

Mobil térképezés adatgyűjtés és a felmérési adatok megjelenítése

Over the last 20 years, mobile mapping systems have slowly developed from academic research projects to state-of-the-art technology thus in the last few years a number of commercially build systems have appeared. Mobile mapping technology is utilized for the collection of data on road infrastructure or building facades, but first of all some very big companies such as Google and Microsoft created a strong advertisement and demand for the technology. This has resulted rapid development of the technology which can now be regarded as being well established and proven. Recently the rare several mobile mapping system offers available and the question is now increasingly how to manage and display the huge unstructured captured datasets. This article gives an introduction to the technology and shares the experiences of the first hungarian owned and run mobile mapping system. In addition it describes a new concept to display mobile mapped datasets.

Felmérés mobil térképezéssel

A mobil térképező rendszerek fejlesztése közel két évtizedes múltra tekint vissza. A rendszerek tervezésének célja az úthálózat és környezetének lézer szkennelése, a bejárt terület teljeskörű, helyazonosított képi dokumentálása. Az elmúlt évek fejlesztéseinek eredményeképpen áttörés történt a területen, és számos komplex mobil térképező megoldás jelent meg a piacon.

A felmérési technológia egyedülállóan termelékeny, amely jelentős mértékben alakítja át a térinformatikáról alkotott szemléletet és a felhasználói igényeket; ezért a Konasoft Kft. 2011 elején, Magyarországon elsőként állított üzembe komplex mobil térképező rendszert.

A mobil térképezés a hagyományos felmérési módszereket alkalmazó összetett megoldás, ami egyesíti a valós idejű helymeghatározást, a háromdimenziós lézerszkennelést, valamint a felmérési terület folyamatos fényképezését.

Adatgyűjtés

A felmérés során a helymeghatározó és képalkotó rendszerek folyamatos adatgyűjtést végeznek.

A rendszer pozíciójának meghatározása NAVSTAR és GLONASS GNSS vevő segítségével történik. A műholdas helymeghatározásból adódó bizonytalansági hatások minimalizálása céljából a berendezés méri a hordozó gépjármű kerekeinek elfordulását és a gépjármű különböző irányú gyorsulását (utóbbit hat-tengelyű tehetetlenségi mérőegységgel – Ring Laser GyroIMU).

A képalkotást szférikus panorámakamera rendszer végzi, hat darab két megapixeles professzionális CCD kamerával, melyek közül öt oldalirányba, egy pedig fölfelé néz. A kamera-rendszer másodpercenként legfeljebb 15 képsorozat készítésére alkalmas; az expozíciós idő beállítása az eltelt idő vagy a megtett távolság alapján paraméterezhető.



1. ábra. Mobil térképező rendszer működése

A berendezésen rögzített lézérskennerek folyamatosan pásztázzák a teret, másodpercenként 40 000 georeferált pontadatot gyűjtve. A skennerek közül kettő menetirányra merőlegesen, függőlegesen pásztázza a teret 180°-os tartományban; egy pedig a gépjármű mögött az út felületét 90°-os tartományban. A skennerkonfigurációval a rendszer 30–40 méter sugarú környezetében valósítható meg a 3D adatgyűjtés, a visszaverődési pontok helyzetének a rendszerhez képesti meghatározásával.

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

Utófeldolgozás

Az egyedi képek kiigazításos illesztésével készülnek a megjelenítendő panorámaképek.

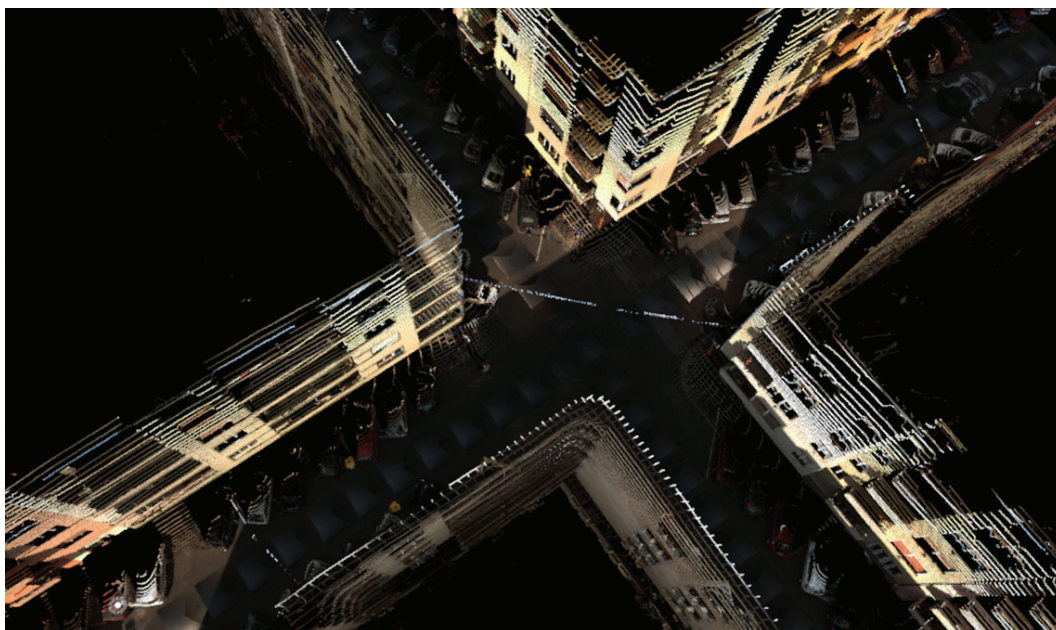
A gyűjtött adatok utófeldolgozása során permanens bázisállomás(ok) vagy virtuális állomás(ok) észlelési adataival történik a pozícióadatok korrigálása. Az utófeldolgozás számítási

kapacitás igénye miatt a feldolgozás alapvetően 1Hz RINEX adatokkal történik, de a feldolgozó algoritmus támogatja a 10Hz adatokkal történő utófeldolgozást is.

Utolsó lépésként a szkennelési és pozícióadatokból történik a korrigált koordináta pontfelhő generálása és színezése, valamint a keletkezett állományok exportja.

Utófeldolgozás során lehetőség van a felmérési állományok automatikus, szoftverrel támogatott adattisztítására, ami a helymeghatározás pillanatnyi hibáiból eredő (önmagában nagy belső pontosságú, konzisztens) állományokat szinkronizálja. Az eljárás a bejárások keresztező szakaszait vízszintes és magassági értelemben szinkronizálja; aminek eredményeképpen a keresztező bejárások és a többszörösen felvételezett állományok felületei (pl.: felsővezetékek, épületsarkok, gépjármű kontúrok) nem szellemképesek, homogének lesznek.

Az adattisztítási eljárás helyreállítja a felmérési állomány belső konzisztenciáját, azaz a relatív pontosságot. Ezzel általánosságban javítjuk az állomány abszolút pontosságát, de nem minden egyes érték esetében automatikusan, ezért a tisztított állományokon kontrollpontok utólagos használatával érhető el a fentiekkel megegyező mértékű abszolút pontosság.



2. ábra. Városi felmérés adattisztítás után

Az utófeldolgozás után, a képi és a szkennelt adatok konzisztenciájának köszönhetően, a megjelenített állományokban a panorámaképek és a koordináta pontfelhő használatával pont, vonal és sokszög vonal mérés végezhető; valamint a mérési adatok exportálhatók.

Felmérési pontosság

A mobil térképezéses felmérés egy összetett tevékenység, aminek a végeredménye rengeteg környezeti és technikai körülmény együttes hatására alakul ki. Ezért pontosság tekintetében a teljes rendszer végeredményét (adatgyűjtés, feldolgozás, megjelenítés) érdemes vizsgálni. Bizonyos mértékig vizsgálható egyes – hardver és szoftver – komponensek szerepe a végeredményben, de ezek módosításában (pl.: hardvercsere, eszköz- vagy szoftverkalibráció) a rendszer komplexitása miatt kicsi a mozgásterünk.

Általánosságban a felmérési pontosság nagymértékben javítható jó GNSS rálátással rendelkező területen történő 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 menet közbeni „inicializálással”.

A pontosság kérdését relatív és abszolút pontosság szempontja szerint célszerű megközelíteni.

Relatív pontosság

Relatív pontosság alatt az egyszeri felmérés (bejárás) keretében végzett adatgyűjtés eredményén (pontfelhő) végzett mérések eredményét értjük.

A rendszerkonfiguráció és -kalibráció geodéziai szintű relatív pontosságot biztosít, ami a megjelenített panorámaképekkel konzisztens. Relatív pontosság tekintetében megállapítható, hogy ezt gyakorlatilag csak a pontfelhő sűrűsége korlátozza, amit – amennyiben a feladat azt indokolja – célszerű a koordináta-pontfelhő interpolációjával sűríteni; ezáltal a relatív pontosság a gépjárműtől távolabbi pontok esetében is optimális szinten tartható.

Mobil térképezés adatgyűjtés és a felmérési adatok megjelenítése

körszerű egységek képzésével. (Ezek a korlátozó-sok nagy területek geodéziai pontosságú felmérése esetén szükségesek.)

Tesztmérések

2011 őszén tesztméréseket végeztünk az állami földmérés szakembereivel. A mérések célja nagy területek mobil térképezéses felméréseinek megvalósíthatósági vizsgálata volt.

Előzetesen meghatározásra került, hogy milyen munkaterületek lesznek kiválasztva, ahol ellenőrizni lehet a rendszer megbízhatóságát. A cél az volt, hogy többféle mérési körülmény és környezet közepette végezzük el a vizsgálatot. Egy-egy útszakasz legalább kétszer került bejárásra, így a több mérési adat miatt, elvben javul a teszt megbízhatósága. Négy teszterületet jelöltünk ki, amelyek különböző fedettséggel, beépítési móddal, forgalmi helyzettel rendelkeztek; a tesztméréseket a megengedett legnagyobb forgalmi sebességgel végeztük.

A mobil térképezéssel felmért koordináták WGS formátumúak, amelyet a FÖMI EHT2 4.1 transzformációs programmal számítottak át EOVS rendszerbe. A felméréshez hálózati GNSS vevőt és 3" mérési pontosságú mérőállomást használtunk. Az alappont meghatározása GNSS vevővel, hálózati RTK mérési módszerrel, VITEL transzformációval történt, így közvetlenül EOVS koordinátákhoz jutottak. A részletpontokat poláris méréssel határozták meg. Az így elért pontosság 1–2 cm körül van.

Területi egységenként 10–40 ellenőrzési pontot vizsgáltunk, valamint azonos területek különböző időben rögzített felméréseit. A teszt kitért az egymástól távoli felmérések közötti pontossági viszonyok meghatározására.

A teszt rövid összefoglalásának eredménye, hogy a mobil térképezés önmagában nem ad választ minden területen a pontosság teljes igé-

nyére, ezért nagy területek mobil térképezéses felmérésekor az önmagukban konzisztens bejárás szakaszokat kontrollpontok használatával kell beilleszteni a felmért terület megfelelő szakaszába.

Pontosság javítása kontrollponttal

A pontosság kontrollponttal végzett javítása pontfelhőben történik, itt tereptárgyak meghatározásával és a „valós” koordináták megadásával kell az adatgyűjtési állományt újragenerálni. Az eljárással nagy relatív pontosságú adatok abszolút pontossága javítható, a kontrollpontok elhelyezkedésétől függően akár a rendszer fentebb bemutatott pontossági szintjéig. A kontrollpontos javítás során körültekintően kell eljárni, mivel minden egyes kontrollpont egy adott hatósugarban és irányban módosítja a pontfelhő elhelyezkedését.

Képek további feldolgozása

Az automatizált adatgyűjtés kapcsán felmerülő kérdés a képi állományok automatikus (szoftverrel támogatott) felismerése. Az automatikus felismerés véleményünk szerint gyenge határfokkal megvalósítható körülményes eljárás – jelenleg. Hátránya, hogy – a példa kedvéért – 100 kilométeren készülő 20 000 panorámakép (5 méterenként készített képeknél) kiértékelése a projekt kereteit túlnövő számítási kapacitást igényel; továbbá minden tereptárgy több képen is azonosításra kerül, aminek eredményeit egy újabb számítási ciklus keretében szükséges validálni. A látás és észlelés az emberi agy egyik 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.

Projektek során a fényképek személyes tartalmára és a nagyméretű képi állományokra tekintettel az adatok tárolása és kezelése csak szabályozott adatkezelési eljárásoknak megfelelően történhet. A felhasználók 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 (jelenlegi hazai) jogi szabályozás miatt, a képekről történő adatrögzítést legkésőbb a projekt zárását követően meg kell semmisíteni a képeket; vagy az átadásra kerülő panorámaképeken biztosítani kell a személyes adatok anonimizálását úgy, hogy azok semmilyen eljárással ne legyenek később visszaállíthatók.

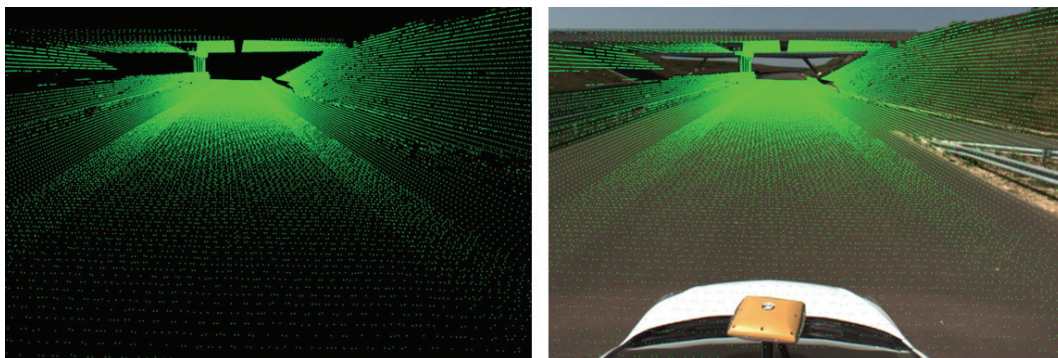
Megjelenítés

A képi állományok használatával hatékonyan végezhető a „terepi” adatgyűjtés, adatrögzítés és adatbázis-építés, aminek alapfeltétele a felismerés, rögzítés, ellenőrzés, javítás és kivételkezelés folyamatát támogató szoftveres alkalmazás.

A komplex mobil térképező rendszerek tartalmaznak adatgyűjtő, feldolgozó és megjelenítő célalkalmazásokat is, ezek azonban önálló, elszigetelt alkalmazások, amelyek sem egymással, sem más alkalmazásokkal nem képesek kommunikációra. A rendszergyártók által biztosított célalkalmazások csak az igények egy részét fedik le, nem rendelkeznek a szoftverek továbbfejlesztéséhez vagy integrációjához szükséges támogatással; a programok közötti adatcsere fájlok exportjával, importjával valósítható csak meg. Ez a megközelítés gátolja a mobil térképezés szélesebb körű elterjedését, mivel a termelékeny adatgyűjtéssel előállított nagy mennyiségű adatból nehezen állítható elő a felhasználók számára szükséges információ. A nagyméretű felmérési állományok kezelésének nehézségei, a csoportmunka támogatásának hiánya és a felhasználók által előállított adatok inkonzisztenciája nem felel meg a vállalati adatkezeléssel szembeni követelményeknek.

Az utófeldolgozás során az adatok szabványos formátumban kiexportálhatók, amelyek egyedi szoftver fejlesztés keretében vagy meglévő térinformatikai alkalmazás integrációjával jeleníthetők meg.

A fentieket felismerve a Konasoft Kft. kifejlesztette saját megjelenítő alkalmazását azzal a céllal, hogy az iparágban elsőként szervertől független architektúrában és nagyvállalati informatikai környezetben is elérhetővé tegye a mobil



4. ábra. Pontfelhő, valamint panorámakép és pontfelhőegyettes megjelenítése

Mobil térképezés adatgyűjtés és a felmérési adatok megjelenítése

térképezéssel felmért adatokat. A fejlesztés célkitűzése az alapigények megvalósítása volt, amire a későbbiekben az egyes szakterületi igények fejlesztése és integrációja épülhet.

InfoCity3D projekt

A projekt InfoCity3D, a kliens alkalmazás a CityBrowser3D-nevet kapta. Az InfoCity3D projekt Microsoft .NET fejlesztői környezetben készült. Az alkalmazás a felmérési állományokból exportált panorámaképek és leíró adataik, valamint a koordináta-pontfelhő felhasználására épül.

A szerver-kliens architektúra ideális platform vállalati környezetben, ami támogatja a nagymennyiségű téradat hálózaton keresztül történő optimalizált kiszolgálását, valamint a vállalati jogosultság-kezelési és adatbiztonsági szabályoknak való megfelelést.

A CityBrowser3D moduláris fejlesztési koncepciója biztosítja az egyes funkciók vagy a teljes funkcionalitás integrálását más szerver-kliens vagy web-alapú térinformatikai rendszerbe.

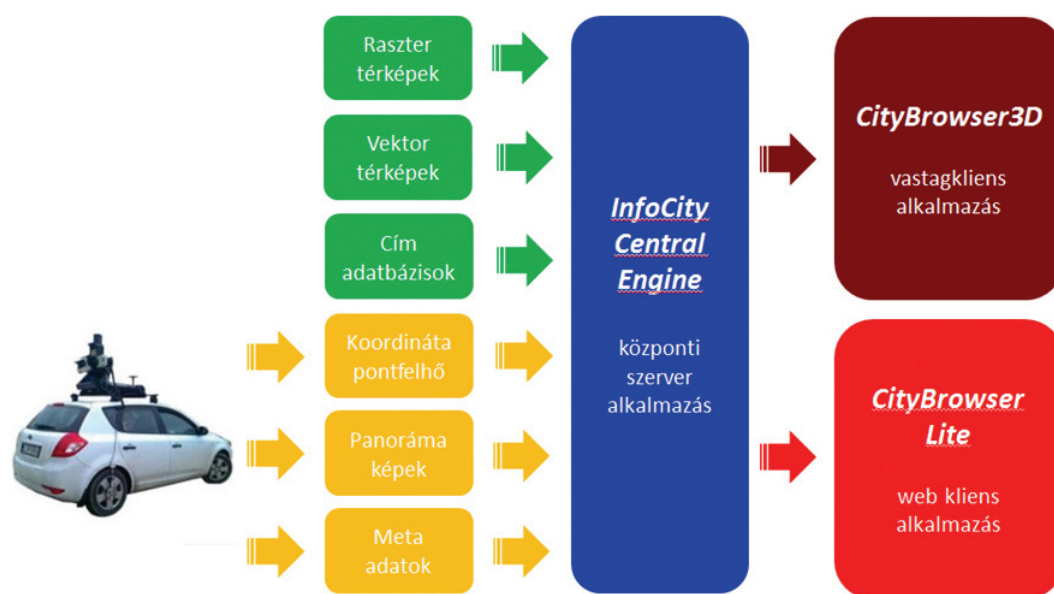
A fejlesztés 2011-ben négy fejlesztő folyamatos munkájával történt, az első modelleket fél

évvel a munka megkezdése után mutattuk be. Az InfoCity3D alkalmazás támogatja:

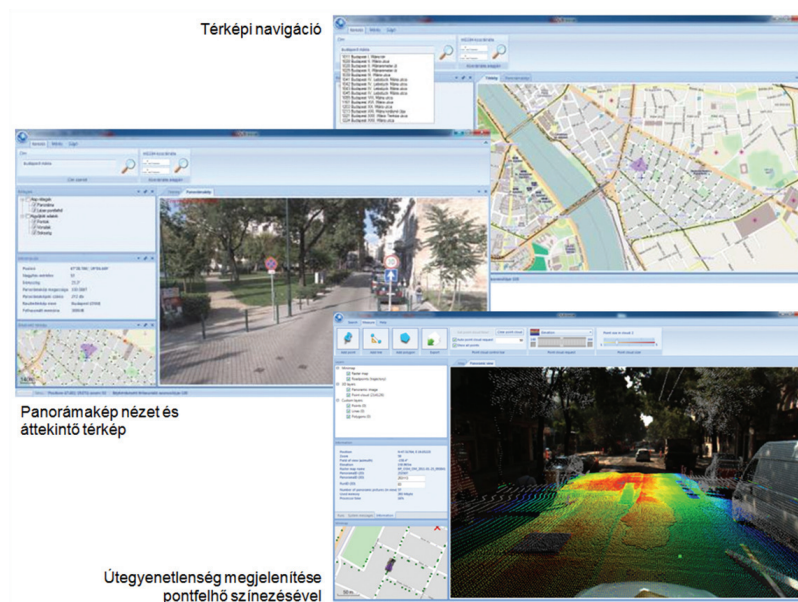
- a térinformatikai alapú adatkezelést, rétegkezelést;
- térképi navigációt és a panorámakép pozíciók térképi megjelenítését;
- a panorámaképek és a koordináta-pontfelhő konzisztens kezelését;
- navigációt a panorámaképeken;
- keresést koordináta, cím, szelvény, vagy attribútum alapján;
- pontok, vonalak, sokszög vonalak mérését és attribútumok hozzáadását,
- adatok exportálását, vagy más GIS rendszer számára adatkapcsolati elérést.

Az alkalmazás szalagmenüs megjelenítéssel és testre szabható felhasználói felülettel rendelkezik, ami támogatja:

- a szoftverablakok többmonitoros megjelenítését,
- mérési attribútumlista helyi szerkeszthetőségét (listahierarchia, attribútumtípusok: szabad szöveges, legördülő menüs, igen/nem kapcsolók),
- funkciógombok kiosztását.



5. ábra. InfoCity3D adatmodell



6. ábra. CityBrowser3D kliens

Továbbfejlesztés

Nagyvállalati bevezetés során elkerülhetetlen az EOVSz transzformáció implementálása. A felmérés és utófeldolgozás eredménye WGS84 rendszerben készül ezért az EOVSz transzformáció csak utólag valósulhat meg. A teljes szkennelt adatbázis mérete meghaladja a (szabványnak tekintendő) EHT2 programmal transzformálható adatmennyiséget, ezért – a WGS84 adatbázis használatával – az EOVSz transzformációt csak a felhasználók által használt adatokon kell elvégezni valós időben az alkalmazás „felületén” (nem beépítve azt az üzleti logikába). Az EOVSz transzformáció megvalósítását mintegy megerősíti, hogy a szakma képviselői csaknem teljes egészében egyetértenek abban, hogy főleg a pontfelhő minden elemét EOVSz koordinátákká transzformálni, és úgy tárolni. Minden keresési feladat, metrikus kiértékelés, objektumszámolás, relatív hely ellenőrzés, megjelenítés elvégezhető a WGS koordinátákkal; és elegendő a felhasználók által kiválasztott adatok körét – valós időben – az EOVSz rendszerbe transzformálni.

A funkcionalitás megvalósítható például a VETÜLET vagy a VITEL programok beépítésével a program „felületi” rétegébe, ami kiterjed:

- a kurzorral kiválasztott koordináták átszámítására,
- keresések transzformációjára,
- mérések és export támogatására valós időben.

Összefoglalás

A mobil térképezés a gyártók és szolgáltatók erőfeszítéseinek fókuszában lévő terület, amely az elmúlt évek fejlesztéseinek és a formálódó igényeknek köszönhetően vált egyedi projektekből reprodukálható terméké és arra épülő megoldáscsomaggá. Az igények kialakításában fontos szerepet játszottak a navigációs és internetes szolgáltatók; kiváltképp a Google Streetview és Microsoft Streetside alkalmazása.

A gyűjtött adatok az útkezelők, közműszolgáltatók, önkormányzatok, földhivatalok, rendvédelmi szervek és még számos szervezet számára szolgálnak információval. Az adatgyűjtés

Mobil térképezés adatgyűjtés és a felmérési adatok megjelenítése

eddig soha nem tapasztalt sebességgel és adatsűrűséggel, a hagyományos pontossági elvárások teljesülése mellett történik. A felmérés hatékonysága révén a térinformatikai alkalmazások aktuális adatokkal tölthetők fel, növelve ezzel azok hatékonyságát és az azokba fektetett erőforrások nagyobb arányú megtérülését. Az adatgyűjtési eljárás hatékonyságának köszönhetően az adatgyűjtés egyedülállóan kedvező ár-érték arányú és a hagyományos felmérési eljárásokkal versenyképes árfekvésű szolgáltatást képvisel.

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

2011 óta Magyarországon is elérhetők a mobil térképezésre épülő szolgáltatások.

Maros Olivér

Projektvezető, Konasoft Kft.

oliver.maros@konasoft.hu