

Útmenti objektumok GPS és videó alapú felmérése

Péter Tamás*, Bécsi Tamás**, Aradi Szilárd ***

*BME Közlekedésautomatikai Tanszék

Budapest (Tel: (1)463-3656; e-mail: peter.tamas@mail.bme.hu).

**BME Közlekedésautomatikai Tanszék

Budapest (Tel: (1)463-1044; e-mail: aradi.szilard@mail.bme.hu).

***BME Közlekedésautomatikai Tanszék

Budapest (Tel: (1)463-1044; e-mail: becsi.tamas@mail.bme.hu).

Absztrakt: A cikk egy olyan mérő-kiértékelő rendszert mutat be, amely alkalmas az útmenti objektumok felmérésére, elsősorban önkormányzati kezelésben lévő utak nyilvántartásához. A mérés során videofelvétel készül a mérendő útszakaszokról, és ezzel szinkronban GPS koordináták is rögzítésre kerülnek. A kiértékelés során az felmérendő objektumok adatai (földrajzi pozíció, speciális tulajdonságok stb.) egy adatbázisban kerülnek tárolásra. A cikkben tárgyalásra kerülnek az elvárások egy ilyen mérő-kiértékelő rendszerrel kapcsolatban. Továbbá ismertetésre kerül egy - az elvárásoknak megfelelően – kifejlesztett szoftverrendszer. Végül néhány példán keresztül a rendszer működése is bemutatásra kerül.

1. BEVEZETÉS

Mind az országos, mind önkormányzati kezelésben lévő utak fenntartóinak szüksége van egy olyan összetett adatbázisra, amely tartalmazza azok legfontosabb tulajdonságait, továbbá az útmenti objektumok (jelzőlámpa, tábla stb.) listáját, földrajzi pozíciójukkal és főbb tulajdonságaikkal együtt. A közúti közlekedésről szóló törvény szerint a közutak, annak műszaki, minőségi, forgalmi adatait és forgalmi rendjét a kezelőnek nyilvántartásba kell venni és a nyilvántartást folyamatosan vezetni kell, ugyanakkor az önkormányzati törvény szerint a nyilvántartási kötelezettség kiterjed a közúton lévő jelzésekre, kijelölt gyalogos-átkelő helyekre, vasúti átjárókra, tömegközlekedési járatok útvonalára és megállóhelyeire, a lakó-pihenő övezetekre, továbbá az utakon történt személyi sérüléssel balesetekre.

A cikkben bemutatásra kerül egy olyan mérő-kiértékelő rendszer, amelynek segítségével a pontszerű útmenti objektumok felmérése részben automatizálható, felgyorsítható és hatékonyan dokumentálható, de kiterjeszthető a közutakkal kapcsolatos további felmérési feladatokra is. A rendszer elsősorban az önkormányzati kezelésben lévő utak nyilvántartását képes hatékonyan támogatni.

2. RENDSZER

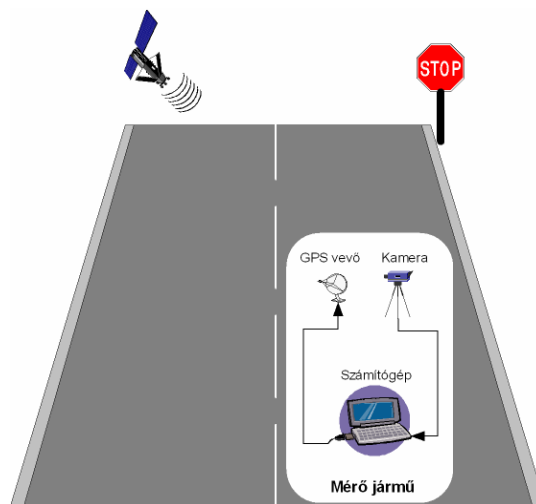
A teljes felmérő rendszer két részre bontható:

- mérőrendszer,
- kiértékelő rendszer.

A mérőrendszer (1. ábra) központi eleme a mérő jármű, amely tartalmaz egy, v. több digitális videokamerát, egy GPS vevőt és egy adatrögzítő számítógépet. A jármű végighalad az előre megtervezett útvonalon és videofelvételt készít az

útról és a mellette található objektumokról. A mérés során folyamatosan rögzíti a GPS koordinátáit, amelyet szinkronizál a videofelvétellel. A mérési folyamatot egy számítógép koordinálja, mind a kamera, mind pedig a GPS vevő adatai ide érkeznek be.

A kiértékelő rendszer egy saját fejlesztésű célszoftverből és egy relációs adatbázisból áll. A szoftver feladata, hogy a feldolgozás során, a felvételen szereplő objektumokat és a hozzájuk tartozó GPS koordinátákat az adatbázisban tárolja.



1. ábra: A mérőrendszer felépítése

3. MÉRŐRENDSZER

A mérés során rögzíteni kell a videofelvételt és a GPS koordinátákat. Ezt egy speciális szoftver végzi, melynek a fő feladatai a következők:

- videó rögzítése digitális kamerával,
- videó azonnali tömörítése,
- videó tárolása,
- GPS vevő adatainak fogadása,
- koordináták feldolgozása,
- a videó és a koordináták szinkronizálása.

Az utólagos kiértékeléshez feltétlenül szükséges a mérés során a videó és a GPS koordináták összerendelése. A GPS vevők legfeljebb 1 Hz mintavételezéssel képesek a koordinátákat meghatározni. Használható videofelvételhez legalább 15 képkockát szükséges rögzíteni másodpercenként. Ebből következően a mérőszoftvert úgy kell kialakítani, hogy minden egyes GPS koordinátahoz hozzárendelje az aktuális képkocka sorszámát, vagy a felvételtől eltelt időt milliszekundumos pontossággal. Ezzel egy egyértelmű összerendelést lehet készíteni a felvétel és az aktuális koordináták között. A szoftver másik fontos feladata a videó valós idejű rögzítése és tömörítése.

4. KIÉRTÉKELŐ RENDSZER

A kiértékelő rendszer feladatai a következők:

- videó lejátszása,
- GPS adatok felolvasása,
- GPS adatok szinkronizálása a videóhoz,
- útmenti objektumok adatainak tárolása,
- térképes megjelenítés,
- manuális feldolgozás támogatása,
- automatikus feldolgozás támogatása.

A feladatokat egy célszoftver valósítja meg, amely az adatok tárolására egy relációs adatbázist használ.

4.1 Videó lejátszása és a GPS adatok felolvasása

A videó lejátszása esetén a követelmények megfelelnek egy átlagos lejátszó szoftverrel szemben támasztott elvárásoknak:

- lejátszás előre/hátra
- sebességállítási lehetőség
- szünet/folytatás
- videó elejére/végére ugrás
- lejátszási idő kijelzése

További funkciója a lejátszó résznek a mért GPS adatok felolvasása, videóhoz szinkronizálása és kijelzése.

4.2 Adatbázis felépítése

Az adatok tárolásánál két fő szempontot kell figyelembe venni. Az első, hogy a mért adatok és az Országos Közúti Adatbank (OKA) között meg legyen a csatlakozási és

átjárhatósági lehetőség. A második, hogy a kiértékelés során keletkező GPS koordináta adatok is, megfelelően strukturálva, minden objektumhoz, legyenek eltárolva. Az adatbázis kialakításához és feltöltéséhez először meg kell vizsgálni a helyazonosítás elveit.

A mérés során GPS koordinátákat tárolunk, amelyek WGS 84 vetületi rendszerben (4.3 fejezet) adják meg a pontok abszolút helyzetét.

A közutak nyilvántartásában azonban jelenleg egy teljesen más elvet használnak.

A helyazonosítás alapelve:

- adott fix pont
- irány
- távolság

Az önkormányzati utaknál a csomópont orientált módszert alkalmazzák. Azonosítási pontnak tekintendők az utak elágazásai, keresztezései, az utak végpontjai, valamint az utak és valamilyen közigazgatási határok (település, megye stb.) metszéspontjai. Az ismert pontnak mindig az így meghatározott, azonosítóval ellátott csomópontokat kell tekinteni, a mérés ezektől történik, és a mérési irányt az ismert csomópontot követő legközelebbi csomópont határozza meg.

Az azonosítóponatok az alábbi típusokba oszthatók:

- alappontok
- közigazgatási pontok
- részletpontok

Az azonosítóponatok az adott településen belül négyjegyű sorszámmal kerülnek ellátásra. Az azonosítóponatok címzése tehát típus- és számozással történik, és következő adatokat tartalmazza:

- azonosítóponat típusa (1 betű)
- megyekód (2 számjegy)
- településkód (5 számjegy)
- azonosítóponat sorszáma (4 számjegy)
- részletpont betűjele (1 betű)
- csomópont X koordinátája (6 számjegy)
- csomópont Y koordinátája (6 számjegy)

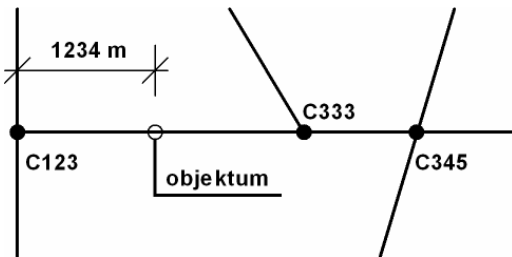
A koordináták jelenleg relatív koordináták, azonban a fejlesztések során a cél az EOV rendszerű ábrázolás. A kiértékelő rendszerben ehhez hozzá kell tenni a GPS koordinátákat:

- GPS szélesség (8 számjegy)
- GPS hosszúság (8 számjegy)

A pontszerű objektumok esetén - a kiértékelés során - szintén megkapjuk a GPS koordinátákat, azonban a pozíciót csomópont orientált módszerrel is meg kell adni. A

tetszőleges pontszerű létesítményt a szomszédos azonosítópontok irányorientált felsorolásával, és a kezdő azonosítóponttól mért távolsággal határozzuk meg. A 2. ábrán látható objektumra a C123-C333/1234 m kifejezéssel lehet hivatkozni. Ezt az adatbázisban három mezővel célszerű jelölni:

- kezdőpont azonosító,
- végpont azonosító,
- távolság.



2. ábra: Tetszőleges pontra való hivatkozás

A rendszerben használt adatbázist a fentiek figyelembe vételével kell kialakítani. Továbbá alkalmassá kell tenni az adatbázist a különböző objektumtípusok speciális tulajdonságainak tárolására.

A keresések támogatásához szükséges még az adott objektumhoz eltárolni a videó fájl nevét és a képkocka sorszámát. Így utólag az adott objektum a felvételen is megtekinthető. További lehetőségként megoldható, hogy egy adott útszakasz (két csomópont között) egyszerűen kereshető és lejátszható legyen.

4.3 Térképes megjelenítés

A megjelenítés a tárolt GPS koordináták alapján egy digitális térkép segítségével egyszerűen megvalósítható. Az egyedüli nehézséget a vetületi rendszerek eltérése okozhat.

A föld alakjának leírása matematikai módszerekkel a végtelenségig bonyolult, majdhogynem lehetetlen lenne. A modellezésre többféle módszer is használatos. A gömb közelítés mindezen leírások közül a legegyszerűbb, a földi fokhálózat alapját képező modell, de egyben az egyik legpontatlanabb is. A föld körüli mesterséges égitestek pozíciójának leírásához a gravitációs viszonyokat jobban tükröző forgási ellipszoid modellt alkalmazzák, az ellipszoid rövidebb (sarkok közötti) tengelyét 6356,7 km, a hosszabb tengelyt 6378,1 km hosszúságúnak feltételezve. Ez az úgynevezett GRS 80 (Geodetic Reference System) ellipszoid. Matematikailag lényegesen bonyolultabb leírást igényel a geoid modell használata. A geoid (föld test) egy olyan ellipszoid-felületelemekből előállítható alakzat, amelyek a föld egyes pontjaiban tengerszinten mérhető gravitációból származtatott tengelyhosszal rendelkeznek. GPS rendszerek által használt rendszer az 1984-es adatrendszer és a fentiekben említett GRS 80 ellipszoid kombinációjából előállt WGS 84 (World Geodetic System

1984) koordináta-rendszer. A WGS 84 ellipszoid a geoid alakját viszonylag pontosan közelíti, a föld egyetlenegy pontjában sem nagyobb az eltérés 100 méternél. Ugyanakkor a geoid és a valós földi pontok közötti eltérés hegységekben már ezer méteres nagyságrendű is lehet.

Az egyes földterületek pontos feltérképezésekor gyakran használják a geoid adott területét megadó forgási ellipszoid vagy ellipszoidok adatrendszerét. Ez igen pontos és kényelmes numerikus ábrázolást tesz lehetővé, ám a különböző területek összekapcsolását jelentősen megnehezíti. A térképek ugyanakkor a földmérés és a feltérképezések során használt térbeli modell pontjait síkban ábrázolják. Egy térben görbült felülettorzulások nélkül nem fejthető síkba. Amikor a földfelszín pontjait egy képfelületen ábrázoljuk (leképezzük), a leképezés törvényeit a vetületi egyenletekkel lehet leírni. Az ilyen leképezések eredményei a vetületek. A megfelelő vetületek kiválasztása során az elsődleges cél az olyan vetítési módok megválasztása, amelyek során a torzulások alacsony, illetve célnak megfelelő szinten tarthatók. A térképi hibák megértése céljából érdemes megemlíteni, hogy a kis méretarányú térképek készítése során a térképek alapfelületeként a földgömböt használják, és a szerkesztés során a fokhálózat képét vetítik egy síkfelületre. Ezután a többi térképi elemet interpolációval határozzák meg. A nagyobb térképek (akár már Budapest szintű) alapfelülete valamilyen ellipszoid, amelyet első lépésben egy olyan gömbre vetítik, amelyik a lehető legjobban simul a feltérképezendő területhez (Gauss Gömb, ez okozza a különféle országok és területek térképe közötti átjárhatatlanságot), majd e gömb pontjait vetítik síkba, vagy síkba fejthető felületre.

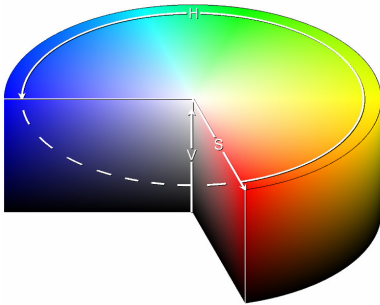
A Magyarországon használt vetületi rendszerek közül megemlíthető az EOVS (Egységes Országos Vetületi Rendszer), a BES (magyarországi Besseli Ellipszoidi) és az SZT (budapesti Sztereografikus Vetületi Rendszer) mint használatos rendszer, de ezeken felül több helyi és katonai vetületi mód is használatos. A legerősebb ezek közül az EOVS, ezért fontos foglalkozni koordináta transzformációkkal. A WGS-84-ből az átszámítás többféle módszerrel is lehetséges, de minden esetben csak korlátozott pontossággal végezhető. Az átszámítás során a WGS adatokat először új Gauss Gömbi koordinátákká számítjuk át. Ezekből a gömbi koordinátákból már segédvetületi sík koordináták képezhetők, amelyekből hatványpolinomokkal már az EOVS koordináták meghatározhatók. Az így elérhető pontosság 20 centiméter körüli, ami a GPS vevőkkel elérhetőnél egy nagyságrenddel jobb.

4.4 Automatikus feldolgozás

Az automatikus feldolgozás célja, hogy különböző képfeldolgozó algoritmusok használatával, a feldolgozó szoftver az útmenti objektumokat felismerje. Az objektumok közül a közlekedési táblák felismerése (vagy legalább észlelése) lehet reális elvárás a feldolgozó rendszertől.

Erre a feladatra többféle módszer is létezik. Az egyik legerősebb módszercsoport a szín-szegmentáláson alapul. Ezek a módszerok azt használják ki, hogy a tábláról

visszaverődő fény hullámhossza (például egy sebességkorlátozást jelző tábla piros színű széle), nem változik a fény erősségének és a beesési szögének változása során, HSL (Hue, Saturation, Lightness) vagy HSV (Hue, Saturation, Value) tér használata esetén. A gyakorlatban a kamerák képe nem teljesen változatlan, mivel a színértékek változhatnak a különböző környezeti tényezők (árnyékok, időjárási viszonyok stb.) miatt. A HSL és a HSV két hasonló ábrázolása az RGB (Red, Green, Blue) színtérben lévő pontoknak. Mindkét rendszer egy henger (3. ábra) pontjaiként írja le a színeket, aminek a központi tengelyén a feketétől a fehérig terjednek a színek. A tengely körüli elfordulás felel meg a színárnyalatoknak (Hue – Árnyalat), a tengelytől mért távolság a telítettségnek (Saturation – Telítettség), végül a tengellyel párhuzamosan változik a világosság (Value – Érték, Lightness – Világosság).



3. ábra: A HSV tér grafikus ábrázolása

A HSL és HSV matematikailag az r , g és b koordináták (az RGB térben) és a h , s és l (vagy v) koordináták (a HSL vagy HSV térben) közötti transzformációkként definiálható. A konverzió RGB-ből HSL-be vagy HSV-be a következőképpen lehetséges.

Legyenek $r, g, b \in [0,1]$ a piros, zöld és kék koordináták, azaz egy szín az RGB térben. Jelölje max a legnagyobbat r , g , és b értékek közül, míg min a legkisebbet. A színárnyalat (hue) szögét ($h \in [0,360]$) a következőképpen lehet meghatározni mind a HSL, mind pedig a HSV térre.

$$h = \begin{cases} 0 & \text{if } max = min \\ \left(60^\circ \times \frac{g-b}{max-min} + 0^\circ\right) \bmod 360^\circ, & \text{if } max = r \\ 60^\circ \times \frac{b-r}{max-min} + 120^\circ, & \text{if } max = g \\ 60^\circ \times \frac{r-g}{max-min} + 240^\circ, & \text{if } max = b \end{cases} \quad (1)$$

A színárnyalat definíciója HSV és HSL esetében is ugyanaz, azonban másik két koordináta különböző.

A telítettséget (saturation) és a fényességet (lightness) a következő formulával lehet meghatározni a HSL tér esetén.

$$s = \begin{cases} 0 & \text{if } max = min \\ \frac{max-min}{max+min} = \frac{max-min}{2l}, & \text{if } l \leq \frac{1}{2} \\ \frac{max-min}{2-(max+min)} = \frac{max-min}{2-2l}, & \text{if } l > \frac{1}{2} \end{cases} \quad (2)$$

$$l = \frac{1}{2}(max+min) \quad (3)$$

Az s és v koordinátákat a következő egyenlettel lehet kiszámolni a HSV tér esetén.

$$s = \begin{cases} 0 & \text{if } max = 0 \\ \frac{max-min}{max} = 1 - \frac{min}{max}, & \text{egyébként} \end{cases} \quad (4)$$

$$v = max \quad (5)$$

A HSV térbe átkonvertált kép esetén sokkal hatékonyabbá és pontosabbá válik a szín-segimentálás. A táblák egy jellemző színére (pl.: információs táblák kék színe) történő szegmentálással előállítható egy olyan szürkeskálás kép, ahol az adott színű táblák a legvilágosabbak, így előállítható egy bemeneti kép az éldetektálás alapuló módszerek számára

Ez a módszer csoport az élek keresésén, majd a szabályos alakzatok (háromszög, kör, négyzet stb.) felismerésén alapul. Az élek szűrésére robusztus, jól használható megoldást ad a Canny éldetektáló szűrő. Ez az eljárás vékony kontúrokat generál a képből, úgy hogy a különböző időjárási körülmények és fényviszonyok között készült képek nagyon hasonló eredményhez vezetnek. A következő lépésben meg kell találni a zárt vagy majdnem zárt körvonalakat a szűrt képen. A kiszűrt körvonalakon speciális görbék (egyenes, kör) kell keresni a Hough transzformáció segítségével. A Hough transzformáció legegyszerűbb esete az egyenes vonalak detektálása. A feldolgozandó képe egy egyenes vonalat az

$$y = mx + b \quad (6)$$

egyenlet segítségével írhatunk le. A Hough transzformáció alapja, hogy az egyenes karakterisztikáját nem a képpontokkal (x,y) jellemezzük, hanem a paramétereivel, esetünkben r -rel és Θ -val, ahol $\mathbf{r} = x_0 \cos \Theta + y_0 \sin \Theta$, míg Θ a normálvektor x tengellyel bezárt szögét. Ezeket a paramétereket használva az egyenlet a következő alakban írható fel:

$$y = \left(-\frac{\cos \Theta}{\sin \Theta}\right)x + \left(\frac{r}{\sin \Theta}\right) \quad (7), \text{ ami átrendezhető,}$$

$$r = x_0 \cos \Theta + y_0 \sin \Theta \quad (8), \text{ ahol}$$

$$\Theta \in [0, \pi] \text{ és } r \in \mathfrak{R}, \text{ vagy}$$

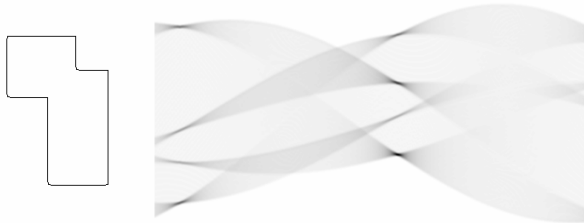
$$\Theta \in [0, 2\pi] \text{ és } r \geq 0.$$

Ebből következően a képen minden egyeneshez hozzárendelhető egy r - Θ értékpár.

Sík minden egyes pontján végtelen számú egyenes megy keresztül. Ha ennek a pontnak a koordinátái a képen X_0 és Y_0 , akkor az összes egyenes, amely keresztül halad a ponton kielégíti a következő egyenletet:

$$r(\Theta) = x_0 \cdot \cos \Theta + y_0 \cdot \sin \Theta \quad (9)$$

Ez megfelel egy szinuszos görbének az (r, Θ) síkon (Hough tér). Ha több görbe áthalad ugyanazon a ponton (a Hough térben), akkor a pont paraméterei egy olyan egyenest írnak le, amelyen mindkét pont rajta van a kép síkján. Általánosan megfogalmazva, a képsíkban egy egyenesen lévő pontok halmaza olyan szinuszos görbéknek alkotnak (4. ábra) a Hough térben, amelyek egy pontban (az egyenes paramétereiben) metszik egymást.



4. ábra: Példa a Hough-transzformációra

A fenti módszerek segítségével (esetleg kombinációjával) a közlekedési táblák észlelhetők, vagy akár fel is ismerhetők. Egyéb pontszerű objektumok (átesesz, megállóhely stb.) azonosítására nem alkalmasak, így azokat manuálisan kell feldolgozni.

A feldolgozást további funkciókkal is lehet részben automatizálni. Az egyik ilyen lehetőség, hogy a videoképre kattintva lehet egy objektumot felvenni. Ehhez olyan viszonyítási pontok felvételére és ábrázolására van szükség, amely mindig állandó és ismert távolságra vannak a járműtől. Ennek segítségével a kijelölt objektum pozíciója pontosan meghatározható. Megoldható a csomópont orientált módszer (4.2 fejezet) szerinti helymeghatározás automatizálása is. A mérés során meg kell jelölni a kezdő- és végpontokat, így az adott objektum kezdőponttól mért távolsága a koordinátákból meghatározható. A különböző objektum és csomópont típusokon belüli egyedi sorszámozás szintén automatizálható.

5. MEGVALÓSÍTÁS

5.1 A mérőrendszer megvalósítása

A megvalósított mérőrendszer egy nagyteljesítményű hordozható számítógépből, egy GPS vevőből és egy v. több nagy felbontású webkamerából áll.

GPS vevőnek egy SiRFstar III chippel rendelkező, Bluetooth alapú vezeték nélküli kapcsolattal ellátott készüléket használtunk. A SiRFstar III chip a napjainkban kapható legnagyobb teljesítményű GPS eszköz. Főbb tulajdonságai a következők:

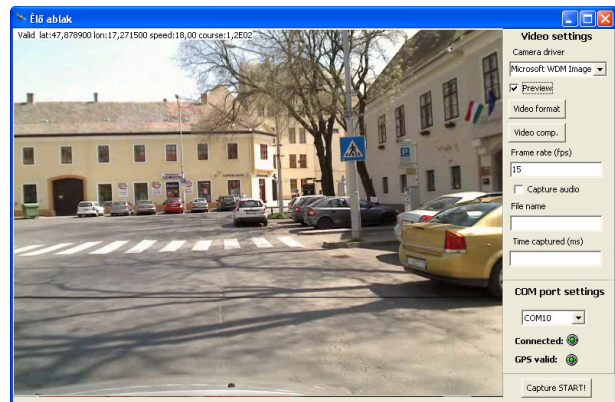
- pozíció pontossága < 10 m (95 %-os valószínűséggel)

- -159 dBm követési érzékenység
- Rövid átlagos TTFF (Time-To-First-Fix): „hot start” < 1 mp, „warm start” < 38 mp, „cold start” < 42 mp,
- teljesítményfelvétel: 62 mW

A GPS vevő 1 Hz frekvenciával küldi az adatok Bluetooth kapcsolaton keresztül SPP (Serial Port Profile) protokoll segítségével, az NMEA (National Marine Electronics Association) 0183-as szabványának megfelelően.

A videofelvételt egy autofókuszos objektívvel, ellátott 2 MP-es felbontású webkamerával végeztük.

A fejlesztés során a mérőrendszerhez Borland Developer Studio segítségével készült egy Win32 alkalmazás. A szoftver a kamerát a gyári USB meghajtóján keresztül éri el. A GPS vevő által küldött adatokat Bluetooth kapcsolaton keresztül, SPP (Serial Port Profile) segítségével fogadja. Ez az interfész emulálja az RS-232 alapú vezetékös kapcsolatot, így az erre kifejlesztett szoftver vezetékös GPS vevőkkel is képes módosítás nélkül működni.



5. ábra: A mérőszoftver képernyőképe

A szoftver (5. ábra) indulása után megpróbál kapcsolódni a GPS vevőhöz. Sikeres kapcsolat esetén elkezd fogadni a koordinátákat, és folyamatosan vizsgálja azok érvényességét. A mérést csak abban az esetben lehet elkezdni, amennyiben a GPS vevő sikeresen inicializálta magát és meghatározta az első érvényes koordinátákat. A mérés során a szoftver az érkező GPS adatok közül kiszűri az RMC (Recommended Minimum) táviratokat, mely a következő adatokat tartalmazza:

- dátum,
- UTC idő,
- státusz,
- hosszúság,
- szélesség,
- sebesség,
- irány,

- mágneses elhajlás.

Time	valid	lat	lon	speed	course	timestamp
14876	-1	47,48311234	19,05390739	0,00	354,67	2008.04.14. 10:38:20
15710	-1	47,48313522	19,05401230	5,52	3,52	2008.04.14. 10:38:21
16716	-1	47,48315430	19,05401039	9,09	358,09	2008.04.14. 10:38:22
17656	-1	47,48318481	19,05399895	10,28	1,78	2008.04.14. 10:38:23
18713	-1	47,48321533	19,05398560	11,45	12,95	2008.04.14. 10:38:24
19714	-1	47,48325348	19,05398750	13,17	30,91	2008.04.14. 10:38:25
20668	-1	47,48328018	19,05401802	14,82	51,48	2008.04.14. 10:38:26
21756	-1	47,48330307	19,05406761	16,69	66,24	2008.04.14. 10:38:27
22731	-1	47,48331833	19,05412865	17,52	69,66	2008.04.14. 10:38:28
23713	-1	47,48333359	19,05418587	15,95	72,26	2008.04.14. 10:38:29
24794	-1	47,48334503	19,05423737	12,76	74,32	2008.04.14. 10:38:30
25748	-1	47,48335266	19,05427170	8,41	77,13	2008.04.14. 10:38:31
26755	-1	47,48335648	19,05429649	6,78	84,87	2008.04.14. 10:38:32
27713	-1	47,48335266	19,05432129	7,28	105,82	2008.04.14. 10:38:33
28737	-1	47,48334122	19,05434990	10,22	128,00	2008.04.14. 10:38:34
29713	-1	47,48331833	19,05438042	14,98	144,29	2008.04.14. 10:38:35
30731	-1	47,48328018	19,05441284	19,04	147,94	2008.04.14. 10:38:36
31755	-1	47,48323441	19,05446053	24,46	145,13	2008.04.14. 10:38:37

6. ábra: Példa a mért adatokra

A GPS vevő egy másodperces gyakorisággal küld új adatokat. A szoftver minden új adathoz hozzárendeli a videofelvétel időbélyegét milliszekundumos pontossággal. Az adatokból egy rekordtömböt készít, és folyamatos fájlba mentést végez. A mérés eredménye két fájl, a videofelvétel és a hozzá tartozó GPS adat-időbélyeg párosok (6. ábra).

A programban több beállítást is elvégezhetünk a mérés megkezdése előtt:

- tömörítés típusa,
- tömörítés minősége,
- rögzítendő képkockák másodpercenként,
- videó felbontása,
- hangfelvétel.

A mérés során a mérőjármű alacsony sebességgel (max. 30 km/h) végighalad az előre megtervezett úton. Mivel a mérés esetben egy kamerával történik, ezért a kamera enyhén az útpadka felé van elfordítva. Így az út közepét és menetirány szerinti jobb szélét lehet tökéletesen megfigyelni. Emiatt az útvonal-tervet úgy kell meghatározni, hogy egy adott útszakasz mindkét irányból rögzítésre kerüljön.

5.2 A kiértékelő rendszer megvalósítása

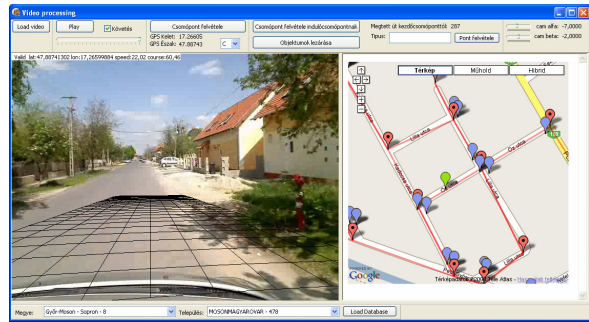
A kiértékelő rendszer egy Win32 alkalmazásból és egy adatbázis szerverből áll. A szoftver szintén Borland Developer Studioban került kifejlesztésre. Adatbázisnak az Oracle Database 10g Express Edition adatbázis szervert választottuk. A képfelismerésen alapuló automatikus feldolgozó rendszerre egy külön demo szoftvert készítettünk (5.3 fejezet), a most ismertetett alkalmazásba nem építettük be.

A szoftver kezelőfelülete (7. ábra) két fő részből áll:

- videó lejátszó,

- térképes megjelenítés.

A szoftver indulásakor megadhatjuk az aktuális megyét és várost, valamint betölthetjük a feldolgozni kívánt videót.



7. ábra: A feldolgozó szoftver képernyőképe

A betöltött videót előre és hátra változtatható sebességgel lehet lejátszani. A videóképre egy segédvonal rajzolódik ki, amely egyméteres beosztással segíti az objektumok pozícionálását. Az objektumok rögzítését a segédvonalra kattintva lehet elvégezni. Ehhez ki kell választani az objektum típusát (csomópont, pontszerű objektum), valamint altípusát. A rögzített objektum adatai az adatbázisban tárolódnak, amely a 4.2 fejezetben tárgyalt kritériumok alapján került kialakításra. Az objektumok pontos koordinátáját a szomszédos mért pontok közötti interpolációval határozzuk meg. A csomópontokhoz és az objektumokhoz tárolásra kerül a videófájl neve és a képkocka sorszáma is. A program az objektumok esetén automatikusan kiszámolja, és adatbázisba illeszti az előre megadott kezdő csomóponttól mért távolságot, valamint a kezdő és záró csomópontok azonosítóját. A csomópontok és az objektumok adatait külön táblákban (8. ábra) tároljuk.

ID	MEGYEKOD	TELEPULESKOD	TIPUS	GPSZAK	GPSKELET	EGYEB	VIDEOENEV	VIDEOPOS
84	8	478	C	47,88608375	17,26675898	(null)	20080424_142754.avi	2134
85	8	478	S	47,88651168	17,26759006	(null)	20080424_142754.avi	2428
86	8	478	C	47,886769151	17,26670548	(null)	20080424_142754.avi	2869
87	8	478	C	47,886827621	17,26614465	(null)	20080424_142754.avi	3298
88	8	478	C	47,88665999	17,2696816	(null)	20080424_142754.avi	3782
89	8	478	C	47,88619291	17,2661437	(null)	20080424_142754.avi	4987
90	8	478	C	47,8871626	17,26538476	(null)	20080424_142754.avi	5365
91	8	478	C	47,88837063	17,26612839	(null)	20080424_142754.avi	6220
92	8	478	V	47,88807989	17,2657392	(null)	20080424_142754.avi	6494
93	8	478	C	47,88666979	17,26401394	(null)	20080424_142754.avi	8642
94	8	478	C	47,88665399	17,26258867	(null)	20080424_142754.avi	9230
95	8	478	C	47,88953164	17,26186078	(null)	20080424_142754.avi	9635
96	8	478	C	47,88722827	17,26211387	(null)	20080424_142754.avi	11365
97	8	478	C	47,88826662	17,26130886	(null)	20080424_142754.avi	11901
98	8	478	C	47,88908553	17,26060917	(null)	20080424_142754.avi	12342
99	8	478	C	47,88772836	17,26012386	(null)	20080424_142754.avi	14266
100	8	478	C	47,88913655	17,26371834	(null)	20080424_142754.avi	15647
101	8	478	C	47,88913655	17,26647943	(null)	20080424_142754.avi	16195

8. ábra: A csomópontok adatait tartalmazó adatbázis tábla

Ebben a munkafázisban a térképes megjelenítéshez a szabad hozzáférésű Google térképét használtuk. Az alkalmazásban elhelyezésre került egy beágyazott webböngésző. Ennek segítségével egy HTML oldalon megjelenítjük a Google térképet. A térkép kezelését a Goggle Maps API (Application Programming Interface) teszi lehetővé. Ennek segítségével Javascript programnyelven lehet a térképkezelő függvényeket meghívni és futtatni a weboldalon. A beágyazott böngésző lehetővé teszi a HTML-en belüli Javascript kódok futtatását, így a szoftver alkalmassá tehető a térképi megjelenítésre. A működéshez azonban internet kapcsolat szükséges mivel az

aktuális térképrészletek mindig a Google szerveréről töltődnek le. A szoftver kirajzolja a mérés során bejárt útvonalat, és a lejátszás során automatikusan képes követni a jármű aktuális helyzetét. A különböző típusú objektumokat eltérő ikonokkal mutatja a térképen. Ennek a térképnek csak feldolgozás támogatásában van szerepe, hiszen egy ilyen **rendszer adatait alapvetően a közút kezelőjének digitális térképén kell megjeleníteni.** Erre a feldolgozás során létrejött adatbázis és a digitális térkép közé kifejlesztett interfész segítségével nyílik lehetőség.

5.3 Automatikus feldolgozó rendszer

Az automatikus feldolgozás demonstrálásához készítettünk egy képfeldolgozáson alapuló szoftvert, amely a közúti jelzőtáblákat detektálja és felismeri.



9. ábra: Az eredeti kép

A demonstrációs rendszerben a 4.4 fejezetben bemutatott módszerek kerültek kidolgozásra. A szoftver a téglalap alakú, kék információs táblákat (9. ábra) keresi a teljes képen. Az első méréseknél az éldetektálást (10.ábra), valamint a Hough-transzformációt próbáltuk ki a tesztfelvételen. A tapasztalatok azt mutatták, hogy a sok apró kontúrból álló háttér (pl.: fa ágai a tábla mögött), nagyon megnehezíti a Hough-transzformáció használatát. Némileg sikerült finomítani a detektáláson, amennyiben előírtuk a közel azonos oldalarányát, valamint a minimum befoglaló méreteit a táblának, azonban tökéletes eredményt ez sem eredményezett.

A következő lépésben az eredeti képet a HSL térbe transzformáltuk. Ezután a HSL térben kék középpontú szegmentálást hajtottunk végre, így előállítottunk egy szürkeskálás képet (11. ábra), ahol a legvilágosabb részek jelölik a kék színárnyalatot. Végül a Canny szűrő ezt a képet kapta bemenetül. Az előző módszerhez képest az eredmény (12.ábra) sokkal jobb lett, hiszen a háttér kontúrjai elmosódtak, a tábla viszont élénken kiemelkedik a háttérből.



10. kép: A Canny-szűrő eredménye az eredeti képen



11. ábra: A kék tábla színére szegmentált kép



12. ábra: A Canny-szűrő eredménye a szegmentált képen

A további folyamat négy lépésből áll:

- kontúr keresés,
- Hough-transzformáció,
- egyenesek keresése a kontúrokon (13. ábra).

Az eredmények ebben az esetben jóval kedvezőbbek. Az egyenesek keresése során további feltételeket kell megadni,

hogy csak a táblát határoló egyeneseket kapjuk eredményül. A szűrt képen több egyenest is lehet találni a táblán kívül (útpadka, távolabbi jelzőtábla oszlopa), azonban a táblát határoló egyenesek jól definiálható (zárt körvonal, oldalárány, minimum méret) alakzatot alkotnak.



13. ábra: A feldolgozás eredménye az eredeti képen

Hátránya még ennek az eljárásnak, hogy rendkívül számításigényes, ezért a valós idejű munkához alacsonyabb szinten kell a szűrőket és a transzformációkat implementálni.

Másik megoldás lehet, hogy a felhasználóval nagyjából kijelöltetjük a képen a felismerni kívánt táblát, így a szoftvernek jóval kisebb területen kell dolgoznia.

6. ÖSSZEGZÉS

A mérések tapasztalatai azt mutatják, hogy sikerült egy jól használható, további fejlesztési lehetőségeket tartalmazó rendszert kifejleszteni az útmenti objektumok felmérésére.

A kiértékelés során kiderült, hogy az automatikus feldolgozáshoz nagyon fontos a jó minőségű videofelvétel, ezért a tömörítés fajtáját és paramétereit nagyon körültekintően kell megválasztani. A manuális kiértékelés során nagyon fontos egy jól kidolgozott szisztéma szerint végezni a munkát, mivel az elég időigényes lehet. A tapasztalatok azt mutatták, hogy a megfelelő pontosság eléréséhez szükséges a DGPS (Differenciális GPS) használata, ami szubméteres pontosságú pozíció-meghatározást tesz lehetővé.

A rendszer további fejlesztésekkel alkalmassá tehető a DGPS használatára, valamint a közút kezelésével foglalkozó szervezetek számára fontos egyéb adatok (útszélesség, sávok száma, stb., illetve kerékpárutakkal kapcsolatos adatok) rögzítésére is.

HIVATKOZÁSOK

[1.] Duda, R. O. and P. E. Hart (1971) Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures; *Comm. ACM, Vol. 15, pp. 11–15 (January, 1972)*

[2.] Canny, J. (1986) A Computational Approach To Edge Detection; *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 8:679-714, 1986.*

[3.] Duda, R. O. and P. E. Hart (1971) Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures; *Comm. ACM, Vol. 15, pp. 11–15 (January, 1972)*

[4.] Miguel Ángel García-Garrido, Miguel Ángel Sotelo and Ernesto Martín-Gorostiza (2005) Fast Road Sign Detection Using Hough Transform for Assisted Driving of Road Vehicles; *Computer Aided Systems Theory – EUROCAST 2005, pp. 543-548*

[5.] Raphael Gonzalez, Richard E. Woods (2002) Digital Image Processing; *2nd ed. Prentice Hall Press, ISBN 0-201-18075-8, pp. 295.*

[6.] Bódis Katalin (2001) Geometriai transzformációk, transzformációs egyenletek és alkalmazásuk a geoinformatikában; *Budapest, 2001.*

[7.] NMEA 0183 – NMEA adatok felépítése; <http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>

[8.] SiRFstarIII chip; http://www.sirf.com/products/gps_chip.html

[9.] Bluetooth specifikációk; <http://www.bluetooth.com>

[10.] Video for Windows – Microsoft Developer Network; [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms713492\(VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms713492(VS.85).aspx)

[11.] World Geodetic System 1984; http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tr8350.2/tr8350_2.html

[12.] Google Maps API Reference; <http://code.google.com/apis/maps/documentation/reference.html>