# Gépi Látás

## Security Camera

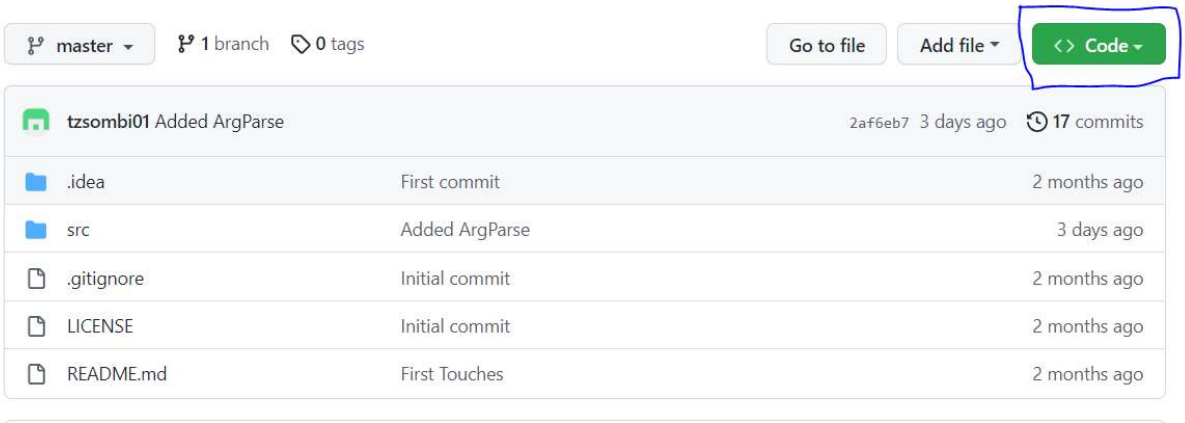
## Tartalomjegyzék:

## Projekt Leírás

Kamera videófelvételen egyidejűleg egy mozgás felismerése és nyomon követése.

## Felhasználói Dokumentáció

A https://github.com/tzsombi01/Security_Camera linkre kattintva láthatjuk a repositoryt, ahol a projekt található. Itt a




„< > Code”-ra kattintva másoljuk ki a linket.

Parancssoron keresztül navigáljunk a mappához, amiben el szeretnénk helyezni az állományokat.

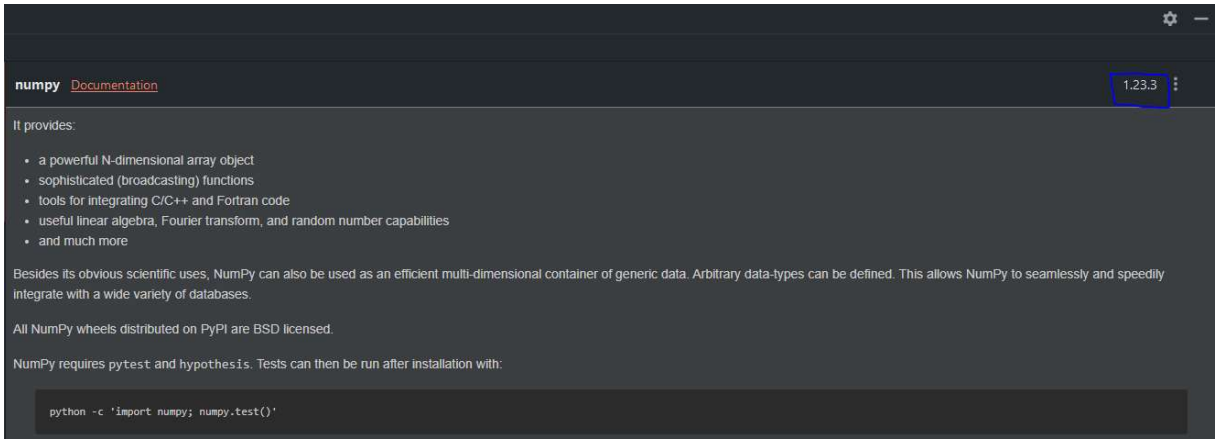
Például: cd „C:\Users\username\PycharmProjects” , itt a username helyett a saját gépünkön levő felhasználónevet írjuk be.

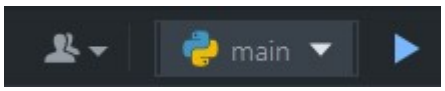
Futtassuk a „git clone https://github.com/tzsombi01/Security_Camera.git” parancsot, majd a Security_Camera mappában találjuk meg az állományt.

A továbbiakban a PyCharm IDE-n keresztül mutatom be az indítás további lépéseit, ugyanakkor a parancssoros megfelelőit is megmutatom.

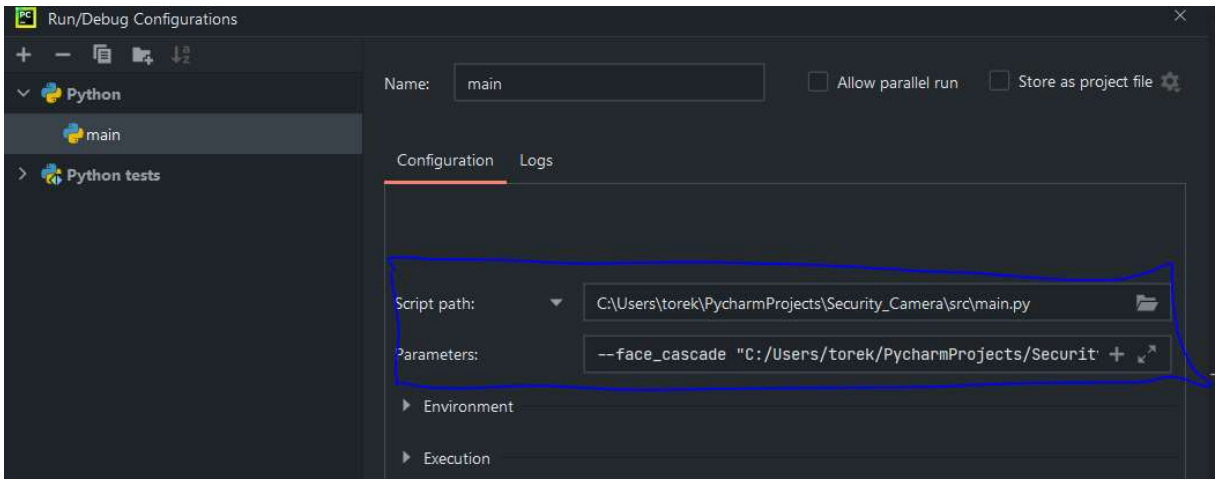
A szükséges egyéb állományokat töltsük le a „python packages” segítségével.

Töltsük le az opencv-python, numpy, illetve az urllib3 állományokat.




A felületen jobb felül található „Play” gombra kattintva futtathatjuk a main file-t, az elérési utat mellette adhatjuk meg.




1: Elérési útja a main filenak, paraméter

2: Elérési útja a „haarcascade_frontalface_default.xml” állománynak

Meg kell adni paraméterként az elérési utat a haarcascade_frontalface_default.xml is, ezzel futtathatjuk a programot!

Parancssoros megfelelők:

main.py script futtatása:

username -> A saját felhasználóneved

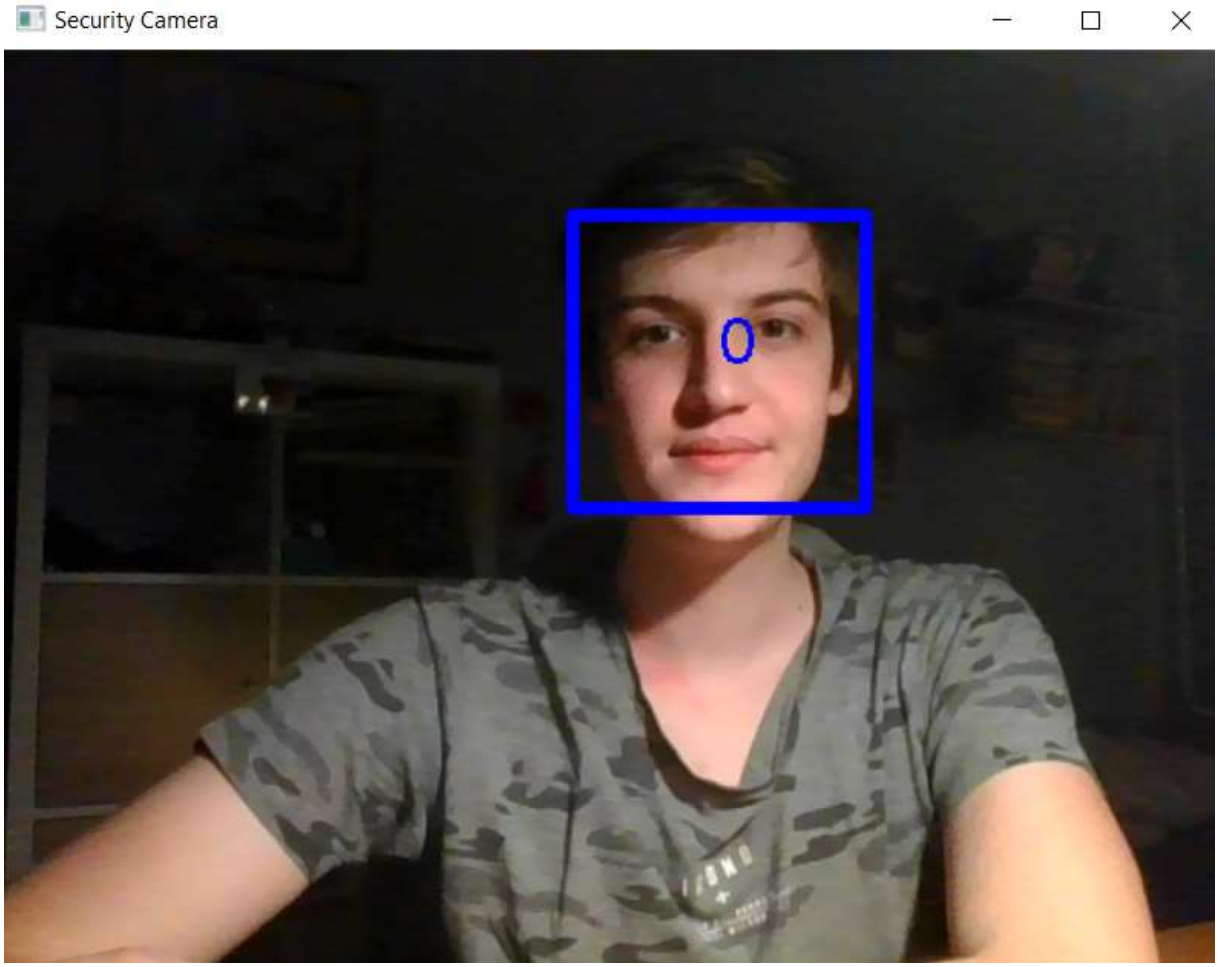
Lépjünk be a scriptet tartalmazó mappába:

**cd C:\Users\username\PycharmProjects\Security_Camera\src**

Majd futtassuk a scriptet, bemeneti paraméterrel, mely az elérési útja a „haarcascade_frontalface_default.xml” állománynak.

```
--face_cascade "C:/Users/    /PycharmProjects/Security_Camera/venv/Lib/site-packages/cv2/data/haarcascade_frontalface_default.xml"
```

**python main.py –face_cascade „elérési_út.xml”**




Már indulhat is a felvétel!

## Fejlesztői Dokumentáció

A fejlesztés során többfajta algoritmus használata felmerült az emberi arcok, illetve az emberi testek detektálására.

Általában a sebesség volt a döntő faktor a választásban.

Fontos kiemelni, hogy mivel felvételt is készítünk, így elengedhetetlen a (relatív) magas fps szám futásnál.

## HOG (Histogram of Oriented Gradients)

A HOG (Histogram of Oriented Gradients) algoritmus a sebessége miatt végül nem került használatba.

Az algoritmus működése:

A kép újraméretezése után (általában méretcsökkentés)

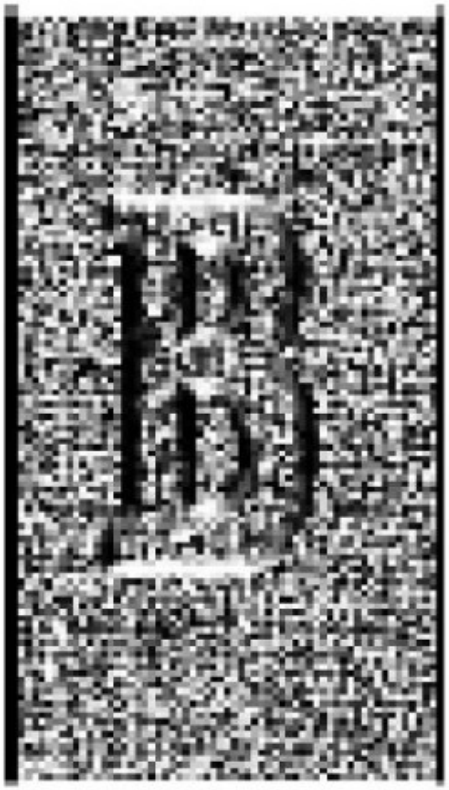
Grayscale (szürkeskálás) kép készítése

Kiszámoljuk a **Gradiens**eket, a következő képlet segítségével:

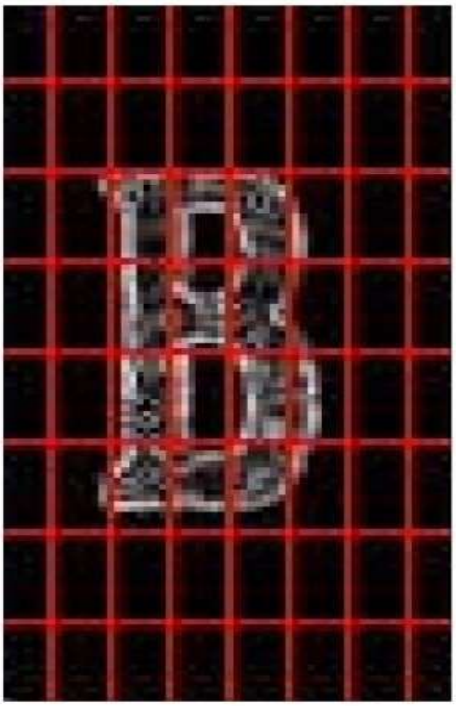
$$G_x(r,c) = I(r,c+1) - I(r,c-1) \quad G_y(r,c) = I(r-1,c) - I(r+1,c)$$

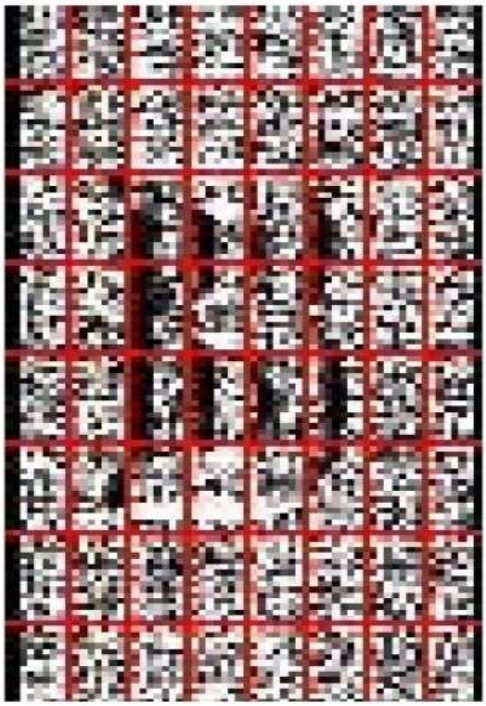
r a row (sor)-ra, míg c a column (azaz oszlop)-ot jelenti.

Ezután Magnitúdot számolunk.



8x8-as blokkokat formázunk, és minden blokkra egy 9 pontos hisztogram kerül kiszámításra.

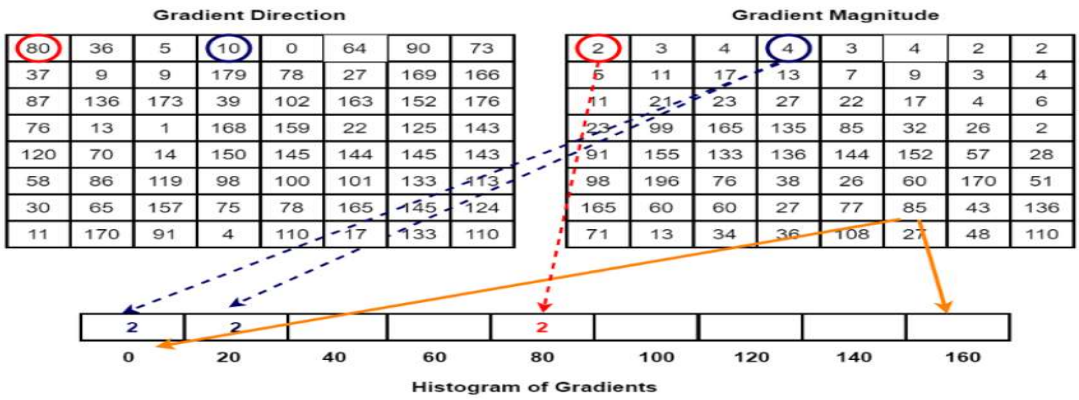




Ezeken belül egy ún. „bin”-t számolunk, és a j-edik bin-t illetve a j+1-edik bin-t felhasználva egy számolással, az értékeket pedig egy arrayben (listában) tároljuk.

Egy array-re az adott blokk (8x8) binjeként tekintünk, ahol az array j és j+1edik értéke a bin j és j+1edik kalkulált értékével egyezik meg.

Ha minden blokk készen van, 4 blokk a 9 pontos hisztogramból együtt fognak egy 2x2-es blokkot formálni.




Ezután normalizálunk azL2 normalizációs formulával.

$$f_{bi} \leftarrow \frac{f_{bi}}{\sqrt{\|f_{bi}\|^2 + \varepsilon}}$$

Ehhez segítségül ki kell számolnunk a k-t, hogy megkapjuk $f_{bi}$-t.

$$k = \sqrt{b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 + \ldots\ldots + b_{36}^2}$$

$$f_{bi} = \left[\left(\frac{b_1}{k}\right), \left(\frac{b_2}{k}\right), \left(\frac{b_3}{k}\right), \ldots\ldots, \left(\frac{b_{36}}{k}\right)\right]$$

A normalizáció kell, hogy csökkentsük a kontrasztot.

A HOG jellemzők így egy 128x64-es kezdőképre: 7 x 15 x 36 = **3780 db** jellemző.

Ugyanolyan eredményes volt a testek detektálásában mint a Haarcascade detektáló algoritmus, ugyanakkor az FPS megszenvedte volna a használatát.

HOG általam használt paraméterei:

- winStride: (10, 10)

- padding: (20, 20)
- scale: 1.075

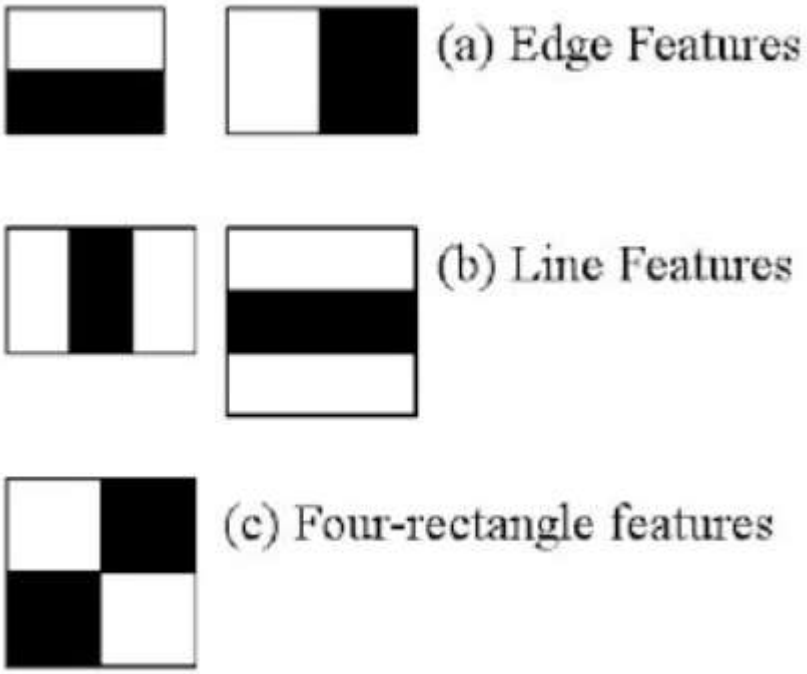
A HOG algoritmushoz az opencv package-ben elérhető cv2.HOGDescriptor_getDefaultPeopleDetector()-t használtam.


## Haarcascade algoritmus

Végül erre az algoritmusra esett a választás az egyszerűsége, illetve a sebessége miatt.

Az algoritmus elmélete 3 dolgon alapul:

- Edge Features (Éljellemzők)
- Line Features (Vonaljellemzők)
- Four-Rectangle Features (Négyszögjellemzők)




**AdaBoost (Adaptive Boosting)**

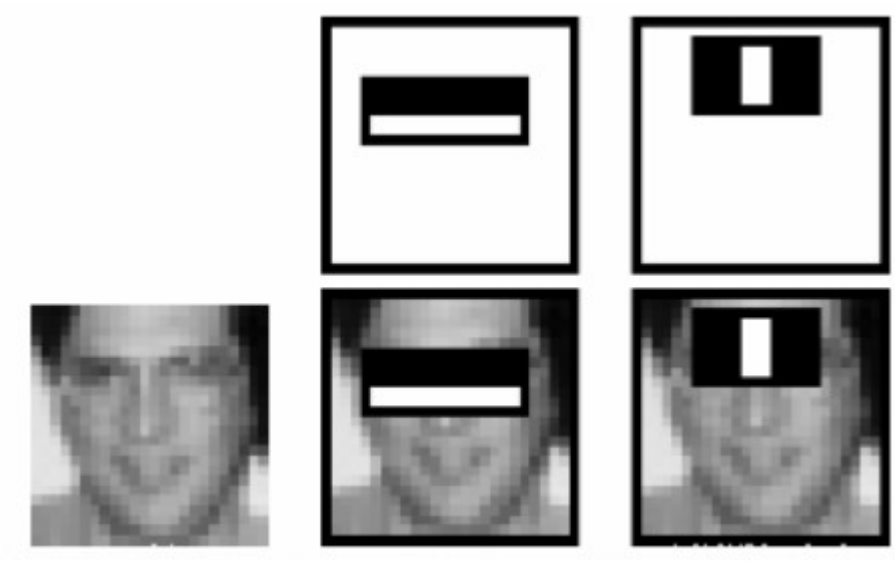
Lényegében a legjobb jellemzőket (feature) segít kiválasztani a képenkénti akár 16000+ jellemzőből.

„Weak classifier”-ekből (gyenge klasszifikáló) állít össze egy „Strong classifier”-t (erős klasszifikálót).

A „gyenge klasszifikálók” lényegében az individuális feature-ök, azonban ha ezeknek vesszük a súlyozott összegét, akkor már erős klasszifikáció-t alkotnak, alkalmasak lesznek a képek azonosítására.

Ennek segítségével csökkenti az algoritmus az „overfitting”-et, vagyis a „túlillesztést”.

Overfitting esetében túlságosan a teszt képekre alakítja a rendszer a súlyokat és nem képes (nagy hibaszázalékkal) azonosítja a kívánt alakzatokat a valós bemeneteken.



Ezen felül az algoritmus Classifierekből nem csak egyet, vagy különálló egyedeket alkalmaz. Úgynevezett **Cascade of Classifiereket**, vagyis Classifierek egy csoportját használja fel a felismerésre.

**De hogy is működik ez?**

Ha van egy 24x24-es képünk, és 6000 tulajdonságra akarjuk vizsgálni, méghozzá úgy, hogy meg tudjuk, mondani, hogy arc-e vagy sem.

A tulajdonságokat csoportokba (szintekbe) rendezzük, ahol minden szinten van 1, 10, 15, 20, 25 … tulajdonság.

Majd a képet minden egyes szinten átküldjük a tulajdonságokon (filtereken).

Amennyiben akár egy szinten is megakad, nem megy át a kép, és nem értékeljük arcnak.

Így gyorsítható a nem-arcoknak a kiértékelése.

A Haarcascade algoritmus paraméterei a következők voltak:

- scale_factor: 1,3
- overlap: 6

Az opencv-modul tartalmaz előre súlyozott modelleket, melyet felhasználva tudunk alakzatokat felismerni.

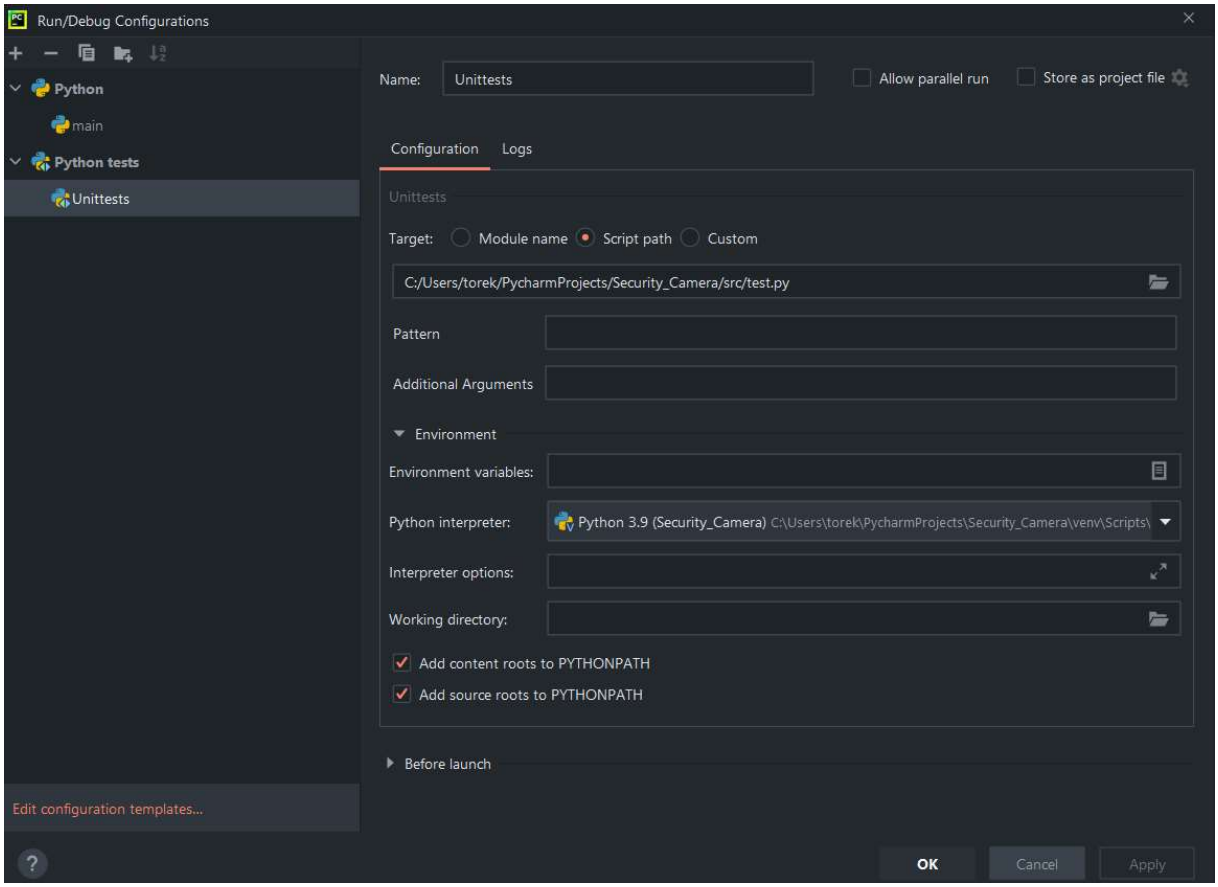
Én a haarcascade_frontalface_default.xml, illetve a haarcascade.fullbody.xml állományokat használtam.

## Tesztek

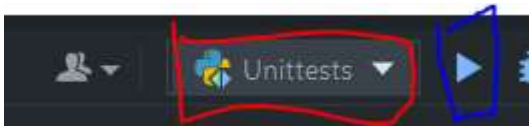
Teszteket implementáltam az arcdetektálásra, a dátum formátumára, illetve arra, hogy a felvétel jókor érjen véget illetve voltak tesztek a végül fel nem használt HOG, illetve Haarcascade emberdetektálásra de ezek itt nem kerülnek bemutatásra.

*Futtatásuk*:

PyCharm IDE-ből:




A konfigurálás utána a megfelelő opciót kiválasztva (Unittests), futtassuk a „play” gombbal.



Parancssorból (a példákban git bash-t használok, de cmd-ra írtam a parancsokat):

Navigáljunk a mappához, amiben a tesztek vannak, jelen esetben ez a src (source mappa).

***cd src/***

```
[redacted] MINGW64 ~/PycharmProjects/Security_Camera (master)
$ cd src/
```

Majd futtassuk a:

***python3.X -m unittest test.py*** parancsot, ahol a python 3.X helyett a saját python verziónkat írjuk be, például Python3.8.

```
[redacted] MINGW64 ~/PycharmProjects/Security_Camera/src (master)
$ python.exe -m unittest
.x.
----------------------------------------------------------------------
Ran 3 tests in 1.796s

OK (expected failures=1)
```

Ha ki akarjuk írtani részletesen a tesztek eredményeit, használjuk a -v (verbose) kiegészítést:

***python3.X -m unittest -v test.py***

```
Ran 3 tests in 1.855s

OK (expected failures=1)

Expected failure: Traceback (most recent call last):
  File "C:\Python\lib\unittest\case.py", line 59, in testPartExecutor
    yield
  File "C:\Python\lib\unittest\case.py", line 593, in run
    self._callTestMethod(testMethod)
  File "C:\Python\lib\unittest\case.py", line 550, in _callTestMethod
    method()
  File "C:\Users\torek\PycharmProjects\Security_Camera\src\test.py", line 11, in testDetectFaces
    self.assertEqual(numberOfFaces,
  File "C:\Program Files\JetBrains\PyCharm Community Edition 2021.3.1\plugins\python-ce\helpers\pycharm\teamcity\diff_tools.py", line 33, in _patched_equals
    old(self, first, second, msg)
  File "C:\Python\lib\unittest\case.py", line 831, in assertEqual
    assertion_func(first, second, msg=msg)
  File "C:\Python\lib\unittest\case.py", line 824, in _baseAssertEqual
    raise self.failureException(msg)
AssertionError: 0 != 2


Process finished with exit code 0
```

## Arcdetektálás

Minden teszt képen átmegy az algoritmus, kivéve ott, ahol a fej oldalt, vagy enyhén lefelé hajtva van.

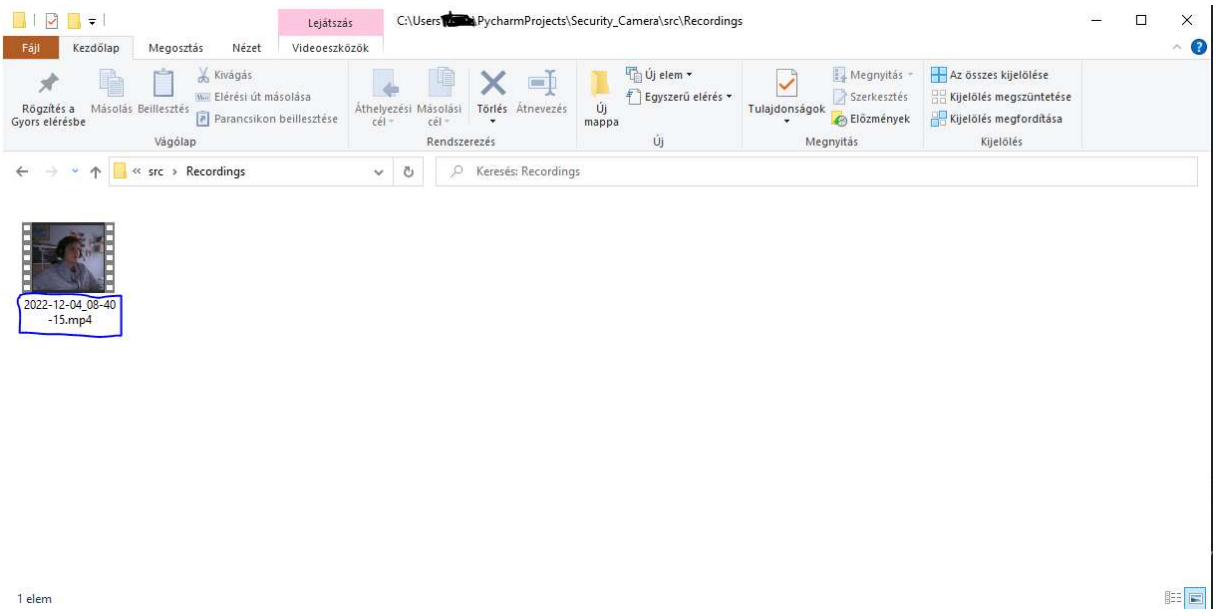
Próbálkoztam különböző beállításokkal, de végül ezek a paraméterek bizonyultak a leghasznosabbnak a leggyorsabb teljesítménnyel ötvözve.

## Dátumformátum

Nem lehetnek a lekért dátumformátumban benne illegális karakterek.

A tesztek biztosítják, hogy ha később módosítani is szeretnénk a formátumon, ne tehessük azt hibásan.

Ez főleg a fájlok eltárolásánál fontos, mivel ha például van egy illegális karakter, nem dob megfelelő errort a gép, így nehéz megállapítani a hiba okát.




## Felvétel vége

Az utolsó frametől számítva, ahol arcot detektáltunk, pontosan a beállított idő elteltével állítsa le a felvételt.

## Arckövető algoritmus

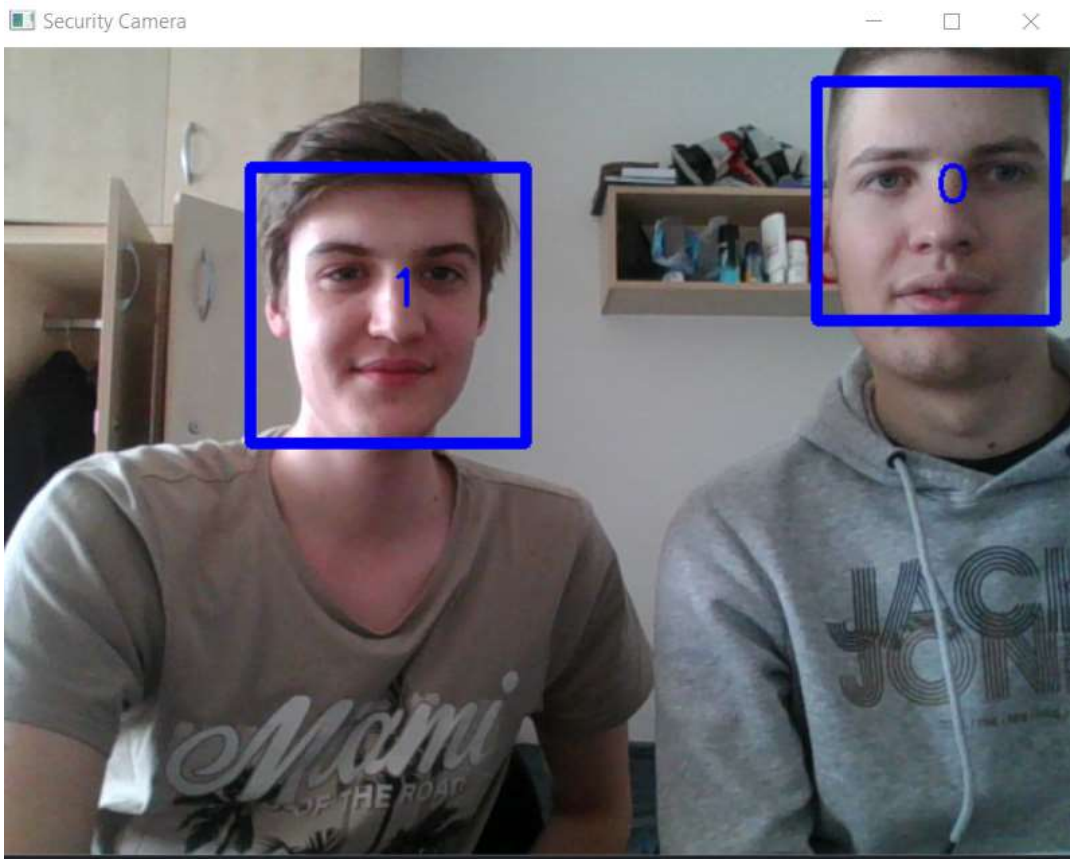
A kitűzött cél eléréséhez implementálni kellett egy arckövető algoritmust is. Úgy döntöttem, hogy nem egy „létező”, előre elkészített algoritmust használok fel, hanem sajátot készítek.

A logikája rendkívül egyszerű, ellenben pont ezért relatív gyors is.

Ha felismertünk egy arcot, annak a középpontját, illetve az „ID”-ját eltároljuk.

A következő frame kezdetekor újabb arcfelismerés, majd összehasonlítjuk az előző frame-el a kapott középpontokat. Amennyiben egy középpont a thresholdnál, azaz egy beállított értéknél többel mozdul el, új ID-t kap, amennyiben nem egyezik(~threshold-nyi távolságba esik) egy másik arctól.

Probléma az algoritmus esetében a több framen való arckövetés, ez egy hasznos feature lenne a továbbfejlesztés szempontjából.



# Extrák

A funkciókat külön mappában helyeztem el, a jól látható elkülönítés céljából.

### Email küldés

Implementáltam egy funkciót, mely segítségével a „kamera” behatoló (emberi arc) észlelése esetén küld egy figyelmeztető emailt timestamppel (időbélyeggel) ellátva.

Ehhez töltsük le a package managerrel az smtplib, illetve az email.message packageket, ebből az Emailmessage állomány lesz felhasználva.

### Geolokáció meghatározása

A végleges programba nem került bele, ugyanakkor említést teszek a geolokációt IP cím alapján meghatározó függvényről.

Az emailben ennek segítségével kaphattunk helyzeti információt a kameráról.

A funkció használatához a package managerrel töltsük le a geopy csomagot, ebből majd a Nominatim API-t fogjuk használni.

# Források:


- **Opencv Documentation**
  - Ana, Huamán, (2018)
  - cv::CascadeClassifier Library
  - Cascade Classifier