Gépi látás beadandó

Kocsis Dávid – WS0LM1

Téma: Rendszám tábla felismerés: Rendszám tábla detektálása és leolvasása fényképről.

Tartalomjegyzék

Bevezetés

Az automatikus rendszámtábla felismerő (ANPR) egy tömeges ellenőrzésre szolgáló módszer, amely optikai karakterfelismerést alkalmaz a képeken, így ismerve fel a járművek rendszámait. Felhasználása nem csak a közutakon, de még az egyetemünkön is elterjedt. Tipikus felhasználási célja a forgalom ellenőrzése autóúton, autópályán. Lehetőséget biztosít a szabálysértők (pl.: gyorshajtók) vagy körözött gépjárművek felkutatására. Egyetemünk belépési jogosultságokra használja, rendszámtábla leolvasása után, illetve az adatbázisban történő egyeztetés után nyílik fel a sorompó és hajthatunk be a megadott helyekre.

Technológia

Az ANPR alapja a képmanipuláció. Első és talán legfontosabb lépése a rendszámtábla pozíciójának helyes detektálása. A rendszernek képesnek kell lennie egy képen meghatározni a

rendszámtábla pontos helyét, ehhez egy állandót kell meghatároznunk, ami alapján tudjuk tervezni az algoritmust. Ez az állandó pedig nem más, mint a rendszámtábla alakja. Országoktól eltérően lehet más-más a rendszámtáblán lévő karaktersorozat, tehát erre nem hagyatkozhatunk. Különböző autómárkákon más-más helyen fordulhatnak elő a rendszámtáblák. Különböző célra használt járművek, vagy elektromos árammal hajtott autóknak pedig más színű a rendszámtáblája (pl.: taxi – sárga, 25 vagy 50 km-t megtételére képes tisztán elektromosan hajtott gépjárműveknek – zöld, diplomata gépjárművek - kék). Az egyedüli állandó, amit érdemes a képen az algoritmusnak keresni, az a rendszámtábla alakja, ami téglalap alakú poligon. Amennyiben a képen talál olyan poligont, ami lehetségesen egy rendszámtábla, akkor végrehajtja rajta a karakterfelismerést és megkapjuk a rajta lévő szöveget.

Algoritmus lépései

1. Kezdeti kép beolvasása a fájlhoz vezető elérési út megadásával
2. Szürkeárnyalatos kép előállítása, majd zajcsökkentés és éldetektálás
3. Az éldetektálással kapott képen kontúr keresése és eltárolása
4. Lehetséges rendszám 4 sarokpontjának meghatározása
5. Maszkolás és rendszámtábla kivágása
6. Frontális kép meghatározása a kép átnyújtásával
7. Karakterfelismerés
8. Felismert karakterek visszaadása a felhasználó számára

Fejlesztői környezet meghatározása és használt külső könyvtárak

A projekt fejlesztéséhez az órán megismert Thonny nevű programot használtam. Ez az IDE képek módosítására, illetve ablakokban történő folyamatos megjelenítésére kiválóan alkalmas. Programozási nyelvnek a már tanulmányaim alatt korábban megismert és alkalmazott Python nyelvet használtam a kifejezetten gépi látás projektek számára létrehozott külső könyvtárakkal.

Használt könyvtárak:

- Opencv-python
- Numpy
- Imutils
- Pytesseract

- Matplotlib
- difflib

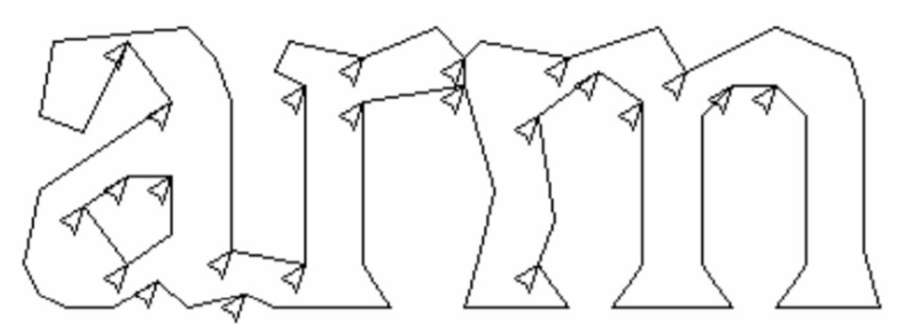
A könyvtárakból használt függvényeket a dokumentációmban később fogom kifejteni.

Tesseract-OCR

Vonalkereséssel kezd, a vonal részének gondolt pixeleket eltárolja, majd vonalhoz rendeli, így megkapjuk a karakterek pozícióját a képen. Ezután vízszintes, „párhuzamos” vonalakkal körül határolja a szöveget. Ez nem teljesen igaz, csak a képen látható fekete vonal egyenes, a többi csak közelít hozzá, enyhén görbítettek. Itt a különböző magasságú karaktereknél húz vonalat, így tudja megkülönböztetni számokat, nagybetűket és különböző karaktereket.

1. ábra – Tesseract-OCR szöveg körül határolása

Ezután szétszedi karakterenként a már vízszintesen behatárolt szöveget. Következő lépés a lehetséges szavak megkeresése. Itt nagyobb „kihagyásokat”, vagyis szóközöket keres, így tudja behatárolni a szavak elejét és végét.



2. ábra – Tesseract-OCR által behatárolt töréspontok

Töréspontok mentén az egybeérő karaktereket szétszedi. Ezek prioritási sorrendben vannak egy rekurzív függvénnyel folyamatosan meghívva, ha egy vágás nem éri el megfelelő eredményt, akkor visszavonja majd megnézi a prioritás szerinti következőt. A hiányos karaktereket ezután

megpróbálja következtetni. Mivel már megvannak a karakterek is, ezért összeveti az adatbázisban lévő adatokkal, majd visszaadja a karakterláncot, amit leolvasott a képről.

Nehézségek

Számos nehézség lehetséges, amivel a szoftvernek meg kell tudnia birkózni. Ezek a következők:

- Gyenge képfelbontás nagy távolság miatt, vagy csak szimplán gyenge minőségű kamera miatt
- Elmosódott kép a mozgó autóról
- Kedvezőtlen fényviszonyok, árnyékok, tükröződések
- Több potenciális rendszám alakú poligon a képen
- Kicsi betekintési (rálátási) szög a rendszámra

Algoritmus

Az algoritmus fő lépései a következő folyamatábrán jelennek meg:

Folyamatábra az algoritmus fő lépésiről

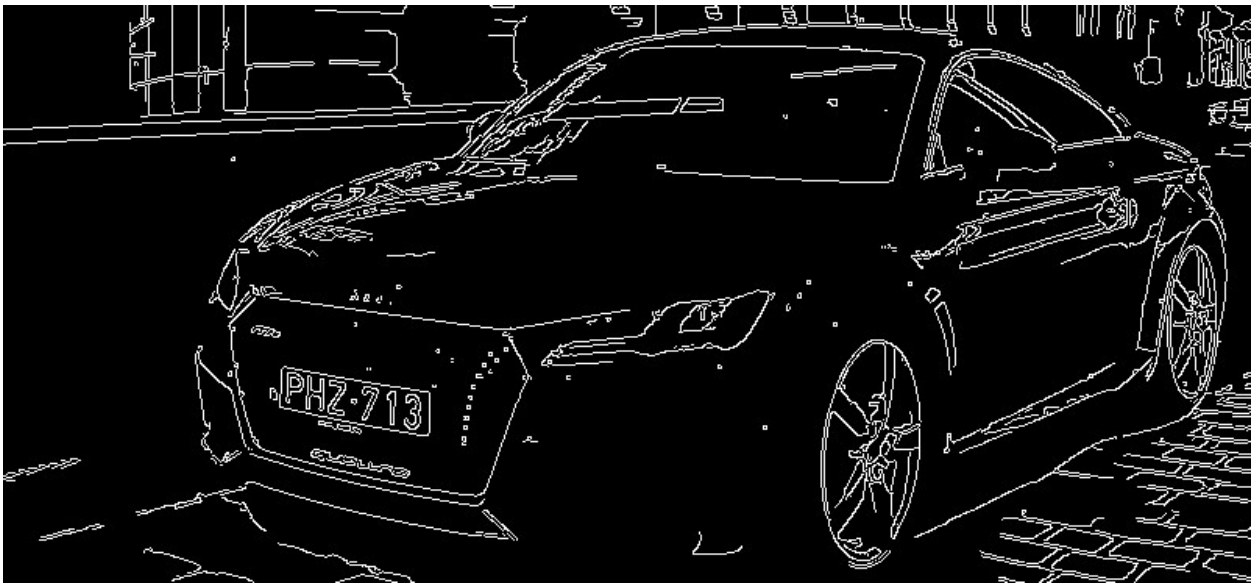
3. ábra - Kiinduló kép

A kód nagy részét egy nagy függvénybe ágyaztam be, ami paraméternek megkapja a képet és visszaadja a kinyert szöveget, ami remélhetőleg egy rendszámot tartalmaz. A kapott képen az első művelet, amit végrehajtottam, az a szürkeárnyalatosra alakítás volt. Ehhez a korábban importált opencv könyvtár cvtColor függvényét használtam, majd paraméterként megadtam a képet, illetve a COLOR_BGR2RGB paramétert, ami így sikeresen elvégezte a műveletet. Ennek az eredménye látható a 4. ábrán.

4. ábra - Szürkeárnyalatos előállított kép

Ezután egy zajszűrést hajtottam végre a már szürkeárnyalatos képen, ehhez szintén az opencv könyvtárat használtam, azon belül is a bilateralFilter függvényt. Ennek paraméterként a képet kellett megadni, illetve három szám értéket, az én algoritmusomhoz a 11, 17, 17 kombináció passzolt a legjobban, de teszteltem még két-három másik kombinációt is. Ezeket különböző zajcsökkentéses projektekből vettem át.

Az órán tanult Canny módszerrel éldetektálást hajtottam végre a képen, ez hatékonyan kirajzolta a fő éleket, amelyek az 5. ábrán láthatók.



5. ábra - Canny féle éldetektálás

Itt jutottam el ahhoz a ponthoz, hogy már nem kell a képen semmiféle változtatást elvégeznem, csupán meg kell keresnem a rendszámtábla pozícióját. Kontúrkeresés következett az edged képen. Ehhez a findContours függvényt használtam, aminek meg kellett adni a képet, de mivel ez módosítaná, ezért először le kellett másolnom. Első paraméterének ezt adtam meg (edged.copy()). Második paraméter a kinyerési mód, harmadik pedig a körvonal közelítési metódus. A CHAIN_APPROX_SIMPLE memóriamegtakarítási célokra szolgál, mivel nem az egész éleket, hanem csupán az élek végén lévő csúcspontokat rajzolja be. A detektált kontúrokat ráhelyeztem a szemléltetés kedvéért a kiinduló képre, ez látható a 6. ábrán.

6. ábra - Detektált kontúrok a kiinduló képre helyezve

A körvonalakat ezek után rendeztem a sorted függvény segítségével, ennek először meg kell adni a kontúrokat, utána a rendezési szempontot a key funkcióval, majd a csökkenő sorrendet. Az eredményhalmazból az első 10-et választottam ki, ezekben keresett a továbbiakban a program.

Ezután egy ciklus segítségével a olyan kontúrt kerestem, amelynek pontosan 4 sarokpontja van. Ezeknek a sarokpontoknak a koordinátáit eltároltam egy erre létrehozott változóban. Másik eshetőség, ha nem találja meg ezeket a sarokpontokat, ezesetben nem találja meg a rendszámot sem. Ekkor egy egyszerű ellenőrzést hajt végre a program a koordinátákra, mégpedig, hogy hányat tárolt el. Ha ez nem négy, akkor itt le is áll, nem fut tovább feleslegesen, mivel nem lenne mit leolvasni.

Amennyiben kilépett sikeresen a program, akkor eltárolt egy olyan körvonalat, aminek 4 sarokpontja van. Ahogy a dokumentáció elején is említettem, ez az állandó a különböző rendszámtáblákban, ezért kerestem egy ilyen alakzatot. Ha egy rendszámtábla pl.: 6 szögű lenne, akkor olyan egybefüggő körvonalat kellene keresni, aminek 6 sarokpontja van, majd, ha megtalálta mind a 6-ot a program akkor szintén el kell tárolni és kilépni a ciklusból.

Mivel megvan a 4 sarokpont, nem volt más dolgom hátra, mint létrehozni egy képet, amin ez a 4 sarokpont által közbezárt terület ki van emelve valamilyen módon. Ehhez egy maszkot használtam, mivel megvannak a sarokpont koordinátái, ezért könnyedén létre tudtam hozni a rendszámtábla

kiemelését. A numpy könyvtár segítségével létrehoztam egy nullákkal feltöltött maszkot. Létrehoztam egy new_image változót, aminek a drawContours() függvény segítségével megadtam a nullákkal feltöltött maszkot és a korábban meghatározott location változóban eltárolt koordinátákat. A rendszámtábla kirajzolását a 7. ábra szemlélteti.

7. ábra - Detektált poligon kiemelése a kiinduló képen

A numpy bitwise_and() függvényével a képre ráillesztette a maszkot, így a kiinduló képünkből most csak a rendszámtábla látszódik, de ez még nincs körbe vágva, ezért a kép megtartotta az eredeti nagyságát, de a kép nagy része így fekete. Pár soros kóddal orvosoltam ezt a problémát, csupán a maszk legmagasabb, legalacsonyabb és két irányban legszélesebb pontját kellett venni, így minimalizálni tudtam a felesleges részt, ez látható a 8. ábrán.

8. ábra - Maszkolt rendszámtábla

Ahhoz, hogy növeljem a hatékonyságát a rendszernek, a korábban kapott, kivágott, rendszámtáblát visszanyújtottam egy téglalappá, úgynevezett 4 pontos transzformációt hajtottam végre rajta, így a különböző éles szögből fotózott táblákon jobban érzékeli a karaktereket a pytesseract függvénykönyvtár leolvasó függvénye. Ehhez két függvényt írtam, az egyik az order_points, másik a four_point_transform.

Először az order_points függvényt kell meghívni (ez a four_point_transformon belül kerül meghívásra), majd a location változóban eltárolt sarokpontok koordinátáit átadni neki. Ehhez először egy pts változót hoztam létre, amely egy np.array típusú változó és float32 értékeket tárol. Ennek a függvénynek a lényege, hogy egy rect tömbbe visszaadja a megfelelő sorrendben a koordinátákat. A sorrend a következő: bal felső sarok, jobb felső sarok, jobb alsó sarok és végül a bal alsó sarok. Miután ezeket a pontokat már jó sorrendben visszaadta a four_point_transform függvénynek, a következő képlet segítségével kiszámolja az új téglalap szélességét és magasságát:

Leghosszabb szélesség meghatározása:

$$AB = d = \sqrt{(b_1 - a_1)^2 + (b_2 - a_2)^2}$$

Hasonló képlettel a megfelelő koordináták beillesztésével ki tudjuk számolni a magasságot is, majd, ha ez megtörtént, akkor megvan a „keretünk”, már csak az opencv segítségével be kell illesztenünk a kivágott képünket. A beillesztés után a 9. ábrán látható visszanyújtott képet kaptuk.

9. ábra - Szemből nézetes rendszámtábla

Mivel most már a legélesebb, de még detektálható szögből készített képünket is át tudtuk alakítani frontális nézetre, így már nincs más hátra, mint leolvasni a rendszámtábláról a karaktereket. Ezt megelőzően érdemes volt még egyszer alkalmazni a zajcsökkentést egy magasabb értékkel, hogy még sikeresebben végezze a dolgát a program. A pytesseract külső könyvtárat használtam a leolvasáshoz, annak is az image_to_string függvényét. Ezt a –psm 11 configurációval használtam, aminek a lényege, hogy minden karaktert leolvas a kivágott képről. Vannak konfigurációk, amik egybefüggő karakterláncokat keresnek, de ezek nem adtak jó eredményt számomra. Miután leolvasta a karaktereket, eltároltam egy text változóban. Mivel minimalizálni akartam a leolvasás utáni hibákat, ezért a véletlenszerűen leolvasott karaktereket megpróbáltam törölni. Ezt a következőképp hajtottam végre. Meghívtam a strip() függvényt, ami törölte a szóközöket. Mivel minden rendszám csakis alfanumerikus karaktereket tartalmazhat, ezért egy ciklussal töröltem, amelyik karakter nem volt alfanumerikus. Ezzel el tudtam kerülni a külföldi rendszámokban lévő kör alakra hasonlító karakterek leolvasását. Erre a rendszámtáblára szolgál példaként a 10. ábra.

10. ábra - Példa külföldi rendszámtáblára, amely félrevezetheti a leolvasást

Előfordult olyan hiba is, mint például kisbetű lett leolvasva a nagy helyett. Mivel minden rendszámtábla csak nagybetűt tartalmazhat, ezért az upper() függvénnyel a kicsiket naggyá alakítottam. Ezután nem volt más hátra, mint visszaadni a leolvasott karakterláncot.

Tesztek

A korábban említett műveletek jelentős része egy nagy függvényben voltak megírva, ami csupán a kinyert stringet adja vissza. Célszerű volt függvényben csinálni a teszt miatt, így ezután egy for ciklussal folyamatosan meg tudtam hívni különböző képekre, amelyekből ki tudja nyerni a rendszámokat és összehasonlítani az általam leolvasott ténylegesen helyes rendszámmal. A gyűjtött rendszámaim fájl neveit átírtam a tényleges rendszámra. Ezek lesznek az elvárt értékek.

Első tesztemhez egy test_script_different_cars() függvényt írtam, ami az elején deklarált 3 listát, az egyik a predicted_list, itt lesznek sorban a leolvasott rendszámok, második a known_plates, ami a fájlok neveit tárolja és ezek egyben a helyes értékek is. Harmadik a statistic lista, ami pedig a két különböző lista elemeit veti össze és eltárolja százalékos egyezést. Itt lehetett volna más adattípust használni, például egy szótárt vagy tuple-t, ami szorosabb kapcsolatot biztosít a listák között, de a teszt szempontjából a listák is tökéletesen megfeleltek. Az automatizálás szempontjából egy txt fájlban tároltam el a képek elérési útját, így egy for ciklussal folyamatosan be tudtam olvasni soronként. A beolvasás során egynumber_plate_text változóban eltároltam a numberplate_to_text függvény által visszaadott leolvasott rendszámot, az actual_plate változóban pedig a helyes értéket. Mielőtt viszont ezt eltároltam volna, ezen végre kellett hajtanom egy darabolást, mert ez az elérési utat és a kiterjesztést tárolta, nem pedig csakis a rendszámot string formában. Ehhez írtam egy függvényt, ami paraméterként megkapta az inputpath változó értékét (ez a korábban txt fájlból beolvasott i. iteráció sora). Itt a replace függvényt használtam (kicseréli a régi szöveget,

ami a karakterláncban megtalálható, az új szövegre), mivel egy mappában van az összes kép és az összesnek ugyan az a kiterjesztése, ezért könnyedén megadtam paraméternek a régi szöveget, ami a „rendszam kepek\\\\” volt, új szövegnek pedig egy üres sztringet: „”. Ugyanígy a „.jpg”-re is végrehajtottam majd visszaadtam a nyers rendszámot. Ezt eltároltam az actual_plate változóban, majd az append metódussal hozzáadtam a known_plates listához, mint következő listaelem. A leolvasott rendszámot hozzáadtam a predicted_list-hez, így biztosítva, hogy egy indexen legyenek az egymással kapcsolatban lévő értékek, csak különböző listákban. Utolsó függvény amit írtam, a similar() függvény egy külső könyvtárat használ, nem mást mint a difflib-et. Erre a két sztring összehasonlításához volt szükség. Meghívása után a similar() visszaadott egy 0 és 1 közti értéket, ezt felszoroztam 100-al majd kerekítettem 2 tizedesre, hogy szép százalékos értéket kapjak. Ezt az értéket hozzáadtam a statistic listához. Szemléltetés kedvéért minden egyes sorra kiírtam a kívánt rendszámtáblát, a leolvasott rendszámtáblát, majd a százalékos egyezést. A 10. ábrán látható a teszt futása közben megjelenő szöveg egy része. Ezzel a megjelenítési móddal egyértelműen és átláthatóan tudtam visszaadni a leolvasás eredményét.

```
Exact plate number:  SGP414    Predicted plate number:  SGP414    Match:  100.0 %
Exact plate number:  SIA909    Predicted plate number:  S1A909    Match:  83.33 %
```

10. ábra – Output részlet

A mainben csupán egy statistic változóra van meghívva a test_script_different_cars függvény, ez kiírja statisztikám átlagát. A 11. ábrán tekinthető meg a teszt eredménye.

```
Percentage of 81 detected plates:  74.06 %.
```

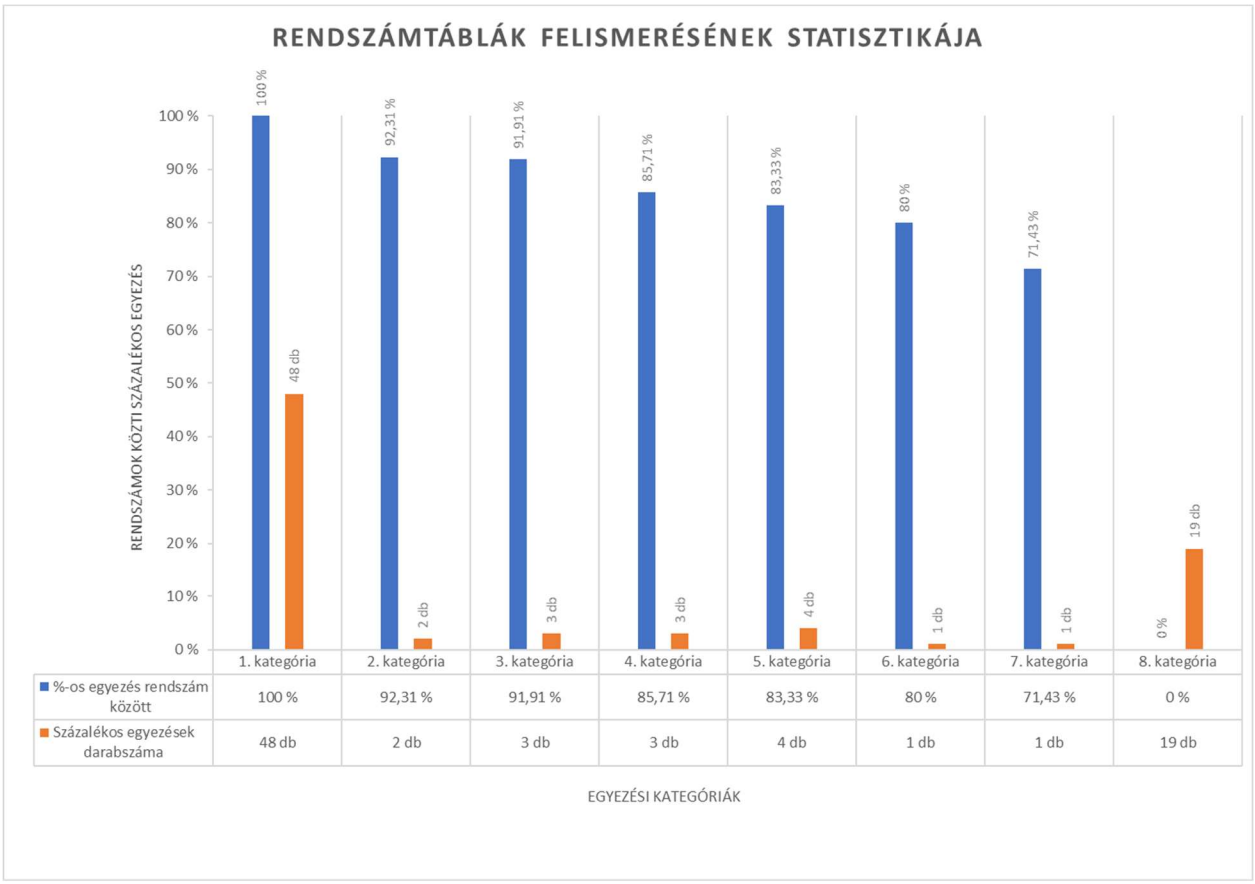
11. ábra – Output részlet

Ez a teszt különböző gépjárművek leolvasására szolgált, de írtam egy másik jellegű tesztet is, ami egy és ugyan azon jármű rendszámát olvassa le, csak különböző szögekből. Ehhez egy hasonló függvényt írtam, mint a korábbi, csak mivel az összes rendszám ugyan az, ezért a fájlok nevét nem a rendszám adja, hanem egy növekvő számsorozat, így nem volt szükségem még egy txt-re. Egy for ciklussal könnyedén tudtam generálni sztringeket, amelyek az elérési utat tárolják egy listába.

12. ábra – Rendszámtábla szembe forgatása

A 12. ábrán látható igazán, hogy elengedhetetlen volt a rendszámtábla téglalappá való kinyújtása. Éles szögből is könnyedén jól látható rendszámtáblát sikerül létrehoznia a programnak. 16 különböző szögből 85%-os teljesítménnyel végzett a program.

Összegzés



12. ábra – Diagramm a rendszámtáblák felismerésének statisztikájáról

A diagramon rendszámtáblák felismerésének statisztikája látható. Az X tengelyen 8 kategória van feltüntetve, mivel az egyezések ezeket a százalékokat adták, ezeket soroltam egy-egy kategóriába.

Ezek az értékek a kék oszlopokkal vannak jelölve. Ezeknek a százalékos értékeknek az előfordulása, vagyis darabszáma megjelenítésére a narancssárga oszlopok szolgálnak. Az egyszerűbb leolvasás miatt egy adattáblát szúrtam be a diagramm alá, ebből egyszerűbben kivehetőek, hogy melyik érték hányszor fordult elő.

A diagramról leolvasható a projekt eredményessége. Kiderül belőle, hogy a 81 leolvasott rendszámtáblából 48-at tudott 100%-osan leolvasni és ténylegesen helyes eredményt visszaadni. Volt 19 eset, amikor 0%-os egyezést adott vissza, ez akkor fordul elő, hogyha nem tud semmit sem leolvasni a kivágott képről. Ebből arra lehet következtetni, hogy nem találta meg a képen a rendszámtáblát. Ha az egész adathalmazt nézzük, akkor 74,06% volt a hibátlanul leolvasott rendszámtábla. Érdekes vizsgálni azt az esetet, amikor nem vesszük figyelembe a 0 %-os értékeket. Ha ezeket mellőzzük és újra számoljuk az átlagot, akkor 96,76%-kal olvasta le hibátlanul a rendszámtáblát. Itt kiderül, hogy a programunk „gyenge” része a rendszám körvonalának megtalálása. Ez fejleszthető a későbbiekben úgy, hogy preseteket állítunk be, majd azokon a képeken, ahol nem talál rendszámtáblát, ott a különböző preseteket használunk és újrahívjuk a függvényt. Ez a preset lehet a zajcsökkentő függvény argumentuma, Canny detektor paramétere, vagy csak nem az első 10 kontúrt nézzük, hanem többet.