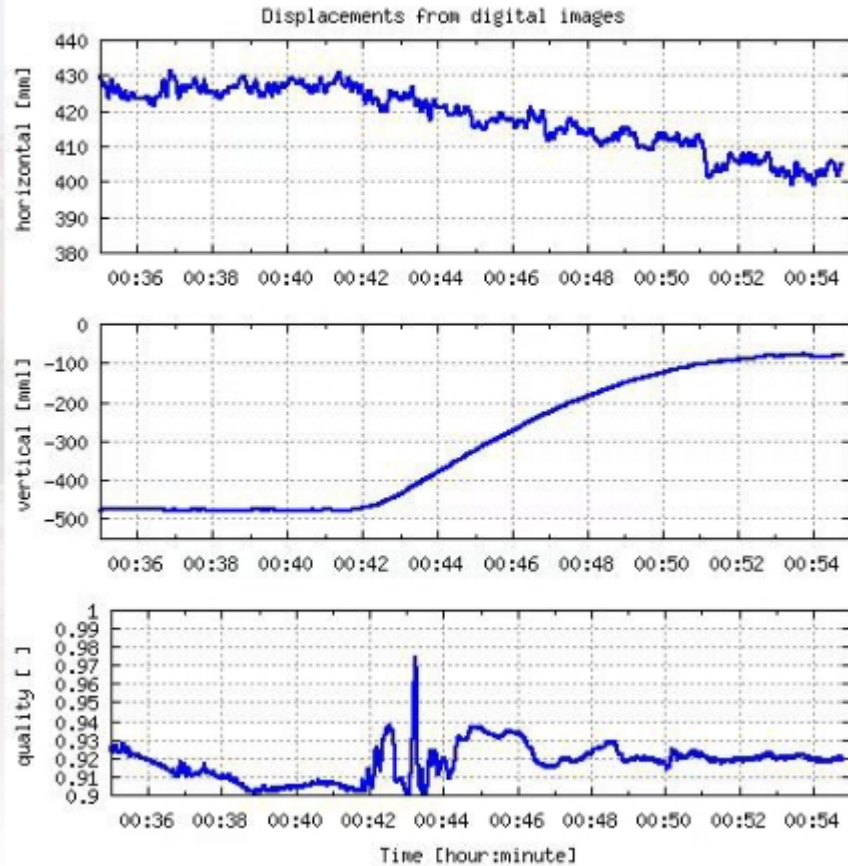


Kamera kalibráció



Alkalmazási tapasztalatok





http://www.agt.bme.hu/tbence/uszomu/5_20191207_142831_20_v2.mp4

Találati arány javítása



Konvertálás
CIE L*a*b színtérbe

Adaptive hisztogram
kiegyenlítés az L
csatornán

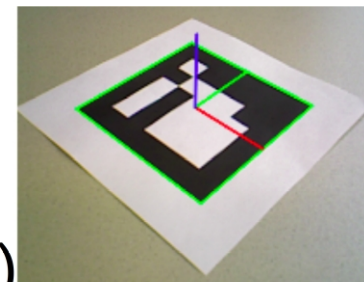


Képek száma	Találat normál	%	Találat Lchannel	%
4167	1801	43.2	3541	85.0

Fejlesztési perspektívák



- Időjárásálló kivitel
- Parallaxis állítás
- Gyorsabb videó rögzítés SD kártya → SSD
- On-line feldolgozás (10 fps – i7 laptop + SSD, Rpi 0.5 fps)
- ArUco kód tengelyirányok, térbeli elfordulás
- Hatékonyság növelés
- Illesztőpont automatizált felismerés (Find_GCP projekt)
- Több jel egy képen





Köszönöm a figyelmet!

