Pénzérme számláló alkalmazás

Fejlesztői és felhasználói dokumentáció

Bognár Milán Károly
Neptun kód: S3PH8C

Gépi látás (GKNB_INTM038)

2020/2021. tanév, őszi félév

Tartalomjegyzék

1) Fejlesztői dokumentáció

1.1. Feladat bemutatása, elvárt funkciók

Féléves feladatomban egy olyan alkalmazás elkészítése volt a cél, amely képes felismerni pénzérméket az általunk készített képekről. A programnak fel kell ismernie a pénzérmék típusait és meg kell határoznia, hogy a képen látható érméknek mennyi az összértékük. A pénzérmék jellemzőit előre definiáljuk, csak az ilyen tulajdonságokkal rendelkező érméket kell felismernie az alkalmazásnak. A program a magyar forint típusú érméket képes felismerni

A programot Python nyelven készítettem el, kihasználva ennek a programozási nyelvnek az előnyeit, mint például a programozási nyelvhez készített csomagok, amelyek megkönnyítik a képfeldolgozást és a kép elemeinek elemzését.

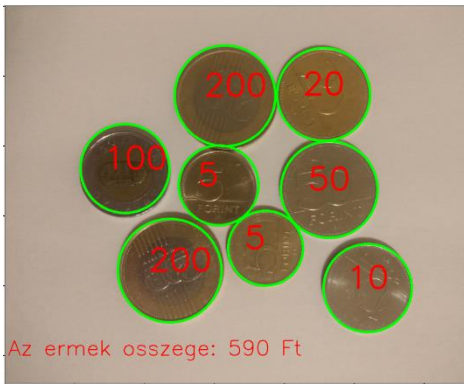
Bemenet:

Általunk készített kép, amely magyar forint típusú pénzérméket tartalmaz, illetve fehér háttér előtt készült. A bemeneti kép lehetőleg minél kevesebb árnyékot tartalmazzon, mert az ronthat a program sikerességén.

1.ábra: Bemeneti kép illusztrációja

Kimenet:

A kimeneti képen jelenjen meg a felismert pénzérmék értéke külön-külön, illetve legyen kiírva a képre a megtalált pénzérmék összértéke forintban. A kimeneti képeken zöld körökkel láthatjuk azt is, hogy az adott pénzérméket milyen pozícióban találta meg a program.



2.ábra: Kimeneti kép illusztrációja

1.2. Fejlesztői környezet, Python könyvtárak

A programot Visual Studio 2019 fejlesztői környezetben, Python programozási nyelven készítettem el.

A Python nyelvhez találhatunk csomagokat, amelyek megkönnyítik a képfeldolgozás lépéseit számunkra. Ezek közül az alábbiakat használtam:

```
import numpy as np
import cv2
from matplotlib import pyplot as plt
from tkinter import filedialog
import tkinter as tk
```

3.ábra: A programban felhasznált Python csomagok listája

1.3. Feladat elméleti háttere

A pénzérme felismerés feladat első részében az érmék pozícióját kell meghatároznunk. A pénzérmék kör alakú objektumok, tehát a képen meg kell keresnünk a nekünk megfelelő méretű kör alakzatokat. Ezt megtehetjük többféleképpen is. Amennyiben szeretnénk minden egyes lépést magunk megcsinálni, és előre megírt, beépített függvény nélkül megoldani a feladatot, akkor a lépések a következők lennének:

- Szürkeárnyalatossá alakítás
- Gauss szűrő alkalmazása a bemeneti képen
- Éldetektálás: Canny éldetektor segítségével
- Megadott sugarú körök készítése, amelyekkel végig iterálunk a kapott képen, és megkeressük, hogy vannak-e ilyen sugarú körök
- Amennyiben találunk egyezést, az adott kör középpontjának koordinátáit eltároljuk, illetve a sugár méretét is elmentjük

Ez a módszer nem biztos, hogy a leghatékonyabb, illetve elég sok helyen hiba kerülhet a kódba. Az előbb felvázolt módszer mintájára találhatunk az OpenCV könyvtárban egy függvényt, amely megkeresi nekünk a köröket a képen. A függvény neve: cv2.HoughCircles

1.3.1. Körök detektálása Hough transzformációval:

A körök detektáláshoz szükségünk van egy transzformációra a képtérből a Hough térbe. Ez a transzformáció megadja az egy ponton átmenő összes egyenes egyenletét. A képtérben egy pontot x és y koordinátákkal jelölhetünk. Ehhez a képponthoz tartozó görbe a Hough térben a következő: $r = x * \cos(\varphi) + y * \sin(\varphi)$

A kör detektálása kétféleképpen történhet:

- Ismert sugarú köröket keresünk (például ipari környezetben használnak ilyeneket)
- Ismeretlen sugarú köröket keresünk (Egyéb, például mobilos felismerő applikációk esetén)

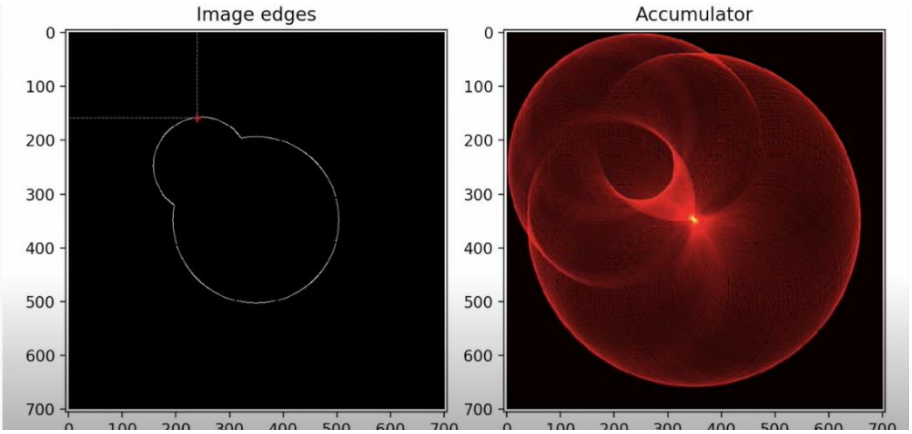
Általános körök esetén a Hough tér 3 dimenziós lesz (amikor nem ismert a keresett kör sugara). Amennyiben ismert a sugár, akkor 2 dimenziós térről beszélünk.

Kör egyenlete a képtérben: $ax^2 + by^2 = r^2$ ahol (a,b) a kör középpontja, r a sugár

Abban az esetben, ha a sugár rögzített, akkor a Hough tér 2 dimenziósra csökken. Az eredeti kör minden egyes pontjára (x, y) meghatározhat egy (x, y) középpontú kört r méretű sugárral. Az összes ilyen kör metszéspontja a paramétertérben megegyezik az eredeti kör középpontjával. A 4. ábrán ezt a keresési folyamatot láthatjuk. A bal oldali képen látjuk az eredeti képet éldetektálás után. A forrásként megjelölt videóban nagyon jól szemléltetik, hogy a megtalált él mindegy egyes képpontján végigmegy az algoritmus. Ha a Hough térben minden ugyanazon pontokból(x,y) készítünk r sugárral köröket, akkor egy olyan ábrát kapunk, ami a jobboldali képen látható.

Az eredeti kör középpontját úgy kapjuk meg, hogy egy összegzőtömbben nyilvántartja az algoritmus, hogy mely ponton megy át a legtöbb körív, és ahol ennek a tömbnek a maximuma van, ott lesz a kör középpontja.

Eredeti kép éldetektálás után: Középpont keresése a Hough térben:



4.ábra: kör detektálása a Hough térben, abban az esetben, ha ismert a keresett kör sugara
Megjegyzés: A jobb oldali ábrán láthatjuk, hogy a Hough térben a keresett középpontot ott találhatjuk meg, ahol a legtöbb kör metszi egymást. Az ábrán ennek a helye jól kivehető.
forrás: https://www.youtube.com/watch?v=Ltqt24SQQoI

A cv2.HoughCircles függvény használatakor nagyon fontos, hogy a minRadius, maxRadius paramétereket megfelelően állítsuk be, mert ha rosszul vannak ezek megadva, akkor számunkra felesleges -túl kicsi vagy túl nagy- köröket is találni fog a függvény.

Ha a keresett körök sugara nem ismert, akkor 3D-s Hough térben kell dolgoznunk. Ebben az esetben a módszer ugyanaz, de a sugár mindig növekedni fog.

1.4. Feladat megoldása, program felépítése

A feladat első felében a képen meg kell keresnünk a kör alakzatokat, amelyekről később eldöntjük, hogy milyen pénzérme található az adott pozícióban.

Ehhez a következő lépéseket használtam:

- **Kép átméretezése**

A legelső művelet a beolvasott képpel az volt, hogy átméreteztem. Erre azért van szükség, mert a mai technológiával már nagy felbontású képeket vagyunk képesek készíteni, de ennél a feladatnál nem kell, hogy a képek felbontása túl nagy legyen. Ha túl nagy a kép felbontása, az még akár hátráltathatja is a munkánkat, mivel sokkal részletesebb és ezáltal a feldolgozása lassabb lehet. A képeket 1440 képpont szélesre méreteztem át.

- **Kép szürkeárnyalatossá alakítása**

Az OpenCV a színcsatornákat BGR sorrendben tárolja, ezt először átalakítom RGB sorrendre. Ezután, elkészítem a kép szürkeárnyalatos másolatát. Erre azért van szükség, mert a cv2.HoughCircles függvény egy szürkeárnyalatos képet vár paraméterként.

5.ábra: szürkeárnyalatossá alakított kép

- **Gauss szűrő alkalmazása**

A harmadik műveletben az átméretezett és szürkeárnyalatos képen Gauss-szűrőt alkalmazok. A körök megkeresésénél nem fontos a részletesség, az éleket szeretnénk detektálni.

6.ábra: Gauss-szűrő alkalmazása

- **Kör alakzatok keresése a képen, HoughCircles függvény segítségével**

A kör alakzatokat a feljebb már ismertetett Hough transzformáció segítségével fogjuk megkeresni. Erre az OpenCV-ben a cv.HoughCircles függvény van a segítségünkre. A függvény visszaad egy eredménytömböt, amelyben eltárolta a keresett körök középpontjainak x és y koordinátáit, és a sugár hosszát. ezt láthatjuk a konzolon kiírva

```
    X    Y    R
[[[ 472  758  147]
  [ 628  256  143]
  [ 342  474  131]
  [ 912  254  133]
  [1038  808  126]
  [ 930  516  147]
  [ 744  696  109]
  [ 608  512  109]]]
Megtalaltam 8 db penzermet!
```

7. ábra: A cv2.HoughCircles segítségével eltároltuk a körök pozícióját és sugarát

Miután megtaláltuk a pénzérméket (köröket) a képen, és ezeknek a pozícióját eltároltuk, ki kell elemeznünk, hogy a kép adott szeletében milyen típusú érme található.

- **Pénzérme típusának meghatározása**

Körök területének átlagos színintenzitása

A pénzérmék egyik meghatározó tulajdonsága, az összetételük, amelyek különböző színeket eredményeznek. Például a 10 forintos és az 50 forintos érme is 75% rézből és 25% Nikkelből épül fel. Ennek eredményeképpen mind a két érme ezüstös/ szürkés színű. A képeknek van egy olyan tulajdonságuk, hogy leírhatók mátrixok segítségével és minden egyes képpontot egy számhármassal tudunk jellemezni, amelyek megadják a színcsatornák értékeit. Ezt kihasználva a pénzérmék területét kivágtam a képből, majd ennek a területnek vettem az összes képpontját és ezek színintenzitását átlagoltam. Így megkaptam minden érmére egy értéket, amely jellemzi az adott pénzérmét. Ezzel a módszerrel jól el lehet különíteni a 10 Ft-os és az 50 Ft-os érméket a többitől, mert azok színei sötétebbek ezekhez viszonyítva.

8. ábra: 10 forintos érme területe a képen

A pénzérmék területének átlagos színintenzitását az alábbi függvénnyel számoltam ki:

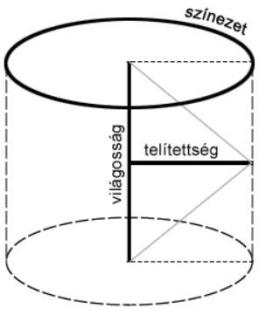
```
def averageIntensity(img, circles):
    av_values = []
    for coordinates in circles[0,:]:
        r=coordinates[2]
        coin= img[coordinates[1] - r:coordinates[1] + r, coordinates[0] - r:coordinates[0] + r]
        coin_hls = cv2.cvtColor(coin, cv2.COLOR_RGB2HLS) # másik színrendszer használata
        avg_row = np.average(coin_hls, axis=0)
        avg_hls = np.average(avg_row, axis=0)
        av_values.append(np.around(avg_hls[0]))  # hue = avg_hls[0]
    print (av_values)
    return av_values
```

9. ábra: Kódrészlet: átlagos színintenzitás kiszámolása

A pénzérmék szín alapú kiválogatása RGB színtérben nem volt sikeres számomra, mert az átlagolás után nagyon hasonló értékeket kaptam, így például volt, hogy a 20 Ft-os érmét és a 10 Ft-os érmét összekeverte a program. Ez azért volt lehetséges, mert méretük és a kapott átlagos színintenzitásuk is hasonló volt. Erre a problémára azt a megoldást találtam, hogy a kivágott képrészletet át kellett konvertálni egy másik színtérbe. A színterek a színek ábrázolására használható virtuális térbeli koordináta-rendszer, ahol az egyes színek

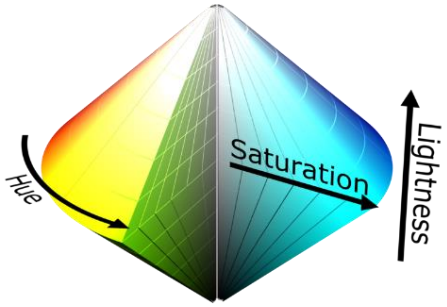
tulajdonságait azok koordinátái fejezik ki.[1] Az általam választott másik színtér a HLS lett végül. Ebben a színtérben az adott színeket ugyancsak 3 értékkel tudjuk leírni, de itt a 3 érték a következőkre utal:

1.4.1 HSL színtér



10.ábra: Hengerkoordináta rendszer
forrás: http://www.szinkommunikacio.hu/12_05.htm

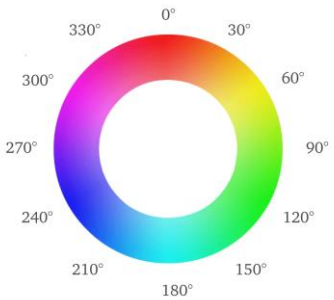
A HSL színtér (gyakran nevezik HSB színtérnek is) egy hengerkoordináta-rendszer, nagyon hasonló HSV színtér modelljéhez. Ezeket a modelleket nagyon gyakran használják képfeldolgozásnál. A HSL modell alakja kettőskúp.



11.ábra: HSL modell: látható a kettőskúp alakzat
forrás: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HSL_color_solid_dblcone.png

Hue: színérték

A HSL modellben az első paraméter a Hue, azaz a színérték. Ahogy azt a fenti ábrán is láthatjuk, a színértéket a henger főkörén fut körbe, minden színhez egy szöget tudunk rendelni, és azzal megadni a kívánt színt. Általában a 0°-nál található a piros szín,120°-nál a zöld, és 240°-nál a kék szín.

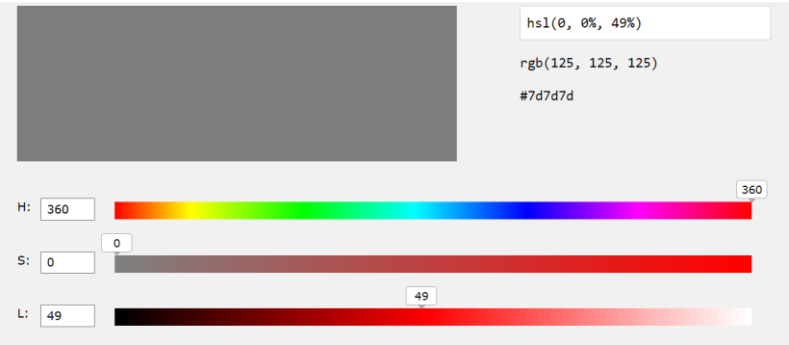


12. ábra: Színkör, színérték (hue) olvasható le erről az ábráról forrás:
https://www.sarasoueidan.com/blog/hex-rgb-to-hsl/

[1] https://hu.wikipedia.org/wiki/Színtér

Saturation: telítettség

A telítettség értékét egy nullától százig tartó skálán adhatjuk meg. A telítettség sugárirányban változhat. A telítettség értéke mutatja meg, hogy egy árnyalat hol helyezkedik el a tiszta színezet és a (vele azonos világosságú) szürke között. Ha a telítettség 0, akkor a függőleges tengelyen van az érték, ez pedig a szürke színt fogja nekünk eredményezni, bármilyen értéket is adtunk meg a Hue-nál.



13.ábra: Láthatjuk, hogy a piros szín lett kiválasztva, de mivel a telítettség értéke = 0, ezért szürke színt kaptunk végül. A saturationt jelölő második csúszkán láthatjuk, hogy a piros szín intenzitása miként változik 0-tól 100-ig
forrás: https://www.w3schools.com/colors/colors_hsl.asp

Lightness: világosság (Lightness helyett gyakran a Brightness szót használják)

A világosság értékét a függőleges tengelyirányban adhatjuk meg, ahogy azt a 10.ábra is mutatja. A világosság értéke is 0-tól 100-ig terjed, sokszor százalékban adhatjuk meg. A következő ábrán láthatjuk, hogy az alsó pontja a tengelynek a teljesen fekete szín, a felső pontja pedig a teljesen fehér szín. Amennyiben a világosság értéke 0, nem számít a szín és a telítettség értéke, mindig feketét kapunk.

Kör sugara:

A pénzérmék meghatározásához újra elő kell vennünk a megtalált körök sugarát, hiszen a másik fontos tényező, amely meghatároz egy pénzérmét, az a mérete. Az 5 és 200 forintos érmék mérete kiugró a többi közül, hiszen az első a legkisebb érme, a második pedig a legnagyobb érme mind közül.

A többi érme esetében a méretet és az átlagos színintenzitást is figyelembe kell venni, csak így tudjuk meghatározni az érmék értékét. A 100 Ft-os, és a 200 Ft-os érmét jól el tudjuk különíteni a többitől. A 10 és az 50 Ft-os is jól elkülöníthető, de mivel a színintenzitásuk hasonló, a kettő között csak a méret alapján tudunk dönteni. Az 5 Ft-os, 20 Ft-os is csoportosítható, de itt is meghatározó a méret. A tesztelésnél láthatjuk majd, hogy a legtöbb hiba ebből adódik.

A pénzérmék detektálásánál a következő módszert alkalmaztam:

Az átlagos színintenzitás alapján 4 csoportra osztottam az érméket:
90 és 130 közötti érték: 10 Ft vagy 50 Ft A kettő közül a méret dönt.
78 és 90 közötti érték: 100 Ft
60 és 78 közötti érték: 200 Ft
60 alatti érték: 5 Ft, 20 Ft A kettő közül a méret dönt.
A kódban ezt a feladatot a CoinAnalysis nevű függvény végzi.

Kiíratás: Miután meghatároztuk a pénzérmék értékét, kiírjuk az adott érme fölé az értéket, és a kép aljára az összértéket. A kimeneti képet feljebb már bemutattam (2. ábra).

1.5. Tesztelés

A programot 25 általam készített képen teszteltem. Ennek eredményeit a következő ábra tartalmazza.

	Kép neve	Talált érmék száma	5 Ft	10 Ft	20 Ft	50 Ft	100 Ft	200 Ft	Ellenőrzés	Valós érték a képen	Eredmény	Megjegyzés
2	456.jpg	2	0	0	0	1	1	0	150	150	Megfelelt	
3	545.jpg	10	2	2	2	1	1	2	620	620	Megfelelt	
4	555.jpg	7	1	2	2	0	1	1	365	365	Megfelelt	
5	602.jpg	6	2	1	2	0	0	1	260	260	Megfelelt	
6	642.jpg	2	0	0	0	1	0	1	250	210	Nem felelt meg	10 Ft helyett 50 Ft : Közeli kép
7	645.jpg	1	0	0	0	0	0	1	200	200	Megfelelt	
8	658.jpg	3	0	0	1	2	0	0	120	25	Nem felelt meg	10 Ft helyett 50 Ft, 5 Ft helyett 20 Ft: Közeli kép
9	710.jpg	1	0	0	0	0	0	1	200	100	Nem felelt meg	100 Ft helyett 200 Ft
10	735.jpg	3	0	0	1	1	0	1	270	270	Megfelelt	
11	741.jpg	3	0	0	1	0	0	2	420	420	Megfelelt	
12	748.jpg	2	0	0	0	0	0	2	400	400	Megfelelt	
13	805.jpg	2	0	0	0	0	1	1	300	300	Megfelelt	
14	621.jpg	4	0	0	1	1	0	2	470	455	Nem felelt meg	5 Ft helyett 20 Ft
15	626.jpg	4	1	0	0	1	1	1	355	355	Megfelelt	
16	633.jpg	4	0	0	0	2	1	1	400	360	Nem felelt meg	10 Ft helyett 50 Ft
17	653.jpg	2	0	0	1	1	0	0	70	15	Nem felelt meg	10 Ft helyett 50 Ft, 5 Ft helyett 20 Ft: Közeli kép
18	703.jpg	3	0	0	0	2	0	1	300	120	Nem felelt meg	100 Ft helyett 200 Ft, 10 Ft helyett 50 Ft
19	707.jpg	2	0	0	0	1	0	1	250	110	Nem felelt meg	100 Ft helyett 200 Ft, 10 Ft helyett 50 Ft
20	755.jpg	3	0	0	2	0	0	1	240	225	Nem felelt meg	5 Ft helyett 20 Ft : 5 Ft-os árnyéka miatt, közeli kép
21	613.jpg	6	1	0	2	1	0	2	495	495	Megfelelt	
22	637.jpg	3	0	0	0	1	1	1	350	310	Nem felelt meg	10 Ft helyett 50 Ft
23	715.jpg	2	0	0	0	1	0	1	250	150	Nem felelt meg	100 Ft helyett 200 Ft
24	723.jpg	4	0	0	0	1	0	2	450	350	Nem felelt meg	Plusz kör felismerése a képen, kisméretű sugárral
25	729.jpg	3	0	0	1	1	0	1	270	255	Nem felelt meg	5 Ft helyett 20 Ft
26	800.jpg	3	0	0	1	0	1	1	320	305	Nem felelt meg	5 Ft helyett 20 Ft
27	9.jpg	1	0	0	1	0	0	0	20	20	Megfelelt	Egyéb tárgy a képen, helyesen jelzi
28	1.jpg	3	2	0	0	0	0	0	65	30	Nem felelt meg	10 Ft helyett 5 Ft, 50 Ft helyett 20 Ft: Más fény, más távolság
29	533.jpg	1	0	0	1	0	0	1	20	200	Nem felelt meg	200 Ft helyett 20 Ft : más fényviszonyok, egyéb tárgyat jól felismerte
30	539.jpg	2	1	0	1	0	0	0	205	25	Nem felelt meg	200 Ft helyett 20 Ft : más fényviszonyok, egyéb tárgyat jól felismerte
31	651.jpg	3	0	0	1	0	0	2	420	420	Megfelelt	

14.ábra: Tesztelés eredménye

A tesztelés során a 30 képből 13 lett teljesen sikeres. Ez 43%-os arányt jelent. Ha a helyesen felismert érméket nézem, akkor 94-ből 66 db-ot sikerült helyesen felismernie, ez pedig 70%-os arány.

Leggyakoribb hibák:

A képek készítésénél nagyon fontos, hogy milyen távolságból, és milyen fényviszonyok között készülnek. A teszt eredményeiből látható, hogy a képek készítésénél közelebbi képeket is készítettem, amely miatt a program sikeressége nagyban lecsökkent. Az általam beállított paraméterek az 545.jpg kép alapján történtek. Ezek a paraméterek nem voltak megfelelőek a közelebbről készült képek esetén

A kép közelsége okozta hibák:

<u>5 Ft helyett 20 Ft és 10 Ft helyett 50 Ft:</u>

A kódban a két érme között csak a méretbeli különbség dönt, de a közelebbi a kép, akkor a kisebb érme (5 Ft, vagy 10 Ft) sugarának mérete megnő, ezáltal a nagyobb méretű érmét(20 Ft, 50 Ft) ismeri fel a program.

Fényviszonyok okozta hiba:

<u>100 Ft helyett 200 Ft:</u> A két érme elkülöníthető a többitől az átlagos színintenzitás alapján, de ha kicsit megváltoznak a fényviszonyok, akkor a kettőt összekeverheti a program.

<u>Plusz kör felismerése a képen:</u> A program esetlegesen találhat a képen még köralakzatokat, amelyeknek ad egy plusz forintértéket is.

1.6. Fejlesztési lehetőségek

A program jelenleg csak akkor használható, ha tudjuk, mekkora a képeken a pénzérmék mérete, és milyen a színintenzitása. Ezek nélkül csak a köralakzatokat tudjuk felismerni a képen, amelyek esetlegesen pénzérmék lehetnek. Tehát ez csak fix helyzetben működőképes, például ipari környezetben lehetne elképzelni.

A program fejlettebb változata a következő lenne:

Bármely képen felismerné a pénzérméket: nem számít, hogy milyen távolságból készült a kép, illetve az sem befolyásolná, hogy milyen fényviszonyok között készült.

A program továbbfejlesztése sok megoldandó feladatot hordoz magában. Lehetne próbálkozni a minta kereséssel, így talán megoldható lenne a függetlenítés a külső tényezőktől.

2) Felhasználói dokumentáció

Ebben a fejezetben ismertetem, hogy lehet működtetni az általam készített programot. A program futtatásához szükségünk lesz a Pythonra, illetve az ehhez tartozó csomagokra. Először azt mutatom be, hogy lehet futtatni a kódot parancssorból.

1.lépés: Python letöltése és telepítése: https://www.python.org/downloads/

A telepítésnél figyeljünk arra, hogy a következő opció kiválasztásra kerüljön, mert alapból nem így van: **Add Python to PATH** (Telepítés legelső ablaka)

A telepítés sikerességét a következő módon ellenőrizhetjük: Megnyitjuk a Parancssor alkalmazást, és kiadjuk a következő parancsot:

```
C:\Users\bogna>python --version
Python 3.9.0
```

15.ábra: Python telepítésének ellenőrzése Parancssor alkalmazásban

2. lépés: A futtatáshoz szükséges csomagok telepítése: Le kell töltenünk az alábbi csomagokat: OpenCv, amely tartalmazza a NumPyt is, illetve a Matplotlib. Ezeket az alábbi parancsokkal tehetjük meg.

```
C:\Users\bogna>pip install opencv-python
Collecting opencv-python

C:\Users\bogna>pip install matplotlib
Collecting matplotlib
```

16. ábra: OpenCv és ezzel együtt a NumPy telepítése, majd a Matplotlib telepítése

3. lépés: Miután ezzel kész vagyunk, töltsük le a GitHubról a kódot, illetve a hozzá a teszt képet: https://github.com/milan674/penzerme_szamlalo

A helyesen futtatható kód a run.py elnevezésű. (Ez nem tartalmaz kommenteket)

4.lépés: Fájl futtatása parancssorból: Nekem az egyszerűség kedvéért az Asztalon van a run.py fájl ebben az esetben. A parancssorban odanavigálok az első paranccsal, a második parancs pedig elindítja a programot.

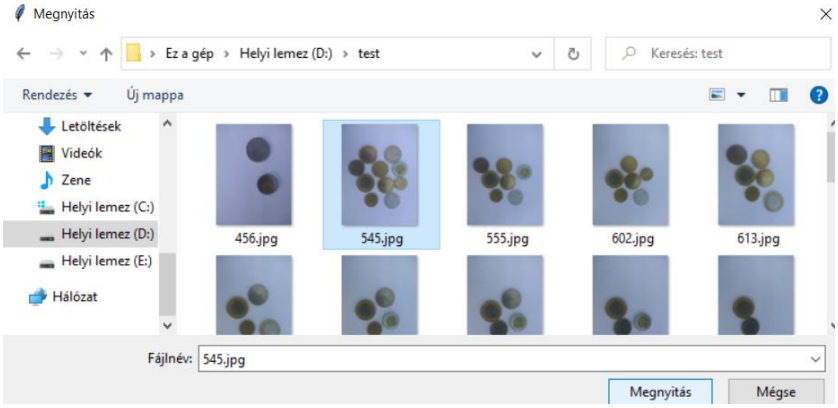
```
C:\Users\bogna>cd Desktop

C:\Users\bogna\Desktop>run.py
```

17. ábra: Program futtatása parancssorból

Ekkor feljön egy ablak, amelyben kiválaszthatjuk a tetszőleges képfájlt.

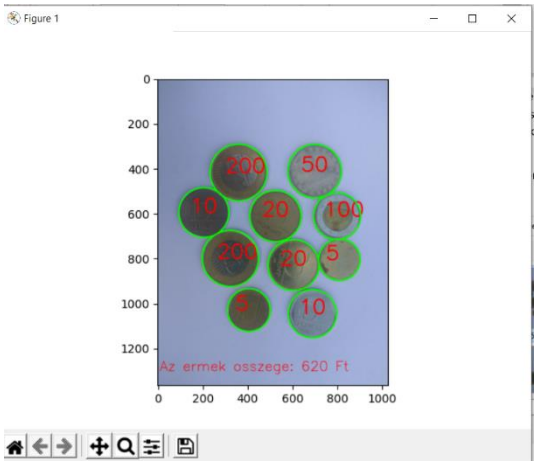
Megjegyzés: Arra figyeljünk, hogy az elérési út ne tartalmazzon ékezetes karaktert!



18. ábra: Kép elérési útjának kiválasztása

5. lépés: A fájl kiválasztása: Ekkor a program lefut, és a kimeneti képet kell látnunk.

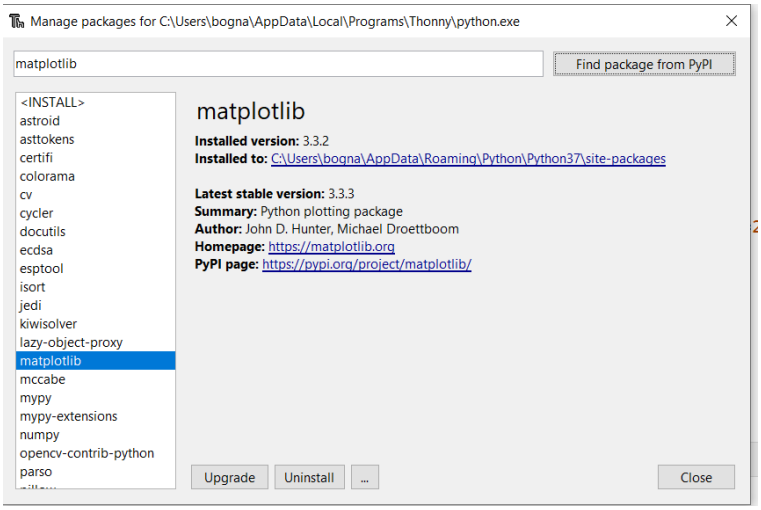
A mentés ikonnal el is tudjuk menteni a kimeneti képet.



19.ábra: Kimeneti kép a program futása után

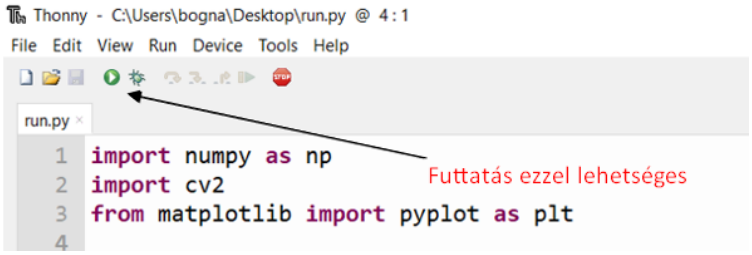
Másik módszer a futtatásra: Töltsünk le egy fejlesztői környezetet, például a Thonny nevűt. Letöltés: https://thonny.org

Telepítsük fel, és indítsuk el a run.py fájlt a Thonnyval. Ebben is telepítenünk kell a csomagokat, de ezzel könnyebb dolgunk van, mint a parancssorban. A címsorban felül kiválasztjuk a Tools menüt, és rákattintunk a Manage packages gombra. A következő ábrán a matplotlib csomag keresése látható. Ugyanezt kell tennünk az OpenCv-vel is.



20.ábra: Csomagok letöltése a Thonny fejlesztői környezethez

Ha letöltöttük a csomagokat, akkor visszamegyünk a szerkesztő részre, és elindítjuk a programot az F5 gombbal, vagy a kis zöld ikonnal felül. A kimenet itt is ugyanaz lesz, mintha parancssorból indítottuk volna el.



21.ábra: Program indítása Thonny fejlesztői környezetből

3) Források

Hough-tér leírása:
https://hu.qaz.wiki/wiki/Circle_Hough_Transform
https://hu.qaz.wiki/wiki/Hough_transform
https://www.youtube.com/watch?v=Ltqt24SQQoI
Színterek leírása:
http://www.szinkommunikacio.hu/12_05.htm
https://www.youtube.com/watch?v=Ceur-ARJ4Wc
https://www.sarasoueidan.com/blog/hex-rgb-to-hsl/
https://www.w3schools.com/colors/colors_hsl.asp
http://www.zmgzeg.sulinet.hu/ntk/inf9/graf/kieg.pdf
https://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV#Lightness
https://hu.wikipedia.org/wiki/Színtér
https://www.sarasoueidan.com/blog/hex-rgb-to-hsl/