

Műszerismertetés

AlfaGEO FALCON X kézi mobil térképező rendszer

Manapság megszokhattuk, sőt természetesnek vesszük, hogy már a tenyérnyi, belépőszintű GNSS vevők is rendelkeznek IMU-val, azaz olyan tehetetlenségi szenzorral, mely térbeli tengelyek mentén méri az antenna a dőlését, elfordulását, sodródását. Használatával levehetjük a figyelmünket a libelláról és az antenntartó bot függőleges tartásáról.

Ugyanakkor, aki járműre szerelhető mobil térképező rendszerekkel foglalkozik, talán ennél is jobban tudja értékelni, milyen jelentősége van egy 40-70 km/órás sebességgel, folyamatosan mozgó, kanyarodó, bukdácsoló, lassító-gyorsító járműben a varázsdoboznak, vagy pl. annak adatfrissítési rátájának.

Az MMS (avagy MLS) elsődleges, abszolút helymeghatározási eszköze a GNSS, melynek elégtelen jelvételekor (pl. szűk városi utcákban, alagutakban) az IMU – műszaki paramétereitől, minőségétől függő ideig – képes kiváltani a műholdas technológiát, azaz „tartani” képes a pozíciót.

Ugyanezen az elven működnek a piacon egyre-másra felbukkanó RTK GNSS-szel kombinált kézi SLAM rendszerek, melyek a belső terek egyszerű, georeferált felmérését ígérik. Jelen cikkünk tárgya is egy ilyen műszer, az AlfaGEO FALCON-X.



Volt szerencsém részt venni a Magyar Mérnöki Kamara FAP kiadványsorozatának 2025-ös, „Pontfelhők kiértékelése a mérnöki gyakorlatban” c. szakmai anyagának összeállításában. A szerzőtársakkal a kézi SLAM-ek kapcsán több soron is felhívtuk az olvasók figyelmét, hogy „mindent arra használjunk, amire való”, hiszen a piacon fellelhető ilyen eszközök nagyon széles ár- és minőségi skálán mozognak. Egy belépő szintű műszerből származó pontfelhőből pontos tervezési alaptérkép nem, vagy csak nagy kockázattal állítható elő.

A fentiek fényében futottam neki a következő műszertesztnek. A FALCON-X egy normál GPS kofferben érkezett, ami nem is

csoda. Maga a mérőegység ugyanis nem sokkal nagyobb, mint egy átlagos integrált RTK fejezet. A minden-a-boton antenna aljára ferdén van rögzítve egy LIVOX szkennerek egység. Ezzel a megoldással a már több cikkemben is bemutatott, erre a szkennertípusra jellemző vakkúp szerencsésen lefelé néz, tehát tengelye nem párhuzamos a haladási iránnyal. Így a hasznos szkennelési terület jobb geometriát mutat.

A műszerkorpuszon a szkenneregység alatt egy AR kitűző-, illetve attól balra és jobbra egy-egy SLAM kamera található, a pontfelhő RGB színezéséhez. Alján foglalnak helyet a különböző csatlakozók és slotok: LEMO, memóriakártya, nanoSIM, URH antenna, illetve USB-C. Ez utóbbin keresztül valósul meg a kábeles adatsere is, amihez egyébként csatlakoztatni kell a rúdakkut.



Telepből az alapsomagban mindjárt kettőt is találunk. Töltöttségüket gombnyomásra LED skálán ellenőrizhetjük. Egy töltéssel, aszerint, hogy milyen módban használjuk, három (SLAM), vagy nyolc (RTK GNSS) órát dolgozhatunk. A szkennerral átellenes oldalán a műszernek egy 1,3"-os mini színes LED kijelző lát el minket hasznos információkkal mérés közben.

A kombinált fejegység GNSS része hozza a manapság elvártakat: GPS/GLO/GAL/BDS/QZSS/IRNSS/SBAS jelvételek 1408 csatornán, integrált LTE és URH modem korrekció átvitelhez. Az ún. 4D IMU dőlési munkatartományja 0–120°, adatfrissítési frekvenciája tekintélyes, 400 Hz, melynek a cikk elején kifejtett GNSS kiváltáskor van nagy jelentősége.



A SLAM oldalt a már említett 40 csatornás LIVOX szkennerek képviseli. Ennek szkennelési sebessége a szokásos 200.000 pt/mp, hatótávolsága 40-70 m közé tehető. Nem szabad elfelejteni, hogy gyártója elsősorban önvezető járművek navigációjához fejlesztette ezt a letapogató egységet! Nyilván nem várható el tőle az, ami egy teljesítményében, pontosságában, ugyanakkor árában is többszörösét hozó forgófejes, sokcsatornás szkennertől.

A mérőrendszer kezeléséhez szabadon választhatunk Android operációs rendszerű telefonok, tabletek, phabletek közül. Vizsgálódásaimhoz egy Oukitel WP35-öt kaptam.

A vezérlés a már jól ismert FORGEO méRTÉK alkalmazással valósul meg. Persze, a FALCON-X használata esetében egy bővített verzióról beszélünk, mely el van látva a SLAM funkciókkal is.

Mérési módokból kettőt különböztethetünk meg. Az egyik a klasszikusnak tekinthető kézi SLAM, mikor észlelés közben nem történik abszolút értelmű helymeghatározás, csak sétálunk a szkennelőrrel. Persze, ekkor is felkereshetünk GCP-eket (földi illesztőpontokat), majd az utófeldolgozáskor ezekhez koordinátákat rendelhetünk. Ilyenkor célszerű a szokásos talpat felszerelni a nyélakku alá és a keresztalakú jellel rámérgetni alappontjainkra.

Az izgalmasabb viszont a másik mérési módszer, mikor minden a-boton megoldásként RTK GNSS vevővel kombináljuk a SLAM-et. A rúdakkuk alján 5/8"-os furat található. Ebbe kell beletekerni a 1,8 m magasra kihúzott botot, és indulhat is az észlelés!

A mérőrendszer kezelése az említett méRTÉK szoftverrel tényleg gyerekjáték. Megfelelő körülmények között az RTK GNSS pillanatok alatt inicializál, a SLAM is frappánsan, gyorsan méréskészé válik. Szkennelés közben – melynek előrehaladását természetesen a kijelzőn pontfelhő formájában nyomon követhetjük – lehetőségünk van GNSS pontrögzítésre is, ilyenkor ezek a fejezetben (is) rögzülnek.

Azért azt nem szabad elfelejteni, hogy maga a SLAM 1,8 kg. Ez a tömeg az integrált GNSS fejezetek hajnalát idézi. Így kb. negyedóra után, szkennelés módban, folyamatosan kissé emelve tartva az antenna botot, a vezérlő kijelzőjét figyelve, egyenes sebességgel sétálva bizony megérezzük a vállainkat!

A műszerteszt során GNSS módban felmértem számos, a pontfelhőben biztosan jól azonosítható felfestés sarkot. Ezeket tekintettem ellenőrzőpontoknak. Próbálkoztam erre a célra körakna-fedlap középpontokkal, illetve négyszögaknak sarkaival is, azonosításukkor több-kevesebb sikerrel.



Ezt követően különböző időpontokban végigszkenneltem a területet úgy, hogy a „hasznos munkaterület” mérete és alakja mindig más legyen, illetve az ellenőrző pontokból azokat vizsgáltam, ami rájuk esett. Volt egy viszonylag kompakt terület, illetve két hosszan elnyúló, vonalszerű. Persze, az ellenőrző pontok nem mindig ugyanúgy képződtek le a különálló pontfelhőkben.

Az irodai feldolgozás éppoly egyszerű, mint a terepi észlelés. Az AlphaStudio egy jól felépített alkalmazás, a pontfelhőket szépen rendereli. A SLAM-eknél megszokott néhány kattintás után megkezdődik az automatikus előfeldolgozás, RGB színezéssel, simítással, mozgó objektumok szűrésével stb. Van lehetőség az útvonal (trajektória) időbeli feldarabolására, így a nem túl sikeres részek elvileg akár kimetszhetők a mérésből.

Amennyiben aktív volt az RTK GNSS mérés, egy plusz funkció bekattintásával a feldolgozás végére EOV-rendszerbe kerül a pontfelhőnk.

El kell ismerni, szép, kifejezetten vékony (1-3 mm vastagságú) 3D-pontfelhők álltak elő a szoftverből.

Az 50×50 m-es területen a pontfelhőben leszűrt pontok ellenőrzése elképesztően jó eredményeket hozott.

A GNSS-szel bemért, illetve a pontfelhőben ázonosított 20 db ellenőrző pont koordináta-különbsége csak hét esetben ugrott 5 cm fölé, ott is vízszintes értelemben max. 7 cm-ig. Magasságilag

minden 5 cm-en belül volt, mindössze egy pont vágott ki 13 cm-re.

A második sorozat, amibe 12 db ellenőrző pontot vontam be, már kissé pontatlanabb, szubdeciméteres képet mutatott. Érdekes módon magasságilag egyik pont sem lógott 5 cm különbség fölé. Vízszintesen viszont már 6 db pont esetében szórtak a koordináta-eltérések 5 és 11 cm között.

A harmadik körben, ami egy hosszú útszakaszt reprezentált, már 30 pont szerepelt. Ebből 18 esetben voltak nagyobbak a hibák, mint az 5 cm-es küszöb, és bizony a magasságok is meglódtak. Itt már szubméteres problémákat (értsd: 45 cm) is találtam.

Az eredményeket vizsgálva, a mérési sorozatok szórása nagyon hektikusnak tűnik. Bizonyos pontok 2, 1 sőt 0 mm-es eltérést mutatnak, még a legpontatlanabb mérési ciklusban is. Így persze az eltérések átlaga sem mutat annyira rossz képet...

Természetesen, a leírt tesztelési módszer számos hibával terhelt, hiszen már az ellenőrző pontok RTK GNSS-szel való meghatározásában is feszül bizonytalanság. Aztán ott van a szkennelési pontatlanság (a LIVOX360 esetén ez 1σ -nál ≤ 2 cm 10 m-en), illetve a pontfelhő előfeldolgozó algoritmus, mely végrehajtja az újraillesztést, simítást, de igazán nem tudjuk, hogy mit és hogyan csinál.

Összességében elmondható, hogy a potenciál megvan a FALCON-X mérőrendszerben is a nagyobb pontosságú észleléshez.

Ugyanakkor megint csak az RTK GNSS-eknél megszokott FIX-álfIX problémával lehet párhuzamot vonni. Nehéz egyértelmű mérőszámot, vagy arányt mondani a bizonytalanságra, mikor hogyan teljesít a rendszer. Ami szerencsés, hogy a műszer integrált jellege miatt van lehetőség arra, hogy az éles munka közben a GNSS-szel is mérjünk ellenőrző pontokat. Így szemben a sima, abszolút pozíció nélküli SLAM-észlelésből származóval, itt az irodában van visszacsatolás az előfeldolgozott pontfelhőnk megfelelőségéről.

Ennek ismeretében pedig már a mérnöki felelősség körébe tartozik, mit kezdünk az eredményterméssel.

A mérőrendszer fontosabb műszaki információit az alábbi táblázatban foglaltam össze:

AlfaGEO FALCON X SLAM jellemzői	
Geodéziai RTK GNSS + SLAM	integrált mérőrendszer, méRTÉK szoftver vezérléssel
Csatornaszám	1408
Műholdrendszerek	GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, QZSS, IRNSS, SBAS
L-Band	B2b (BDSPPP), E6B (HAS)
Beépített rádió	van
Beépített GSM modem	van
Dőlésérzékelés és kompenzátor	E-buborék, 400Hz-es 4D IMU-alapú kompenzátor
Belső memória	256 GB
Akkumulátor	2 db cserélhető nyélakku
Teszt során alkalmazott CORS	CORRIGO (4-es konstelláció)
Lézercsatorna szám (SLAM)	40
Szkennelési hatótáv	0,1 m – 40 m @ 10% visszaverődés 0,1 m – 70 m @ 80% visszaverődés
Szkennelési sebesség	200 000 pt/mp
LIVOX mid360 pontosság	≤ 2 cm @ 10 m (1σ)
Por- és vízállóság	IP67
Méret	138 mm (\varnothing) × 301 mm (H)
Tömeg	1,8 kg
További hivatalos információ	FORGEO Kft. www.forgo.hu

Stenzel Sándor

földmérőmérnök, földrendező mérnök

www.gpstakarok.hu

A GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA SZERKESZTŐSÉGE VÁRJÁ TUDOMÁNYOS ÉS SZAKMAI CIKKEK, VALAMINT ISMERETTERJESZTŐ ÉS SZAKMAI ÉRDEKESSEGEKET BEMUTATÓ SZEMLECIKKEK KÉZIRATÁT.

ELÉRHETŐSÉGEINK:

E-MAIL: MFTTT.TITKARSAG@GMAIL.COM

WEB: [HTTPS://OJS.ELTE.HU/GEODEZIAESKARTOGRAFIA](https://ojs.elte.hu/geodeziaeskartografia)

KÉZIRATOKAT AZ INFORMÁCIÓ>BEKÜLDÉSEK MENÜPONT ALATT LEHET FELTÖLTENI.

MFTTT vezetősége