

Mobil térképező rendszer projekt tapasztalatok

Téti Imre – ügyvezető igazgató
Maros Olivér - projektvezető

Konasoft Kft.

BEVEZETÉS

A mobil térképező rendszerek fejlesztése közel két évtizedes múltra tekint vissza. E rendszerek tervezésének célja az úthálózat feltérképezése, az utak környezetében elhelyezkedő tereptárgyak, műszaki létesítmények gyors és hatékony felmérése; valamint bejárt tér teljes körű, georeferált képi dokumentálása. Számos projekt és fejlesztés ellenére elmondható a mobil térképező rendszerek (MTR) műszaki megvalósítása és színvonala elég nagy szórást mutat, illetve ezek közül számos még mindig fejlesztési fázisában tart vagy egyedi megoldásként van jelen a piacon. Az elmúlt években történt meg az az áttörés, amely eredményeképpen komplex, reprodukálható, természetesült megoldások jelentek meg a piacon; melyek már képesek kielégíteni az ilyen rendszerekkel szembeni igényeket.

A fejlett MTR technológiák egyesítik a hagyományos valósidejű helymeghatározást, a fotogrammetriai szemléletet és pontmeghatározási lehetőségeket, a lézer szkennerek gyors, pontos, és tömeges pont meghatározásával.

A mobil térképezés jelentős mértékben megváltoztatta és folyamatosan alakítja a térképi megjelenésről és helymeghatározásról alkotott szemléletet és felhasználói igényeket; ezért, megfelelően az új kihívásoknak, a Konasoft Kft. Magyarországon elsőként bemutatja mobil térképező rendszerét.

MOBIL TÉRKÉPEZŐ BERENDEZÉS

A mobil térképező megoldásokat vizsgálva megállapítottuk, hogy a TOPCON Positioning Systems megoldása nyújtja a helymeghatározó és képalkotó rendszerek tekintetében a komponensek legjobb kombinációját, valamint az utófeldolgozás, megjelenítés és felhasználhatóság szempontjából a legfejlettebb megoldásokat. A TOPCON a precíziós pozicionáló berendezések, GPS, lézer, optikai felmérő és gépezérlő berendezések ismert fejlesztője és gyártója.

A NAVSTAR és GLONASS GNSS vevő helymeghatározásból adódó bizonytalansági hatásokat a hordozó gépjárműre szerelt kerékelmozdulás mérő, illetve a hadászatban használt hatsugarú tehetetlenségi mérőegység (Ring Laser Gyro - IMU) semlegesíti.

A képkalkotás a toronyban elhelyezett három darab SICK szkennerral történik, melyek a másodpercenként 40.000 georeferált pont adatot gyűjtenek. A szkennerek közül kettő menetirányra merőlegesen, függőlegesen pásztázza a teret 180°-os tartományban, egy pedig a gépjármű mögött az utat 90°-os tartományban. A konfigurációval a rendszer 30-40 méteres környezetében valósítható meg teljes körű adatgyűjtés.

Szférikus panoráma kamera rendszer rögzíti a tér több mint nyolcvan százalékát, hat darab két megapixeles professzionális CCD kamerával - öt oldalirányba egy pedig fölfelé nézve - melyek kalibrálása támogatja az egyedi képek hibamentes utófeldolgozás illesztését az során. A kamera rendszer másodpercenként legfeljebb 15 képsorozat készítésére alkalmas; az expozíciós idő beállítása az eltelt idő vagy a megtett távolság függvényében történhet.

A rendszer összeállítása során a komponenseket fixen rögzítik, a végső kalibrálás az alrendszerek egymáshoz mért pozíciója alapján történik, ami a konfiguráció pontosságát biztosítja.



1. ábra. Mobil térképező rendszer

A helymeghatározó és képkalkotó rendszerek adatait egy központi egység látja el időbélyeggel, 15 ns (ezred milliommód másodperc) pontossággal. A keletkező - képsűrűségtől függően óránként kb. 15-25 GB nagyságú – adatfolyam gyűjtése a gépjárműben elhelyezett szabványos laptopon történik.

A gyűjtött adatok utófeldolgozásakor történik a pozicionálási adatok korrigálása a földi referenciaállomás adataival, ezt követően kontrolpontok bevitelével lehet tovább növelni a rendszer abszolút pontosságát. Az egyedi képek kiigazításos illesztésével készülnek el a megjelenítendő panorámaképek, amit a kitakart részek homogenizálása követ. Utolsó lépésként a korrigált koordináta pontfelhő adatok generálása és színezése, valamint a képi állományokkal történő integrációja történik.



2. ábra Panorámakép és koordináta pontfelhő nézet

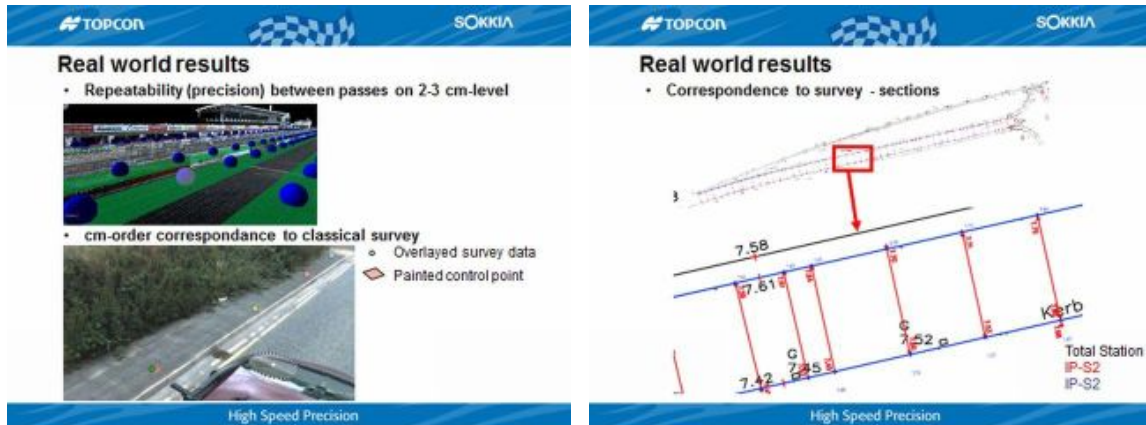
Az utófeldolgozás eredménye a gyártó szoftver alkalmazásával megjeleníthető állomány, amelyben egyedi koordináták alapján tereptárgyak elhelyezkedésének azonosítása, hosszúság és területmérés végezhető; valamint a mérési adatok exportálhatók.

A gyártói alkalmazás - mint számos GIS megoldás - lefedi a felhasználói igények többségét, de közel sem mindegyikét ezért az utófeldolgozás lépéseként a szinkronizált adatok szabványos formátumban kiexportálhatók. Az adatok egyedi szoftver fejlesztés keretében vagy meglévő térinformatikai alkalmazás integrációjával jeleníthetők meg. Panorámaképek jpg formátumban exportálhatók - az utófeldolgozás során - többféle felbontás és tömörítés, illetve színkezelési algoritmus választásával. A panorámakép középpontok pozícióját és orientációját leíró állományok txt formátumban, a koordináta pontfelhő las, ascii és rel formátumban nyerhető ki, WGS84, ECEF vagy NED vetületi rendszerben. A széles körben elterjedt formátumok alkalmasak az adatok térinformatikai szoftverekben történő alkalmazására.

TOPCON felmérési pontosság

A 3. ábra mutatja be a mobil térképező rendszer abszolút pontosságát. A teszt keretében Total Station mérőállomással előre megmért és felismerhetően megjelölt, mm pontosságú referencia pontok helyzetét határozták meg a rendszerrel.

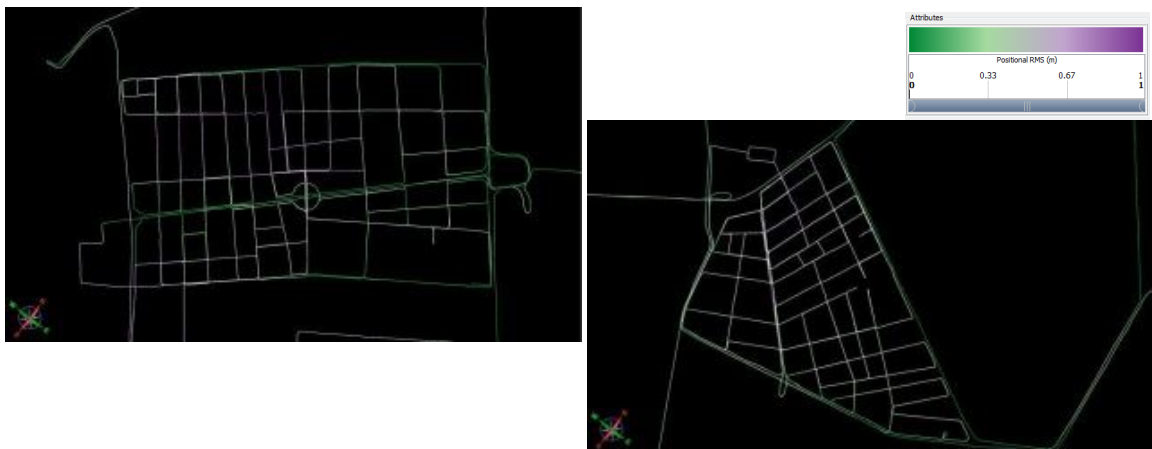
A teszt során 2-3 cm szintű eltérés volt tapasztalható a referencia eredményekhez képest. A kombinált analízisnek az egész rendszerre - nem egyes komponensekre - vonatkozó hibahatár megállapítása volt a célja; aminek eredménye megfelelt az előzetes várakozásoknak.



3. ábra MTR pontossági mérések

A TOPCON mobil térképezővel készült első magyarországi tesztmérésre 2010. szeptember 20-án került sor. Az adatgyűjtés a technológia jellegzetességeit felvonultató reprezentatív útvonal bejárásával történt, ami érintette a budai hegyvidéket, az Alagút és környékét, hidakat, felüljárókat, felüljárók alatti területeket és sűrűn beépített, fedett területeket.

Az 4. ábra bal oldalán látható Budapest VI. kerületének Teréz körüttől kívülre eső része, a jobb oldalon pedig a IX. kerület Üllői út és Haller utca által határolt része. Az ábra jobb felső sarkában található színekép jelmagyarázat mutatja az adatgyűjtés idején, a bejárt útvonalakra jellemző RMS adatokat a térképi részek értelmezéséhez.



4. ábra MTR budapesti RMS adatok

Az RMS adatok alapján megállapítható, hogy a főútvonalakon megfelelő minőségű szatelit jel állt rendelkezésre a korábban ismertett és elvárt pontosság eléréséhez, a mellékutcákban azonban szükséges volt a kontrolpontok utólagos használata a rendszer abszolút pontossági szintjének eléréséhez.



5. ábra Kontrolpontok használata

Kontrolpontokkal végzett javítás eredményességét a 5. ábra mutatja. A teszt folyamán a berendezés és adatgyűjtés indítása gyenge GNSS vétel mellett történt - egy magasan beépített irodaparkban -, ezért ugyanazon útvonal kétirányú bejárásának eredménye szellemképes pontfelhőt eredményezett (bal oldali kép).

Egyetlen kontrolpontnak a - mindkét bejárasi irányból látható legközelebbi - panorámaképen történő meghatározásával, majd az adatok újragenerálásával megszűnt az egyesített koordináta pontfelhő szellemképesége (jobb oldali kép). Az eljárás során egyetlen tetszőleges pont definiálásával a relatív pontos adatok abszolút pontossá váltak. A teszt bizonyította a rendszer kalibráció pontosságát, illetve a szoftveres eljárás kidolgozottságát.

A kontrolpontok rögzítése a már leírtak szerint, a képi állományokon történik. Nagyszámú pont alkalmazása esetén elegendő ezek megjelölése, az azonosítóval ellátott koordináták fájlból importálhatók a rendszerbe; amit az adatok újragenerálása követ.

A felmérési pontosság nagymértékben javítható jó GNSS rálátással rendelkező területen történő pár perces statikus inicializálással, illetve ennek a területnek az adatgyűjtés előtti és utáni többszöri, ismételt bejárásával; valamint városi területeken a fedett területek gyors bejárásával és nyílt tereken történő újra inicializálással.

MOBIL TÉRKÉPEZŐ RENDSZER PROJEKT TAPASZTALATOK

Mint minden projektben a mobil térképezés esetében is az induláskor kell egyértelműen meghatározni a projekt célját, az átadásra kerülő termékekkel szembeni mennyiségi és minőségi kritériumokat, el kell dönteni, hogy az adatgyűjtés termékeit milyen területen fogják felhasználni.

A technológiára jellemzően általánosságban tisztázandó:

- o a rendszer pontosságával szembeni elvárások adott projektben;
- o átadásra kerülő adatok referencia rendszere;
- o a képi állományok átadása esetén a rögzítési távolság és felbontás az adatrögzítés és a későbbi felhasználás céljainak megfelelően;
- o az átadandó termékek minőségi és mennyiségi kritériumai, az átadás-átvétel és ellenőrzés módszertana, határértékei.

A képi állományokból történő adatrögzítés vagy azok dokumentációs célú felhasználása esetén tisztázandók a bejárási, útvonal tervezési szabályok, mellyel biztosítható többsávos utak, csomópontok, hidak és felüljárók esetén is a megfelelő minőségű képi anyag előállítása. Az útvonaltervezés figyelembe veszi a haladási és fordulási szabályokat, az út és forgalmi viszonyokat a teljes terület egyszeri és napi tervezésével az előző bejárások függvényében.

A haladási sebesség és úttartás megválasztása egyaránt hatással van az adatfelvétel pontosságára.

Egyes szakaszok többszöri bejárásából eredő redundanciák miatt végig kell gondolni a képek szükségszerű szűrését (amennyiben volt adatrögzítés, akkor csak azt követően), mivel az állományok kapacitás igénye akár TB nagyságrendű is lehet.

Főbb felhasználási területek szempontjából a következő jellemző kérdéseket kell megválaszolni.

Publikus, idegenforgalmi, üzleti célú virtuális túra esetén:

- o tisztázandó a képek exponálási sűrűsége és felbontása, a megjelenítés módja, ki végzi a megjelenítéshez szükséges fejlesztéseket, lesznek-e további megjelenítendő adatrétegek, azokat ki biztosítja;
- o ki végezze az átadott képek anonimizálását (arcok, rendszámok kitakarását).

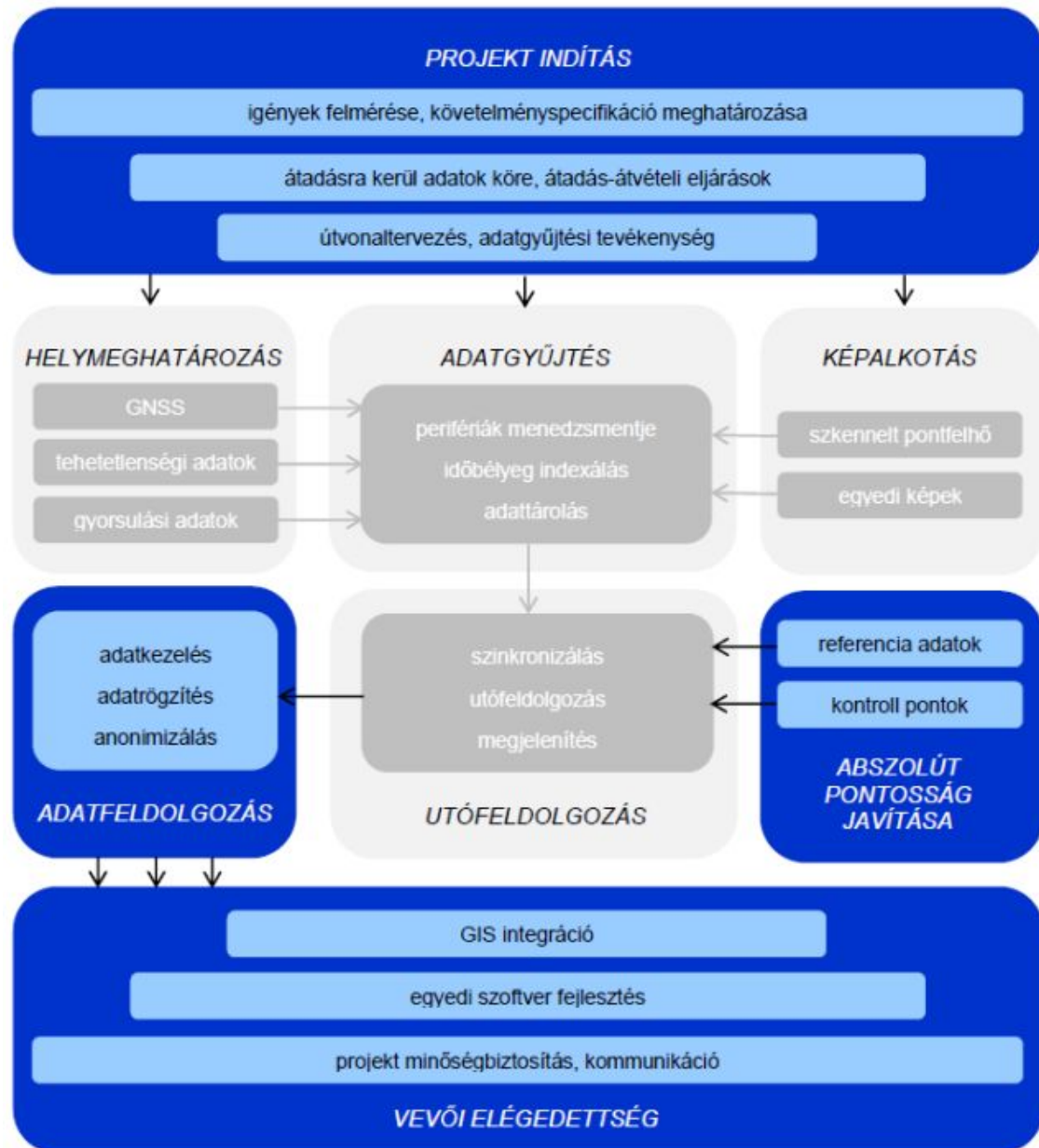
Szállító által, a képi állományok alapján készítendő tereptárgy adatbázis esetén:

- o tisztázandó az átadásra kerülő adatok köre; a közlekedési tartók/lámpák/táblák, parkolás gátlók, közművek, vasúti műtárgyak, egyéb objektumok paraméter listája (elhelyezkedés, pozíció, méret, szín, műszaki állapot, stb.);
- o adatbázis jellemzők, formátum és struktúra;
- o léteznek-e az (ön)ellenőrzéshez referencia adatbázisok.

Terület utcaszintű képi dokumentálása esetén:

- o tisztázandó a többszöri bejárásokból eredő redundanciák kezelése, adattisztítási elvárások;
- o a projekt termékek megjelenítését egyedi fejlesztéssel vagy GIS integráció keretében akarják-e megvalósítani;
- o akarják/tudják-e használni a képi állomány nyújtotta mérési lehetőségeket;
- o akarják/tudják-e használni a koordináta pontfelhő adatait vagy tisztán fotogrammetrikus eljárással tervezik a méréseket;
- o ki végezze az átadott képek anonimizálását (arcok, rendszámok kitakarását).

A felsorolt célok közül akár az összes vagy továbbiak is megvalósíthatók egyetlen projekt keretében, ebben az esetben érdemes ezeket külön, alprojektként kezelni.



6. ábra Mobil térképezés folyamata

A fényképek személyes tartalmára és a nagyméretű képi állományokra tekintettel az adatok tárolása és kezelése csak szabályozott adatkezelési eljárásoknak megfelelően történhet.

A résztvevők csak a munkavégzésükhöz feltétlenül szükséges mennyiségű adathoz férhetnek hozzá, továbbá biztosítani kell a személyi és központi számítógépeken, hogy az adatok ne legyenek jogosulatlanul másolhatók. Az adatkezelés célhoz kötöttségét előíró törvényi szabályozás miatt, a képekről történő adatrögzítést vagy a projekt zárását követően meg kell semmisíteni a képeket; vagy az átadásra kerülő panorámaképeken biztosítani kell a személyes adatok anonimitását úgy, hogy azok semmilyen eljárással ne legyenek később visszaállíthatók.

A mobil térképező projekt jellegzetes kísérő jelensége az adatgyűjtést övező kiemelkedő figyelem és érdeklődés. A Google Streetview európai tapasztalatai alapján megállapítható, hogy a projekt indításakor proaktív és minden kérdést megválaszoló kommunikációs tervvel kell rendelkezni és annak tartalmát minél több csatornán kell eljuttatni az adatgyűjtés területére. A kommunikációnak célszerű kiterjednie az adatgyűjtés céljára és várható előnyeire, valamint az adatkezelés szabályozottságára, törvényi és adatvédelmi szempontból történő megfelelésre. Megjelenítő felület szempontjából kézenfekvő az adatgyűjtő gépjármű használata, a helyi írott és elektronikus média, továbbá érdemes felkészülni a blogoszféra kommunikációs becsatornázására is.

Adatok feldolgozása

A TOPCON mobil térképező eljárása egy kiforrott műszaki megoldás; azonban meglehetősen magas bekerülési árú technológia a beépített komponensek beszerzési ára, a technológia újdonságára jellemző magas fejlesztési költségek szétterítése és nem utolsósorban a gyártó árazási stratégiája miatt is – hiszen a termék egyelőre nem rendelkezik direkt konkurenciával a piacon. A fenti gondolatmenet folyamán megállapítható, hogy a technológiába történő investícióban csak abban az esetben érdemes gondolkodni, ha rendelkezünk mindazzal a szükséges tudással és erőforrással, amittől a felmérési adatok valamilyen terméként lesznek értékesíthetők a piacon.

Ennek érdekében megvizsgáltuk, hogy milyen további fejlesztéseket kell elvégezni a kapcsolódó szolgáltatások értékesítése céljából. Az igények megfogalmazása céljából a forgalomtechnikai objektumok (közlekedési tartók/táblák/lámpák) felismerésére indult egy pilot projekt; ami a gyártótól bérelt berendezéssel, a korábban említett budapesti reprezentatív útvonal bejárásával történt.

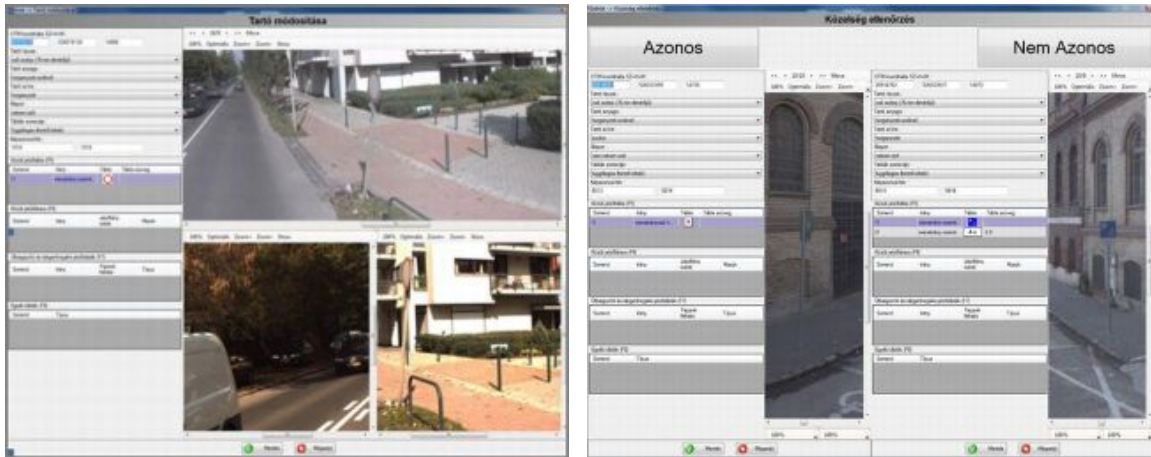
A feladat kapcsán felmerülő kérdés a képi állományok szoftveres felismertetése, ami véleményünk szerint széles irodalommal, de gyenge határfokkal megvalósítható körülményes eljárás. Hátránya, hogy 100 kilométeren készülő 40.000 panorámakép (2,5 méterenként készített képek esetén) szkennelése olyan számítási kapacitást igényel, amivel a kkv szektorban valószínűleg kevesen rendelkeznek; továbbá adott tereptárgy több képen is azonosításra kerül, aminek eredményeit egy újabb számítási ciklus keretében szükséges validálni. A látás és észlelés talán az emberi agy legmagasabb szintű teljesítménye, aminek működését lehetetlen szimulálni, ezért automatizált felismerési folyamat eredményét végső soron emberi ellenőrzésnek kell jóváhagynia.

Az automatikus felismerés fotogrammetriai eljárás, ami nem használja a koordináta pontfelhőt, így nem rendelkezik annak további előnyeivel.

A pilot projekt keretében kellett meghatározni a szükséges szoftver fejlesztések irányát és erőforrás igényét; mivel a gyártó által biztosított kliens alkalmazás csak az igények kis részét fedi le, viszont nem rendelkezik SDK vagy API támogatással.

A panorámaképek és leíró adataik, valamint a koordináta pontfelhő exportja révén megfelelő minőségű célalkalmazás fejleszhető, amely támogatja a kidolgozott felismerési és ellenőrzési eljárásokat. Ez utóbbiak kialakítása során cél a felismerés, rögzítés, ellenőrzés, javítás és kivétel kezelés folyamatának minél több elemi mozzanatra bontása. Az egyszerű, homogén

munkafolyamatok gyorsítják a feldolgozást és megkönnyítik bizonyos minőségbiztosítási eljárások beépítését, valamint lehetővé teszik különböző adottságú, képességű operátorok célszerű alkalmazását.



7. ábra Megjelölés képi állományon és táblaazonosító felület

Az adatrögzítő felület kialakítása az ilyenkor szokásos szempontok figyelembe vételével történt úgy, hogy az minél kevesebb egér és minél több funkció gomb használatával legyen használható.

Egyes útszakaszok többszöri bejárásával vagy akár érintésével is számos közlekedési objektum többször kerülhet rögzítésre az adatbázisban. A vélt redundanciák és további vélelmezett hibák adatbázis lekérdezéssel kivétel kezelési eljárás keretében kerülnek ellenőrzésre (pl.: azonos útszakaszon hasonló de nem azonos táblák, tábla/lámpa nélküli közlekedési tartók, túlságosan távolról végzett megjelölések, stb.). A rögzítési és ellenőrzési folyamat állandó fejlesztés tárgya, aminek célja a hibalehetőségek tipizálása és kiszűrése, előfordulásuk valószínűségének csökkentése, illetve a rögzítés egyéni hibahatárának leszorítása.

Az adatrögzítés keretében érdemes minden egyes objektumról egyedi képet letárolni, amely egy linken keresztül kapcsolódik az adatbázis adatokhoz. Ez a folyamat érdemben nem növeli tárhelyigényt vagy az operátori tevékenység összetettségét, viszont az önellenőrzést és az átadás-átvételi eljárást számottevően segíti.

A rendszer kompakt kialakítása révén a felépítmény más hordozójárművön is telepíthető, kalibrálható. Vasúti hajtányon, hajón, quadon vagy kerékpáron történő elhelyezéssel az MTR technológiára jellemző hatékonysággal mérhető fel és dokumentálható vasúti, folyami vagy egyéb pálya.

ÖSSZEFOGLALÁS

A mobil térképezés a gyártók és szolgáltatók erőfeszítéseinek fókuszában lévő terület, amely az elmúlt évek fejlesztéseinek és a formálódó igényeknek köszönhetően vált egyedi projektből reprodukálható terméké, arra épülő megoldássá. Az igények kialakításában fontos szerepet

játszottak a navigációs és internetes szolgáltatók; kiváltképp a Google Streetview és Microsoft Streetside alkalmazása.

A leírtak összegzéseként - és a GISopen konferencia gondolatának is eleget téve - a mobil térképező rendszer megfelel az új kihívásoknak. Mai nappal Magyarországon is elérhetővé vált a technológia nyújtotta szolgáltatás, ami alkalmas közúti és vasúti infrastruktúrához kapcsolódó mérnöki tevékenység támogatására, utcaszintű képi és térképi dokumentálásra, valamint ezekhez kapcsolódó üzleti célú fejlesztésekre.

Szerzők elérhetőségei:

Téti Imre

Tel. +36 20 956 1402

Email: imre.teti@konasoft.hu

Maros Olivér

Tel. +36 20 4642 145

Email: oliver.maros@konasoft.hu

Konasoft Project Tanácsadó Kft.

1037 Budapest, Szépvölgyi út 43.

Honlap: www.konasoft.hu