

Gépjárműtípus felismerés¹

Max Gyula

Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék
1521 Budapest, Pf. 91, e-mail: max@aut.bme.hu

Abstract: Közlekedési események megfigyelésekor nemcsak a vizsgált objektumok mozgása lehet fontos tényező, hanem maga a mozgó objektum is. A gépjármű típus és modellazonosító (Vehicle Make and Modell Recognition - MMR) technikák ma még a legtöbb esetben kizárólag az automatikus rendszám felismerő technikák (Automatic Number Plate Recognition - ANPR) alapján azonosítják a járműveket. Számos esetben ez a technika nem alkalmazható. A cikkben áttekintjük a jelenleg alkalmazott típus és modellfelismerő technikák közötti különbségeket és bemutatunk egy egyszerű technikát, amely segítségével el lehet kezdeni a járművek azonosítását, mert sok esetben nem a jármű pontos adataira, hanem csak néhány, a megfigyelő számára fontos adatra van szükségünk.

1. BEVEZETÉS

A mindennapi közlekedési események megfigyelése kimerítő feladat, mert a beavatkozásra szolgáló események csak ritkán történnek és ezek időtartama meglehetősen rövid. Ha ezek a rendszerek humán megfigyelők segítségével ellenőrzik a közlekedést, akkor a monotonia jelentős hibaforrásként lép be ebbe a rendszerbe. Egyértelmű, hogy a közlekedési események szemmel történő ellenőrzése nagy figyelmet, és speciális megfigyelő eszközöket igényel. Mégis mindig van esély arra, hogy sürgős beavatkozást igénylő események színhelye észrevétlen marad. A közlekedési anomáliák - pl. a balesetek - automatikus észlelése vagy esetleg ezek megelőzése nagyban hozzájárulhatna a biztonságos közlekedéshez és adott esetben a megfelelő beavatkozások megindításához is. A közlekedés színterének automatikus vizsgálatára az anomáliák felderítése mellett a későbbi elemzésekben is fontos kiindulópontot jelentene. A szabálytalanságok, balesetek felderítései általában rendszám felismerő rendszert alkalmaznak. Abban az esetben azonban, ha a rendszám nem, vagy nem pontosan látható, ezek a rendszerek nem tudnak eredményt szolgáltatni. Az azonosítás kiindulópontja ezekben az esetekben a gépjármű típusának és modelljének azonosítása lehet. Ez a megoldás, a rendelkezésre álló képek alapján automatikusan kategorizálja a járműveket gyártmány, modell, sőt esetleg az év tartományában is.

A gépjármű azonosító rendszereket például a következő területeken lehet felhasználni:

- büntető vagy szabálysértési ügyekben segíthet a bűnüldöző vagy egyéb eljáró szerveknek az azonosításban [Max, (2012)] (pl. kiemelt fontosságú körözésekben a "forró autók" azonosításában)

- fogyasztói szokások azonosításában vagy célzott reklám előkészítéséhez (pl. a kisteljesítményű autót inkább a délelőtti időszakban használják)

- adatbányászat vagy statisztikák elkészítéséhez

Bűnügyek azonosításában, lopott autók keresésében ma is használnak azonosító rendszereket, de ezek legtöbbször rendszám azonosítás alapján működnek. Ha lehetőség van egy nagyobb területen, pl. egy parkolóban az összes autó egyidejű megfigyelésére, az azonosítás kérdése akkor válik érdekessé, ha megtudjuk, hogy mire lehet következtetni pl. a nyers videó felvételekből. Ha ezek alapján, a típus azonosítás segítségével gyorsabban eldönthető, hogy érdemes-e az adott területet részletesen átnézni, akkor a típusazonosító rendszer segítségével jelentős idő spórolható meg. Mivel a megfigyelő rendszerek száma egyre növekszik, és az alkalmazott technikák egyre nagyobb felbontást tesznek lehetővé, egyre olcsóbb hardverek alkalmazása mellett, az egyéni azonosítási módszerek helyett a párhuzamos azonosítási technikák alkalmazása várhatóan előbb-utóbb el fog terjedni. Ez a kombináció azonban megdöbbentő mennyiségű adat termel, amelyek alapos vizsgálata jelentős időt igényel. Azonban az adatok mennyisége kizárja a humán alapú alapos keresést. Ehelyett tehát tartalom alapú keresési algoritmusokat kell használni. Az azonosítás tág határok között változhat, pl. szedán, furgon, teherautó. Előfordulhat azonban összetettebb keresés is, mint pl. "Mikor volt az utolsó alkalommal, amikor egy Opel Caravan haladt keresztül a vizsgált helyszínen?".

A leginkább fontos információk azonban a legtöbb esetben a jármű típusára, színére vagy méretére vonatkoznak.

¹ This work is connected to the scientific program of the "Development of quality-oriented and harmonized R+D+I strategy and functional model at BME" project. This project is supported by the New Hungary Development Plan (Project ID: TAMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002).

2. AZONOSÍTÁSI TECHNIKÁK

Az MMR rendszerek alapvetően abból a feltételezésből indulnak ki, hogy ha ismert az egyes típusok és modellek teljes felépítése, amihez képi tartalom is kapcsolható, akkor a felismerés problémája megoldható. Egy robusztus jármű MMR technikától viszont elvárjuk, hogy képes legyen felismerni a jármű típusa és modellje mellett a változó környezetet is. A legtöbb meglévő gépjármű felismerő rendszer ezek alapján először szegmentálja a vizsgálandó objektumot, majd ellenőrzött feltételek felhasználása mellett megpróbálják azonosítani a különböző gyártmányokat és modelleket.

Magát az azonosítás műveletét is legalább két csoportba kell sorolni, úgymint statikus és dinamikus azonosítás. Az első csoportba tartoznak azok a technikák, amelyek fénykép vagy videó felvételek alapján kísérlik meg az azonosítást. Ez a módszer alapvetően eltér a dinamikus módszertől. A statikus módszerek alkalmazása során ugyanis lehetőség van a képek időben nem limitált, többszöri ellenőrzésére is. Amíg egy elmosódott Trafipax képet többszöri nagyítással, szűrővel vagy egyéb technikák alkalmazásával idővel talán felismerhetővé lehet varázsolni, addig egy térfényképező kamera nem rögzített felvételén történt baleset során roncsolódott gépkocsi azonosítására az előző módszerhez képest meglehetősen kevés idő áll rendelkezésünkre. A statikus módszerek alapvető tulajdonságát tehát a megismételhetőségben lehet összefoglalni. Ez egyben azt is jelenti, hogy olyan információkat is fel tudnak használni az azonosításra, amelyek a kép készítésének pillanatában még nem álltak rendelkezésre. Ezzel szemben a dinamikus – real-time – felismerési módszerek csak azokkal az információkkal rendelkeznek, amelyek a felvétel készítésének pillanatában a rendszer számára hozzáférhetőek voltak. Mivel a statikus azonosítási technikák időkorlát nélkül képi adatfeldolgozási műveletekre vezethetők vissza, ezért ezzel a kérdéssel ebben a cikkben nem foglalkozunk.

A rel-time azonosítási technikák alkalmazása során az időkorlát mellett számos más problémát is meg kell oldani. Nehézséget jelent a felismerésben például:

- a másodpercenként készített felvételek száma
 - a képfelbontás minősége
- vagy
- a változó megjelenés

A másodpercenként készített felvételek száma még az azonosítás első fázisában, a szegmentálásban jelent problémát. Egy 72 km/h sebességgel haladó jármű másodpercenként 20 métert tesz meg. Ha kameránk másodpercenként csak 4-5 képet készít, mert például a képfeldolgozási idő nem tesz lehetővé ennél gyorsabb felvételkészítést, akkor ez azt jelenti, hogy a vizsgált járművet minden egyes felvétel után újra meg kell keresni, és azonosítani a képen, mert az előző felvételhez képest járművünk helyén már egy másik gépjármű állhat. Ez egyértelműen megnöveli az adatfeldolgozás idejét, míg ha

normál, másodpercenként 24-25 képkockás felvételeket tudunk készíteni a vizsgált objektumról, akkor az ilyen rövid idő elteltével, még biztosan fedésbe hozható az előző felvételen található gépjárművel, vagyis az objektum környezetétől való szegmentálása egyszerűbben elvégezhető. A képfelbontás minősége a későbbi azonosítási folyamatban játszik fontos szerepet. Egy nagyfelbontású képen, nagyobb esélye van egy MMR rendszernek tipikus azonosítási pontokat találni egy alacsonyabb felbontású képhez képest. A viszonylag finom (kis méretű) azonosítási pontok, például a gyártó emblémájának a gépjárművön elfoglalt helye, nagyon sokat segítenek a különböző járműtípusok megkülönböztetésében.

A változó megjelenés tudja legerőteljesebben gátolni a felismerés folyamatát. Például egy tetőcsomagtartó, vagy a csomagtartóban elhelyezett nagyméretű, látható tárgyak jelentősen rontják az azonosíthatóságot. Egy tetőcsomagtartón elhelyezett mosógép alapvetően megváltoztatja a gépjármű fizikai paramétereit. Egy kombi csomagtartójában elhelyezett doboz felismerhetetlenné teheti például a gépjármű hátsó ablakát, aminek hiányában a jármű azonosíthatatlanná válik. Ugyanígy problémát jelentenek az időjárási tényezők is. A jármű színének meghatározása a megvilágítás erősségétől függően ezért meglehetősen széles tartományban mozog, ami szélsőséges esetben pontatlan színmeghatározást is jelenthet.

3. ELÉRT EREDMÉNYEK

Egészen a közelmúltig, a jármű típus felismerése azt jelentette, hogy csak a gépjárművek néhány jellegzetes kategóriáját azonosítottuk, mint például egy szedán, vagy egy teherautó [Dlagnekov, (2005)]. Petrovic [Petrovic et al., (2004)] ezt a korlátozást szüntette meg, mert a jármű típusát és márkáját is sikerült azonosítaniuk. Munkájukban, egy adott régióban az (első) autó azonosították. Maga a régió egy normalizált, fix méretű ablak volt, és a különböző funkciók rögzítésére szolgált. A számítási modell ebből a képből egy a formára jellemző vektort állított elő. Egy adatbázis adataival összehasonlítva próbálták meghatározni a jármű típusát. Ez a módszer kb. 97%-os eredményt szolgáltatott, ha elegendő idő állt rendelkezésre a vektor előállításához és az azonosításhoz. Hasonló eredményeket ért el Negri [Negri et al., (2006)] is. Némileg eltérő sajátosságokat használt a típus meghatározásához és egy másik típusú, szavazati alapú osztályozó rendszert hozott létre, amely az előzőekhez hasonló eredményeket szolgáltatott. Ezeknek a technikáknak a másik sebezhető pontja az volt, hogy a gépjárműveket csak előlnézetből voltak képesek felismerni. Nagy előnyüknek számított viszont, hogy egyetlen képből is képesek voltak az azonosítás elvégzésére.

A továbbiakban olyan felismerési technikák fejlesztését tűzték ki célul, amely képes azonosítani invariáns jellemzőket és amelyek lépték, elforgatás invariánsak valamint robusztusak a torzítások, a zaj, a megvilágítás és a térbeli változások szempontjából [Max, (2007)]. A problémát jól szemlélteti az 1. ábra, ahol egy korrekciós leképezés lépéseit követhetjük végig.



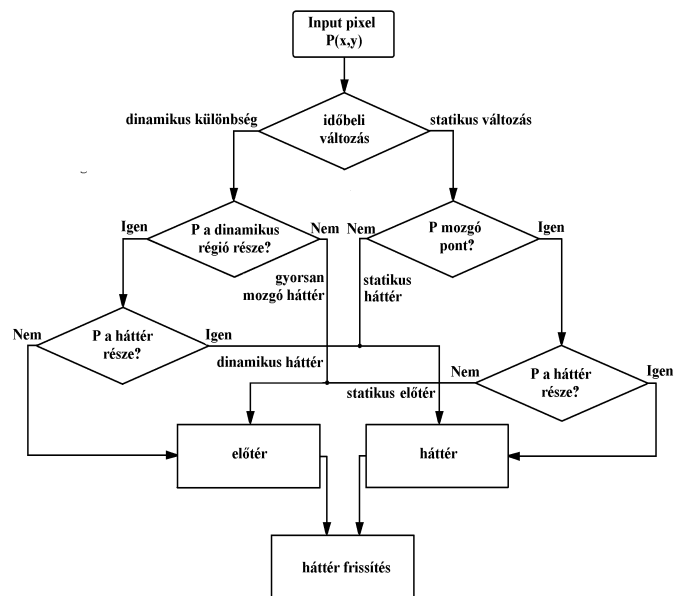
1. ábra: A korrekciós leképezés lépései

Az 1. ábra első részében a 3D-s térrészletről készült 2D-s kép látható, mindenféle kiegészítő nyújtás vagy forgatás nélkül. Ezen a képen még érzékelhetők a távolságok, a rövidülések, viszont a jármű jellegzetes tulajdonságai csak részben kivehetőek. A perspektivikus hatás kiküszöbölése után keletkező képen a gépjárművek frontális alakjai már jól látszanak, míg a harmadik képrészleten az első jármű azonosításához felhasznált ábrát rekonstruáltuk.

Egy azonosítási algoritmus tehát a következő lépéseket tartalmazza. Először is, a felismerő algoritmusnak a jármű mozgását kell beazonosítani a felvétel minden képkockáján, feltételezve, hogy a jármű halad előre. Ezután a jármű tulajdonságait kell meghatározni. Mivel ezeknek a tulajdonságoknak a meghatározása időigényes, ezért többnyire több képkockányi idő alatt lehet ezt megtenni. Amennyiben lehet ezzel párhuzamosan az adatbázisunkban lévő modellek irányítottságára kell átforgatnunk a képeket. Ezzel már az első néhány kép elkészülte után szűrni lehet az adatbázis modelljeit, amivel a későbbi előrejelzésünket tudjuk pontosítani. Az azonos orientáció képeket összehasonlítjuk az adatbázisban talált modellekkel és a vizsgálat elején egy hasonlósági pontszám alapján igyekszünk kiszűrni azokat a járműtípusokat, amelyek nem jöhetnek számításba, míg a későbbiek folyamán a szűrést a célmodell kiválasztására fordítjuk. Ezek után a legjobb hasonlósági pontszámot elért modell adja a kiválasztás végeredményét. A hasonlósági pontszámok létrehozásához [Yu et al., (2009)] a ritka optikai áramláshoz modellezéséhez használt Global Motion minta alapján készíti el az előzetes számításokat. Ez jelentősen megnöveli a becslés toleranciáját. Az azonosítási probléma, esetünkben az egyes lépések során, amikor újabb és újabb felvételek kerülnek vizsgálat alá, könnyebbé teszik a felismerés folyamatát. Több megközelítés [Zafar, (2007), Ali, (2008)] is született az egyes vizsgálati (vezér)síkokon elvégezhető feladatok azonosítására. [Rother et al., (2001)] szerint a feladat leegyszerűsíthető négy síkban mozgó modell vizsgálatára, amelyekhez egy lineáris egyenlet-rendszert állított fel. A repülőgép parallaxis megfogalmazása a probléma a [Irani et al., (2002)] rekonstrukciós mérések felhasználásával és a szükséges képpontok megfelelésével próbálja megoldani a feladatot. A faktorizációs megközelítés során a problémát úgy oldjuk meg, hogy kalibrált kamera(k) meglétét feltételezzük, amelyek képeit egy inkrementális rekonstrukció algoritmus segítségével hasonlítjuk össze az adatbázisunk adataival. Ebben az esetben a kamerákról feltételezzük, hogy statikusak (stabilizáltak). A további ismereteket használják korlátozzák optimalizálása újravetítés hiba.

4. MATEMATIKAI ALAPOK

A sikeres algoritmusok alapja, hogy pontos egyezéseket keressen több nézőpontból készült geometria térképen. Mivel felvételeinken rengeteg adat szerepel, ezeket ki szeretnénk használni egy optikai áramlás alapú algoritmust alkalmazó összehasonlítási eljárás modellezése során. Mint már azt az előző fejezetben említettük az egyik fő problémát az okozza, hogy bármilyen pontos beállítás mellett a karosszéria lesz a megfigyelt objektum legerősebben tükröződő eleme. Ez egyik kockáról a másikra jelentősen megváltoztathatja a felvétel képi paramétereit. Ezért ha a ritka optikai áramlások módszerét kívánjuk alkalmazni érdemes a feladatot Bayes-i környezetben megfogalmazni. Ezt a gondolatmenet sikerrel alkalmazták járművek levegőben történő nyomkövetésére. Ebben az esetben a globális mozgás mintázatok számításmenetének követésével sikerült azonosítani a járműveket. Mi egy egyszerű nyomkövetésen alapuló algoritmust alkalmazunk, melynek alapja az előző felvételekkel történő összehasonlítás. Ha feltételezhetjük, hogy nagy mozgó objektumokat akarunk azonosítani, akkor először képezzük egy üres háttérképet, amelyet a későbbiekben minden képkockából ki tudunk vonni. A 2. ábrán a háttérkészítés folyamatát láthatjuk nappali és éjszakai körülmények között.



2. ábra: A nappali és éjszakai háttér kialakításának lépései

Ezután járművel kapcsolatban minden egyes kockára alkalmazzuk a magyar algoritmust. A hasonlóság megfogalmazására az egymást követő keretek közötti csúszó ablakos eltolással megállapítjuk az átfedések arányát. Ha a frame rate elég nagy és a mozgás egyenletességének feltételezése is teljesül a kívánt mozgó objektum azonosítottá válik. Ezután a következő lépés az optikai áramlás számítása, melynek folyamán a már stabilizált felvétel adatai alapján, Harris-detektor alkalmazása mellett, sor kerül az optikai áramlás kiszámítására.

Minden egyes i jellemvonás megjelenési valószínűsége (1) az I_j képen, amelynek az áramlási valószínűsége v_i

$$p(v_i | I_j) \sim p(I_j | v_i) p(v_i) \quad (1)$$

ahol $p(I_j | v_i)$ jelenti a jellemvonás valószínűségét és $p(v_i)$ az áramlás irányát.

Az áramlási irány maximumának meghatározásához egy utólagos becslési algoritmust (2) használjuk fel.

$$v_i = \arg \max p(v | I_j) \quad (2)$$

Ha a valószínűsége v_i kisebb, mint egy előre megadott küszöbérték, akkor az adott pontot eltávolítjuk a képről. Az algoritmusban v_i egy diszkrét változó, amelynek lehetséges értékeinek előzetes helyét, a mozgás előző fázisai alapján, egy kis kör alakú terület középpontjában határozható meg az aktuális felvételen. Ha a jármű középpontjának jelenlegi helyzete x_j , míg az előző felvételen x_{j-1} volt, akkor

$$v = x_j - x_{j-1} \quad (3)$$

Azaz x_j várható helyét az előrejelzés alapján az $x_j = v + x_{j-1}$ összefüggés adja meg.

A mozgásirány meghatározása után elő kell állítanunk a mozgó objektum aktuális paramétereit.

A következő kódrészletben az előzőekben vázoltak megoldását mutatjuk be C nyelven. A C nyelvű megoldás azért tűnik hatékonyabbnak az assembler szintű megoldásokhoz képest, mert könnyebben hordozható. A későbbiekben bemutatott FPGA-s megoldások között is a magasszintű nyelveken írt kódok hatékonyabbnak tűnnek abban az esetben, ha hardware váltásról beszélünk.

```
//-----
//----- LOCATE FÜGGVÉNY -----
//-----
// A megfigyelt objektum kulcspozícióinak
// meghatározására szolgál (Center, Middle and Top)
```

```
void locate(int* top, int* center) {
    unsigned char threshold = 127; /* Average threshold */
    int middle = 120;
    int up = 70;
    int down = 170;
    unsigned char fore = 0;
    int x=0, y=0;
    int left_up=0, left_center=0, left_down=0;
    int right_up=0, right_center=0, right_down=0;
    int diff_up=0, diff_center=0, diff_down=0;
    int max = -1;
```

```
// Collecting left_up
for(x=0; x<W_PIC; x++) {
```

```
    /* Collecting foreground */
    fore = abs(pic[up][x] - background[up][x]);
```

```
    /* Binarize and thresholding */
    if (fore > threshold) {
```

```
        left_up = x;
        break;
    }
} // END of for
```

```
// Collecting left_center
for(x=0; x<W_PIC; x++) {
```

```
    /* Collecting foreground */
    fore = abs(pic[middle][x] - background[middle][x]);
```

```
    /* Binarize and thresholding */
    if (fore > threshold) {
        left_center = x;
        break;
    }
} // END of for
```

```
// Collecting left_down
for(x=0; x<W_PIC; x++) {
```

```
    /* Collecting foreground */
    fore = abs(pic[down][x] - background[down][x]);
```

```
    /* Binarize and thresholding */
    if (fore > threshold) {
        left_down = x;
        break;
    }
} // END of for
```

```
// Collecting right_up
for(x=W_PIC-1; x>=0; x--) {
```

```
    /* Collecting foreground */
    fore = abs(pic[up][x] - background[up][x]);
```

```
    /* Binarize and thresholding */
    if (fore > threshold) {
        right_up = x;
        break;
    }
} // END of for
```

```
// Collecting right_center
for(x=W_PIC-1; x>=0; x--) {
```

```
    /* Collecting foreground */
    fore = abs(pic[middle][x] - background[middle][x]);
```

```
    /* Binarize and thresholding */
    if (fore > threshold) {
        right_center = x;
        break;
    }
} // END of for
// Collecting right_down
for(x=W_PIC-1; x>=0; x--) {
```

```

/* Collecting foreground */
fore = abs(pic[down][x] - background[down][x]);

/* Binarize and thresholding */
if (fore > threshold) {
    right_down = x;
    break;
}
} // END of for

/* Comparing distances for best middle */
diff_up = right_up - left_up;
diff_center = right_center - left_center;
diff_down = right_down - left_down;

/* Initializing first max */
max = diff_up;
*center = (left_up + right_up)/2; //use shift so //delay is 1

/* Comparing best middles */
if (diff_center > max) {
    max = diff_center;
    *center = (left_center + right_center)/2;
}

else {
    max = diff_down;
    *center = (left_down + right_down)/2;
}
// Locating top
for(y=1; y<=H_PIC; y++) {

/* Collecting foreground */
fore = abs(pic[y][*center] - background[y][*center]);

/* Binarize and thresholding */
if (fore > threshold) {
    *top = y;
    break;
}
} // END of for
} // END of locate

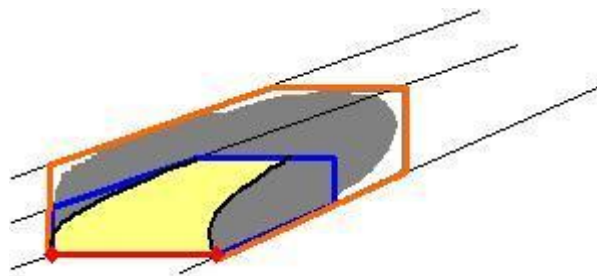
```

A megadott eljárás részletesen feltárja az adott kép fontosabb pontjait, melyek meghatározása alapvetően fontos a későbbi műveletek elvégzéséhez.

5. ELÉRT EREDMÉNYEK

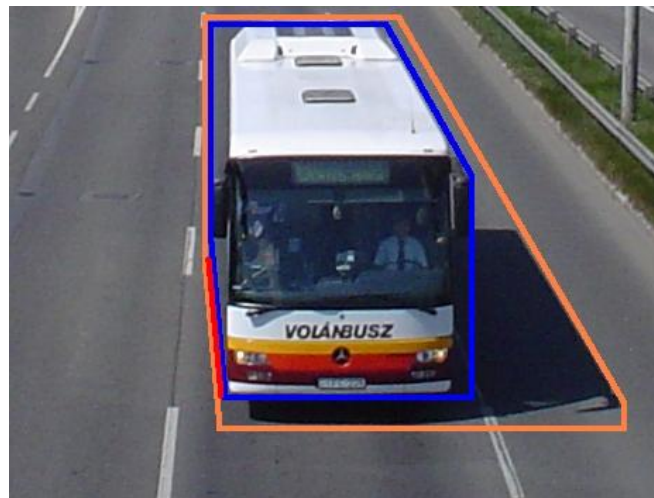
A kódrészlet némi alapot szolgáltat arra, hogy megértsük miért nem használhatók ezek az eljárások a real-time gyakorlatban. Láthatjuk a kód többszörös ciklusok végigjárásával. A sikeres algoritmusok alapja a pontos egyezés lenne, amit a felvételek zajossága miatt igen nehéz elérni. A szegmentálás befejeztével a mozgó objektum körvonalai ugyan meghatározhatók, azonban a felvétel két dimenzióban mutatja a háromdimenziós valóságot. A képen

látható felület ezért többnyire a 3. ábrán látható hatszöghöz hasonló alakzatot határoz meg, amely még ráadásul a mozgó jármű árnyékát is tartalmazza.



3. ábra: A szegmentált jármű 2D-s vetített képe

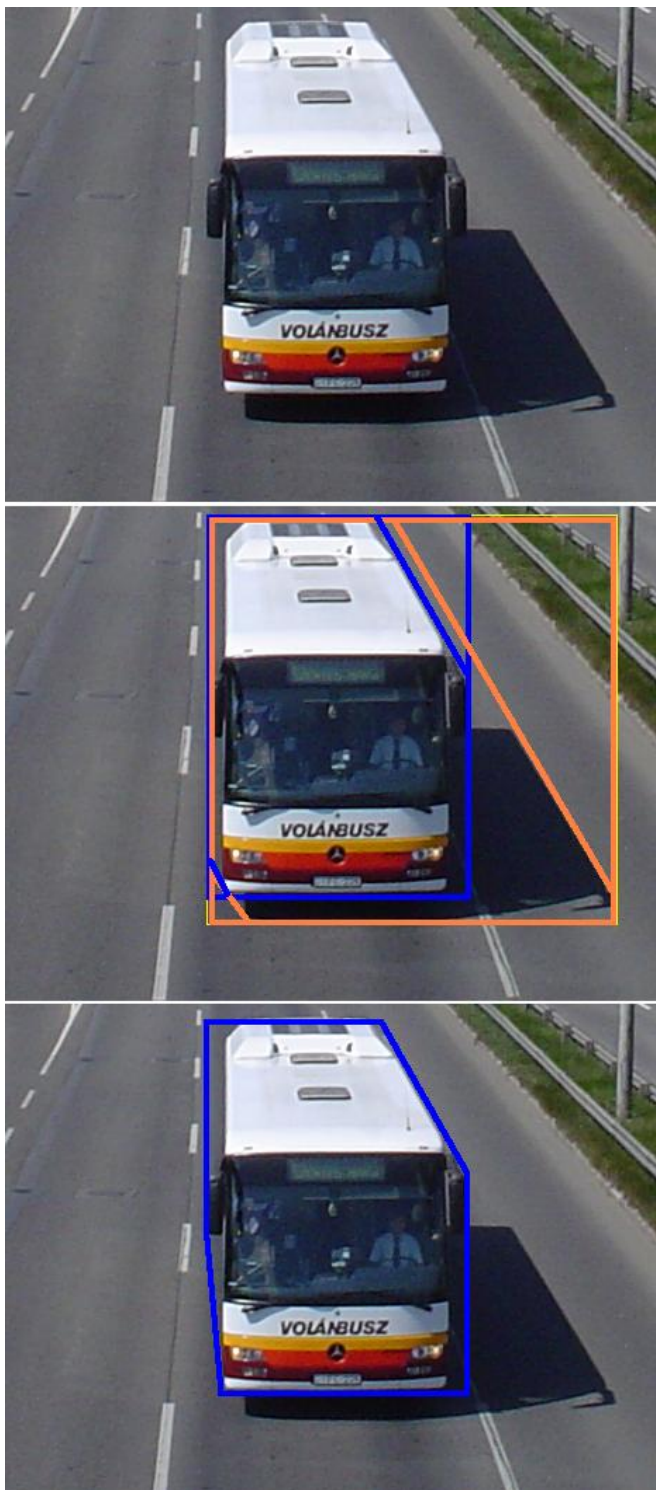
Ezt az egyszerű kocka modellt használjuk hat csúcsponttal a mozgó objektumok vetített adatainak meghatározásánál. Ugyanez a modellt alkalmas a járművekhez kapcsolódó árnyékok felismerésére is, amely hat lehetséges kapcsolatot ír le az objektum, a fényforrás és a kamera között [Mikic, (2003)]. A 3. és a 4. ábrán a fényforrás iránya pirossal, a mozgó objektum késsel, az árnyéka narancssárgával van jelölve és azt az esetet mutatja be, amikor fényforrás oldalsó árnyékot vet. A kék vonalak, mint fényforrás irányok mentén végighaladva megkapjuk a további öt megvilágítási formát is. Ezek segítségével meghatározható az árnyék nélküli mozgó objektum geometria mérete.



4. ábra: Vetett árnyék baloldali fényforrás esetén

A teljes folyamatot az 5. ábrán követhetjük végig, ahol megadtuk a folyamatot a kezdeti állapottól kezdve, az árnyék eltüntetéséig. A típus meghatározás folyamata a befoglaló hatszög meghatározása után több szálon folytatódhat:

1. a legtöbb részletet magába foglaló felület meghatározása:
 - szembenézet
 - oldalnézet
 - hátsónézet
2. a hatszög paramétereinek vetítése az adatbázisra
3. egyéb azonosítási pontok keresése



5. ábra: A szegmentálási folyamat lépései

Az 1. ponthoz tartozó felület meghatározásánál az játszik szerepet, hogy milyen irányból történt a felvételek készítése. Az utak felett elhelyezett megfigyelő kamerák jelentős része két kameránál nem több kamerát tartalmazó egységből áll, melyeket az út fölött kb. 4-6 méter magasságban helyeztek el. Ez egyrészt megadja a rálátás látószögét, másrészt predesztinálja a meghatározó felületet is. Amennyiben a

kamrák a forgalommal szemben állnak úgy a szembenézeti, ellenkező esetben a hátnézeti felületek a dominánsak. Mindemellett legtöbbször szembenézeti felvételek készülnek. Ezekben az esetekben a közeledő jármű egyes jellemzőit már távolról is meg lehet határozni, mint pl. a szín vagy a forma, és a közeledő képek finomításával a rejtett részletek is megfigyelhetővé válnak.

Általánosan elfogadott az a nézet, hogy az adott járműről a szembenézet árul el a legtöbbet. Itt nem csak azokra a részletekre kell gondolni, amelyek megadják, pl. a fényszórók távolságát vagy az embléma magasságát, hanem olyan egyéb paraméterekre is, mint pl. az utasok száma, nem beszélve a rendszámról sem.

A 4. és 5. ábrákon látható busz szembenézeti felületét a 6. ábrán kinagyítva, a szimmetria tulajdonságait felhasználva aránylag könnyen meghatározhatók a jármű fényszóróinak és emblémájának helye. A vetített méret arányait felhasználva az adatbázis keresés már csak kisszámú szóba jöhető járművet kell megvizsgálni.



6. ábra: A szembenézeti kép egy részlete

A 6. ábrán további három részlet könnyítheti meg a felismerést:

- Az út sávszélességének ismeretében a jármű szélessége is pillanatok alatt meghatározható.
- A fényszórók helyének meghatározása, figyelembe véve a szimmetria viszonyokat is.
- Ha felismerő rendszerünk be tudja azonosítani a nagyobb fényszóró alatt található kisebb fényszórókat is, akkor ez a felismerés már jelentősen leszűkíti a számba vehető járműtípusokat.

A hátnézeti felület vizsgálatánál ugyanazokat a tulajdonságokat tudjuk elmondani, mint a szembenézeti felület vizsgálata esetén, azzal a kiegészítéssel, hogy ha a hátoldalon található fajta azonosítóját sikerül azonosítani, akkor már nem csak a típus, hanem a fajta is a rendelkezésünkre áll.

Különleges esetet képvisel az oldalnézeti felület vizsgálata. Többnyire nem teljes oldalnézeti képet vizsgálunk, hanem oldal és szembe- vagy hátoldali nézetet is tartalmazó felvételeket. Ezekben az esetekben az ablakmagasság és az ablakok osztatása ad jelentős felvilágosítást.

A 2. pontban megadott hatszögparaméterek átszámítása a gyors felismerés egyik alapja lehet. Kísérleti megvalósításunkban is ezt a megoldást választottuk. Az 5. ábrán látható szegmentálás eredménye egy hatszög, amely ugyan rendelkezik pontatlansággal a méret meghatározás területén, mégis a hatszög méretei 5-8 felvétel után már a rendelkezésünkre állnak. A felvételek előtti kalibráció során az egyes sáveválasztó szaggatott vonalak irányszögét megadtuk, így a rálátási szög és a távolság ismeretében az adatbázisban található járművek paraméterei számíthatók.

Különös lehetőségeket tartalmaz a 3. pontban megadott egyéb azonosítási pontok keresése:

- Ha a rendszerünk rendelkezik rendszám felismerő funkcióval is, akkor, bár ha elmosódottan is, de néhány felvétel után elég pontosan behatárolható a jármű rendszáma (xFC-22y, xEC-22y).
- Az embléma felismerés viszont azonnal megadja a jármű típusát, míg a fajta meghatározásához további lépéseket kell eszközölni.
- Oldalirányú vizsgálat esetén, ha rendszerünk optikai karakterfelismerő rendszerrel is rendelkezik, akkor a jármű oldalán elhelyezett reklámok nagyban segíthetik a tulajdonos, és ezzel egyidőben a típus és a fajta meghatározását.

6. MÉRÉS ÖSSZEÁLLÍTÁS

Az elmélet kipróbálásához összeállított rendszerünk egy kamerát, egy FPGA panelt és egy számítógépet tartalmazott. Az elgondolás azon alapult, hogy a kamera által szolgáltatott képen az FPGA előfeldolgozást végez, és csak a mérési eredményeket továbbítja a számítógép felé. Ez a megoldás megvalósítható lenne, ha közvetlenül hozzá tudunk volna férni a kamera kimenetéhez, de mivel ezt nem tudtuk megvalósítani, így az elkészített felvételeket képkockánként soros vonalon továbbítottuk az FPGA felé. A 32 MB belső, szavas memóriával rendelkező FPGA a 640x480-as, tehát meglehetősen kis felbontású színes képek esetén több mint egy másodperc anyagát tudta rögzíteni a memóriájában. Ablakos memóriaszervezést használva a kezdőpontok csúsztatásával és a legrégebbi kép átírásával cseréltük az adatokat. Mivel nem tömörített képeken történt az adatfeldolgozás és a memória szavas szervezése lehetővé tette párhuzamos adatátvitelt és a gyorsabb összehasonlítást, a 4. és az 5. fejezetben megadott szegmentálás és hatszögméret futási ideje 2-2.4 képkockányi időt vett igénybe, amit jelen körülmények között real-time feldolgozásnak tekinthetünk a maga kb. 0.1 másodperces feldolgozási idejével.

Összehasonlításként megjegyezzük, hogy ha a feladatot csak a számítógép segítségével szeretnénk elvégezni, akkor annak futási ideje 30-45-ször több időt venne igénybe, amit már semmiképpen nem nevezhetünk real-time megoldásnak.

A háttér paramétereinek ismeretében (sávszélesség, elválasztó jelzés hossza, rálátási szögek, ...) ismeretében a számítógép felé a hatszög paramétereit és a vizsgált jármű rálátási szögeit (eleje, vége) továbbítottuk. Az adatbázis

adatait felhasználva a számítógép is előállította az egyes járművek adott látószögéhez tartozó hatszögmintázatot és ezek összehasonlítása alapján határozta meg a jármű típusát. Jelenlegi adatbázisunkban csak három jármű szerepel: gépkocsi, furgon és busz. A 4., 5. és 6. ábrákon éppen egy busz azonosítását követhettük végig.

7. TOVÁBBFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK

A fejlesztéseket három irányban szeretnénk bővíteni. Az első az adatbázis bővítése lenne, amiben több jármű részletes paramétereit tárolnánk. A második lépés a számítógép részleges elhagyása lenne, melynek feladatát a tényleges felismerési folyamat közben az FPGA venné át. A számítógép feladat lenne a kalibráció során megadott értékek mellett az adatbázisban található járművek hatszög paramétereinek kiszámítása és átadása az FPGA számára. Ahhoz azonban, hogy az FPGA el tudja látni ezt a feladatot is, hozzá kell hogy férjen a kamerák által szolgáltatott képek adataihoz is, valamint képesnek kell lennie a tömörített adatok kicsomagolására is.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Ali, S., Shah, M., (2008). *Floor fields for tracking in high density crowd scenes*, In 10th European Conference in Computer Vision, **Vol. 5303** of LNCS, pp.1–14.
- Dlagnekov, L., (2005). *Video-based car surveillance: License plate make and model recognition*, Masters Thesis, University of California at San Diego
- Max, G., (2007). *Képfeldolgozó eljárások a közlekedésben*, Alkalmazott Informatikai Kongresszus, Kaposvár
- Max, G., (2012). *Közlekedési szabálytalanságok*, IFFK 2012, Budapest, ISBN 978-963-88875-2-8
- Mikic, I., Cosman, P. C., Kogut G.T., Trivedi, M.M. (2003). *Moving Shadows and Object Detection in Traffic Scenes*, Proceedings of the 15th International Conference on Pattern Recognition, Barcelona, Spain, **Vol.1**, pp. 321-324
- Negri, P., Clady, X., Milgram, M., Poulenard, R., (2006). *Anoriented-contour point based voting algorithm for vehicle type classification*, In 18th International Conference on Pattern Recognition, **Vol. 1**, pp. 574–577
- Petrovic, V.S., Cootes, T. F., (2004). *Vehicle Type Recognition with Match Refinement*, Proceedings of the Pattern Recognition, 17th International Conference on International Conference on Pattern Recognition, **Vol. 3**, pp.95-98
- Rother, C., Carlsson, S., (2001). *Linear multi view reconstruction and camera recover.*, In IEEE International Conference on Computer Vision, **Vol. 1**, pp.42–50
- Zafar, I., Acar, B.S., Edirisinghe, E.A. (2007). *Vehicle make & model identification using scale invariant transforms*, 7th International Conference on Visualization, Imaging and Image Processing, pp.271-276, ISBN: 978-0-88986-692-8