

Zboray Zoltán¹ – Sándor Tamás² – Szipli Tamás³

PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖKKEL KÉSZÍTETT RASZTERES TÁVÉRZÉKELÉSI ADATOK FELDOLGOZÁSA KATONAI TÉRKÉPÉSZETI ÉS FELDERÍTÉSI FELADATOKHOZ⁴

A Honvédelmi Minisztérium Térképészeti Közhasznú Nonprofit Kft., Felmérő osztály, Fotogrammetriai alosztály együttműködésben a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat (MH GEOSZ) 2009. óta foglalkozik a pilóta nélküli repülőeszközök által készített raszteres távérzékelési adatok feldolgozásával. Munkánk során 2010-ben javaslatot tettünk a Magyar Honvédség SUAV felderítő rendszer lehetséges képfeldolgozási környezetére, mellyel a korábbi és jövőben előállításra kerülő videó felvételek összehasonlítására, az adatok geoinformációs adatbázisba történő tárolására nyílik lehetőség. A meglévő sztereo-fotogrammetriai képességek felhasználásával kísérletet tettünk elektromos meghajtású robothelikopterrel készített légifelvételek feldolgozására is. Tanulmányunkban rövid áttekintést adunk a pilóta nélküli repülő eszközökkel készített raszteres távérzékelési adatok hardver/szoftver környezetéről, a jövőbeni felhasználás lehetséges irányairól.

UAV based remote sensing raster DATA processing for military mapping and reconnaissance tasks

The Hungarian Ministry of Defence (MoD) Mapping Company in cooperation with the Geoinformation Service of Hungarian Defence Forces (MH GEOSZ) has been working with UAV based remote sensing raster data since 2009. In 2010 we made a proposal for a possible image data processing environment for the HDF SUAV reconnaissance system, which make an opportunity to detect changes and store the previous and further SUAV videos in geoinformation database. Based on our existing stereo-photogrammetric capabilities we also tried process some images, which made by an electric driven unmanned helicopter. In our study we give a short overview about the data processing hardware/software environments, and some possible ways of the future utilization.

BEVEZETÉS

A pilóta nélküli repülőeszközök (UAV) alkalmazása a térképészet, távérzékelés, képfeldolgozás, fotogrammetria szakterületén az elmúlt években forradalmi változásokat indított el. Az előállított raszteres távérzékelési adatok, melyek lehetnek folyamatos videó-, vagy légifelvételek, a készítés és feldolgozás tekintetében is különböző eszközöket igényelnek. A hordozó eszközök hatótávolságának növekedése mellett, az érzékelő berendezések egyre nagyobb felbontású és pontosságú adatokat szolgáltatnak, mellyel a térképészeti és felderítő rendszerekben folyamatosan növekszik az információszerzés hatékonysága.

¹ HM Térképészeti Közhasznú Nonprofit Kft, Felmérő osztály, Fotogrammetriai alosztály, zboray.zoltan@topomap.hu

² HM Térképészeti Közhasznú Nonprofit Kft, Felmérő osztály, Fotogrammetriai alosztály, sandor.tamas@topomap.hu

³ HM Térképészeti Közhasznú Nonprofit Kft, Felmérő osztály, Fotogrammetriai alosztály, szipli.tamas@topomap.hu

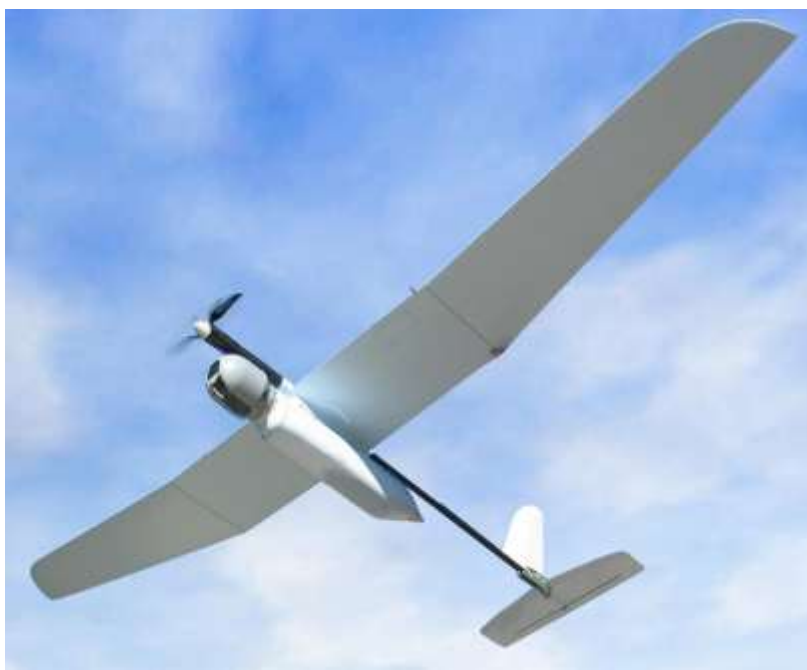
⁴ Lektorálta: Dr. Bottyán Zsolt, egyetemi docens, Nemzeti Közszerződési Egyetem Katonai Repülő és Légvédelmi Tanszék, bottyan.zsolt@uni-nke.hu

A térképészeti céllal készített légifelvétel feldolgozáshoz terepi mérések, földi illesztőpontok szükségesek, amivel biztosítani lehet a szélső pontossági követelmények elérését. A felderítő rendszerekben – melyek nem igényelnek nagy helyzeti pontosságot – a videó adatok feldolgozása döntően a repülés során rögzített telemetriai adatokra támaszkodik. Mind a térképészeti, mind a felderítési feladatok esetében a legfontosabb cél – az elsődleges adatok rögzítése mellett – a változások követése és detektálása.

ELŐZMÉNYEK

A SUAV rendszerrel kapcsolatos feladatok

2009-2010-ben a HM Térképészeti NKft. és a MH Geoinformációs Szolgálat (GEOSZ) részt vett a Magyar Honvédség Skylark I-LE típusú kis hatótávolságú pilóta nélküli repülő felderítő rendszerének (SUAV⁵, 1. ábra) Csapatpróba Bizottság ülésein. A pilóta nélküli repülőeszközt kezelő személyzet felkészítésére kiadott feladattervben kutatási területként lett meghatározva az ISTAR⁶ rendszerhez történő csatlakoztatás és felhasználás lehetőségeinek vizsgálata, melynek kapcsán javasoltuk a meglévő geoinformációs támogatás továbbfejlesztését.



1. ábra Skylark I-LE típusú kis hatótávolságú pilóta nélküli repülőeszköz

Az üléseken a SUAV missziós környezetben történő felhasználásához igény merült fel 5-10 méteres pontosságú és aktuális adatokat tartalmazó térképészeti alapanyagra, melyre nagyfelbontású (VHR⁷) űrfelvétel beszerzését javasoltuk. Az űrfelvétel további hasznosításával kapcsolatban elhangzott, hogy a SUAV videó felvételek elemzéséhez szükség lenne egy összehasonlító rendszerre, mely az űrfelvétel és a rögzített SUAV felvételek alapján alkalmas

⁵ SUAV: Short-range Unmanned Aerial Vehicle, kis hatótávolságú pilóta nélküli légi jármű

⁶ ISTAR: Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance, tudás alapú integrált felderítő rendszer

⁷ VHR: Very High Resolution, nagyon nagy felbontású űrfelvétel (0,5-1 m) esetén szokásos megnevezés

lenne a változás-detektálásra, ami hatékonyabb IMINT⁸ támogatást tenne lehetővé.

2010 októberében, az Afganisztáni PRT IX. váltásának hazatérését követően (melyen az első SUAV kezelő személyzet is részt vett) tapasztalati konferencia került levezénylésre, melyen ismételten felmerült az igény egy magasabb szintű képalapú támogatásra. A konferencián tájékoztatást adtunk arról, hogy a felderítés során előállításra kerülő videó adatok további feldolgozására a GEOSZ és a HM Térképészeti NKft. kezdeményezte a SUAV rendszer geoinformációs támogatásának fejlesztését. A HM HVK a fejlesztési javaslat kapcsán az érintett szakmai szervezetek képviselői részvételével szakértői konzultáció megtartását rendelte el, melyre a GEOSZ-ban került sor 2010 novemberében.

A HM Térképészeti NKft. 2011. és 2012. évi tervfeladatában a MH Geoinformációs Szolgálat igényének megfelelően elrendelte a pilóta nélküli repülőeszközök alkalmazásának kutatását katonai térképészeti feladatokhoz.

Javaslat a SUAV geoinformációs támogatásának fejlesztésére

A „SUAV geoinformációs támogatásának fejlesztése” javaslat főbb elemei és céljai:

1. Geoinformációs adatbázis készítése az afganisztáni PRT bázis 15 km-es sugarú körére és egyéb kijelölt területekre nagyfelbontású (VHR) sztereó űrfelvételek alapján. A sztereó űrfelvételek fotogrammetriai feldolgozása a meglévő képességekkel és sztereó-fotogrammetriai hardver/szoftver környezet felhasználásával biztosított a HM Térképészeti NKft.-ben. A feldolgozás során digitális domborzatmodell, digitális felszínmodell és nagyfelbontású ortofotó előállítása a cél. A tervezett geoinformációs adatbázis hatékonyabbá teszi a kezelő-, és felderítő személyzet munkáját a SUAV repülések megtervezése, végrehajtása és utólagos elemzése során. Az adatbázis alapján lehetséges a PRT bázis őrzés védelmével kapcsolatos terepi információk felbontásának, aktualitásának és megbízhatóságának növelése. Az új űrfelvételek alapján az ortofotók éves frissítésére tettünk javaslatot.
2. A SUAV élőkép valós idejű (real-time) szinkronizálása és földi vetületének megjelenítése az 1. pontban megfogalmazott geoinformációs adatbázis űrfelvételeivel, melynek eredményeként biztosítható az élő videó kép azonnali összevetése a korábbi űrfelvétel adatokkal. A rendszer lehetővé teszi a teljes körű tájékozódást, az azonnali összevetési lehetőséget, melyben az élőkép pozíciója, pillanatnyi helyzete (adott esetben egy ismeretlen missziós környezetben) javítja a felderítendő terület áttekintését. Különös tekintettel az éjszakai (hőkamerás) felvételekre, ahol a környezet képe a fekete-fehér színárnyalatok miatt még a nappali felvételeknél is nehezebben értelmezhető, a rendszer nagy segítséget jelenthet a kezelő-, és felderítő személyzet számára. A javasolt űrfelvétel háttér a SUAV által készített felvételek terepi felbontásához hasonló (0,5 m) raszteres térképészeti alapot biztosít.
3. A SUAV videó felvételek utófeldolgozása, georeferálása, geoinformációs adatbázisba integrálása, az előállított geoinformációs adatbázis és feldolgozó rendszer ISTAR rendszerbe történő integrálása. Az előállított geoinformációs adatbázis az ISTAR rendszeren

⁸ IMINT: Imagery Intelligence, képalapú felderítés

keresztül hozzáférhetővé válik a Magyar Honvédség erre kijelölt szervezetei számára.

4. Összehasonlító rendszer kiépítése, mellyel lehetséges az időbeni változások kimutatása és nyomon követése. A fejlesztés célja a terepen bekövetkezett változások detektálása, melynek eredményeként a SUAV kezelő-, és felderítő személyzet hatékonyabban és gyorsabban derítheti fel a gyanús objektumokat, eseményeket, valamint lehetővé válik az olyan terepelemek, fedezékek, haditechnikai eszközök felderítése, mely a háttér úrfelvételen nem látható. E felderítési képesség kulcsfontosságú lehet a PRT bázis őrzés-védelme, egy járőr útvonal, illetve konvojkövetés alkalmával.

UAV RASZTERES TÁVÉRZÉKELESI ADATOK FELDOLGOZÁSA

Alapadatok típusa

A pilóta nélküli repülőeszközökkel készített raszteres adatok alkalmazásának területeit elsősorban a repülőeszköz által készített képi alapanyag típusa és műszaki paraméterei határozzák meg. Az alapanyagok típusa alapján két nagyobb területet különböztethetünk meg:

1. nappali-, vagy éjszakai kamerával készített FMV⁹;
2. kisformátumú kamerával készített digitális légifelvétel.

A különböző adattípusok és formátumok különböző célok elérését támogatják. A videó felvételek felderítési feladatokat szolgálnak, ebben az esetben a gyors információszerzés az alapvető cél. Az ilyen adatok nem igényelnek nagy terepi felbontást és helyzeti pontosságot. A videó felvételekkel történő változás-detektáláshoz azonban legalább akkora pontosságot kell biztosítani, ami lehetővé teszi két időpont geoinformációs rendszerben történő összehasonlítását.

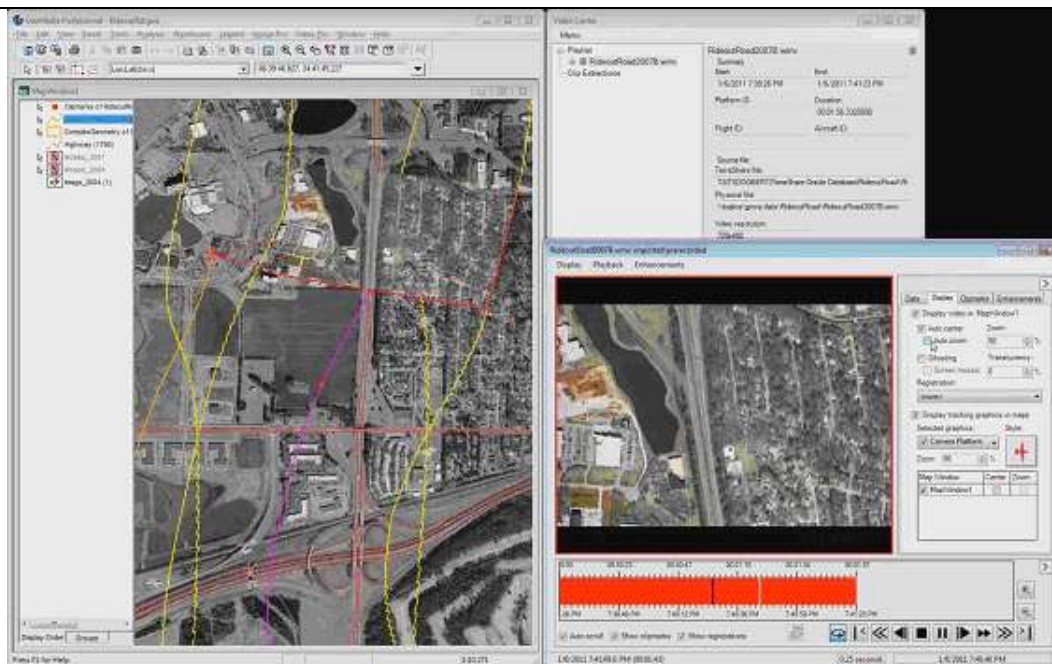
Az egyenkénti légifelvételek feldolgozásával előállított térképészeti adatok az előzőeknél sokkal nagyobb felbontást és helyzeti pontosságot igénylő térképészeti, geodéziai feladatok támogatását biztosíthatják.

E két részterület adattípusainak műszaki paraméterei, feldolgozási munkafolyamata eltérő, a feldolgozás más-más eszközöket és munkakörnyezetet igényel. A végeredményt jelentő raszteres adatok viszont egységes geoinformációs adatbázisba integrálhatók, a megjelenítés és elemzés a katonai felhasználók számára már részben ismert raszteres térinformatikai munkakörnyezetben valósítható meg.

UAV FMV felvételek georeferálása, geoinformációs adatbázisba integrálása

A korábban megismert SUAV és más rendszerek videó felvételeinek kezelése és feldolgozása kapcsán a témával kapcsolatos kutatásaink kiterjedtek a lehetséges kezelő-, és feldolgozó környezetre, mely során megismertük az Intergraph Motion Video Exploitation (MVE) rendszerét (2. ábra). Az Intergraph 2010-ben mutatta be az MVE rendszert, mely ismereteink szerint a UAV FMV felvételek feldolgozására az egyik legjobb képességekkel rendelkező feldolgozó környezet, ami elsődlegesen katonai felhasználók számára lett kifejlesztve. Az MVE alkalmazásával megvalósítható a korábbi SUAV geoinformációs támogatás fejlesztési javaslat számos eleme.

⁹ FMV: Full Motion Video, élőképet biztosító videó folyam (stream), mely MPEG formátumban kerül rögzítésre



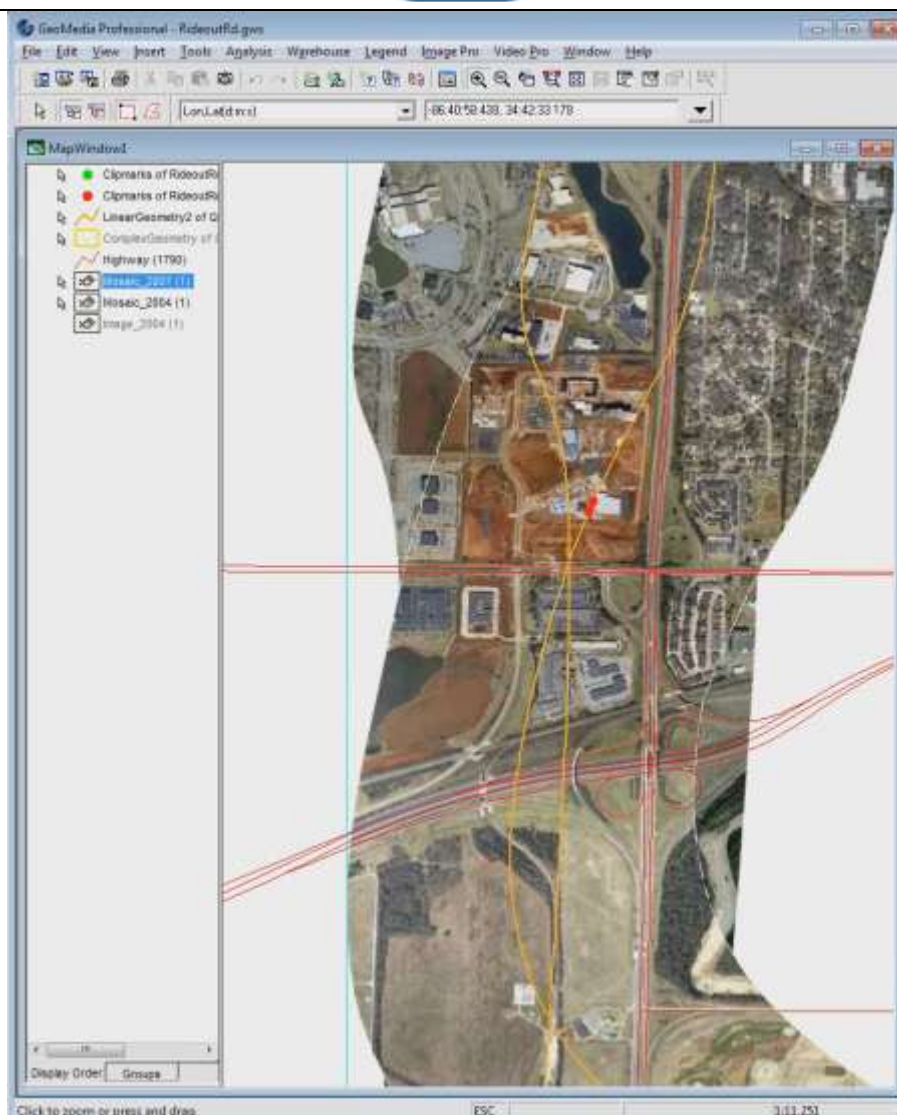
2. ábra Az MVE grafikus felülete (balra, nagy ablak), és egy UAV FMV felvétel (jobbra, kis ablak). A fekete-fehér háttér úrfelvételen a színes videó minden képkockája a megfelelő földrajzi pozícióba kerül

Az MVE rendszerről az Intergraph előadást tartott cégünk számára 2011 júniusában, melyen megismerhettük a szoftver főbb funkcióit. A felsorolt jellemzők megegyeznek más rendszerek hasonló képességeivel:

1. Az MVE a UAV FMV adatokat a repülés során rögzített telemetria adatok (XYZ, Roll, Pitch, Yaw + kamera adatok) alapján georeferálja. A telemetria adatok a videó jellel együtt a földi irányító állomásra (GCS¹⁰) folyamatosan érkeznek. A SUAV telemetria adatai alapján – átlagos repülési paraméterek mellett – becsléseink szerint 5-10 méteres helyzeti pontosság érhető el.
2. Minden képkockához tartozik koordináta és telemetria adat. A szoftver a megjelenítés során a videó felvétel képkockáit a földi vetületének megfelelő helyre illeszti. Ezzel a videó adatfolyam (stream) olyan lejátszása valósul meg, amivel a felhasználó képes vizuálisan azonosítani, hogy az adott pillanatban pontosan hol tartózkodott a UAV és a megfigyelésre kijelölt területből milyen részlet volt látható a kezelő személyzet monitorán.
3. Az MVE a UAV FMV állományokból képes ortofotó előállítására. Ez a funkció jelenleg tudomásunk szerint semmilyen más feldolgozó rendszerben nem elérhető¹¹.
4. Az ortofotó a videó képkockák automatikus mozaikolásával digitális domborzatmodell felhasználásával készül (3. ábra). Az előállított ortofotó geometriai pontossága nem összevethető a mérőkamerás légifelvételekből előállítható ortofotó pontosságával. Az ortofotó előállításnak legfontosabb célja, hogy elősegítse az automatikus változás-detektálási funkciók működését, ehhez pedig elegendő az a megbízhatóság, amit a UAV telemetria adatok biztosítanak.

¹⁰ GCS: Ground Control Station, a repülőeszköz vezérlésére szolgáló földi irányító állomás

¹¹ A BAE Systems Video Analyst egy hasonló feldolgozó rendszer, de a videókból a jelenlegi verzióban ortofotó nem állítható elő



3. ábra Két időpontban készült UAV videó felvétel ortofotó mozaikja. A mozaikolás során a videó felvételből két hosszanti csík készült. Jól látható az egyezés a meglévő vonalas térinformatikai adatokkal
5. Az eredeti UAV videó és telemetriai adatok, valamint a feldolgozás során előállításra került ortofotó mozaikok, illetve egyéb más vektoros vagy raszteres térinformatikai adatok tárolása háttértárakban (warehouse) valósul meg. A háttértár az adatbázisban tárolt – a felhasználás során folyamatosan bővülő – adatok áttekintését megkönnyíti a kezelő-, és felderítő személyzet számára. Az MVE a tárolt adatok alapján teljes körű lekérdezési és visszakeresési területet biztosít, a repülés ideje, a repülés által lefedett terület koordinátái, és egyéb paraméterek alapján.
6. Az MVE segítségével a katonai felhasználók számára megnyílik a lehetőség a felvételek utólagos elemzésére, a missziós területen vagy a zárt hálózat más végpontjaiban.

UAV LÉGIFELVÉTELEK ALKALMAZÁSA TÉRKÉPÉSZETI FELADATOKHOZ

A távérzékelés területén az utóbbi egy-két évben ugrásszerű növekedés tapasztalható a pilóta nélküli repülő eszközök térképészeti célú felhasználására. A felhasználók felismerték, hogy kis területre vonatkozóan (1 km² alatt) sok esetben nem gazdaságos a hagyományos repülőgé-

pes légifelmérés, ami egy képre vetítve igen magas költségekkel járhat. Mindemellett a hagyományos repülőgépes felméréshez képest a pilóta nélküli repülőeszközök alkalmazása azonnali gyors reagálást tesz lehetővé, mely képesség adott esetben (katasztrófa helyzet, árvízvédelem) különösen fontos lehet.

A korábbi években a légifelmérésekhez használt eszközök még leginkább robbanómotoros meghajtással készültek, de az elmúlt évek műszaki-technológiai fejlesztései – különösen a nagyobb energiasűrűséget biztosító Li-Po akkumulátorok megjelenése révén – lehetővé tették az elektromos meghajtás előretörését, amivel egyre kisebb súlyú pilóta nélküli repülőeszközök készültek, kompozit és szénszálalás anyagok felhasználásával, megnövelt hasznos teherrel és egyre nagyobb hatótávolsággal.

A bevezetőben említett kutatási feladat részeként 2011. szeptember 4-9. között a HM Térképészeti NKft. képviseletében részt vettünk az 53. Fotogrammetriai Hét (Photogrammetric Week, PHOWO) szakmai konferencián (Stuttgart, Németország), melyen a témával kapcsolatban számos előadás hangzott el. A pilóta nélküli repülőeszközökkel kapcsolatos előadásokat hosszas vita követte, a felmerült kérdések legtöbbször a feldolgozási folyamatra és a megbízhatósági paraméterekre vonatkoztak. A konferencián számos olyan információ birtokába jutottunk, mely nagyon hasznos adalékul szolgált a 2011-2012. évben végzett kutatásainkban. [1][2][4]

GPS vezérlésű robothelikopter alkalmazásának kérdései

A térképészeti célú felhasználás tekintetében piackutatást végeztünk arra vonatkozóan, hogy melyek a kifejezetten légifényképezésre kialakított pilóta nélküli repülőeszközök, valamint a hasznos teher tekintetében milyen kamerák lehetnek alkalmasak az üzemeltetésre. A különféle repülési módszereket megvalósító pilóta nélküli repülőeszközök közül a több rotoros elektromos meghajtású robothelikopterek megismerése irányába tettünk lépéseket.

A több rotoros elektromos meghajtású robothelikopterek legfontosabb előnyei:

- GPS vezérlés, kézi irányítás csak a le-, és felszállás alkalmával történik;
- megnövelt hatótávolság, nagyobb repülési időtartam;
- kis súly, könnyű összeszerelés, egyszerű szállíthatóság;
- egyszerű üzemeltetés, alacsony fajlagos repülési költségekkel;
- biztonságos üzemeltetés, minimális meghibásodási lehetőséggel;
- alacsony üzemelési zaj, mely lehetővé teszi a zavartalan munkavégzést;
- cserélhető hasznos teher, nappali vagy éjszakai kamerára.

A kisméretű robothelikopterek alkalmazását leginkább az időjárási viszonyok hátráltatják, különösen a szél, melyre az üzemeltetés során nagy figyelmet kell fordítani. Tekintettel arra, hogy az ilyen típusú repülőeszközök 1-1,2 kg hasznos teher hordozására képesek, a platformon elhelyezhető kamera típusa behatárolt lesz (a kamera és objektív együttes súlya a mérvadó), ami az elkészített légifelvétel műszaki paramétereit alapvetően meghatározza (pl. az adott terepi felbontás mellett egy képnek mennyi a földi fedettsége). Meg kell említeni a repülésbiztonsági és jogi kérdéseket is, melyek kiemelt fontossággal kezelendők, a biztonságos repülés megteremtése egy jövőbeni felhasználás esetén elsődleges fontosságú feladat lesz. [3][5]

Tesztrepülés végrehajtása, UAV légifelvételek fotogrammetriai feldolgozása

A kutatási feladat gyakorlati megvalósításaként 2011. április 19-én a Magyar Honvédség Tüzér utcai Sporttelepén (Budapest, Angyalföld) tesztrepülést hajtottunk végre MICRODRONES MD4-1000 típusú GPS vezérlésű robothelikopterrel, a Quali-Top Kft., mint magyarországi forgalmazó szíves hozzájárulásával. A vetítési középpontok koordinátáit a tesztrepülés repülési tervének elkészítésével a HM Térképészeti NKft. Felmérő Osztály, Légifényképész Alosztály biztosította. A repülést megelőzően a HM Térképészeti NKft. Felmérő Osztály, Topogeodéziai Alosztály munkatársai illesztőpontokat helyeztek ki a repülés helyszínén, mely a fotogrammetriai feldolgozás alapjául szolgált. A tesztrepülés műszaki paramétereit az 1. táblázat tartalmazza.

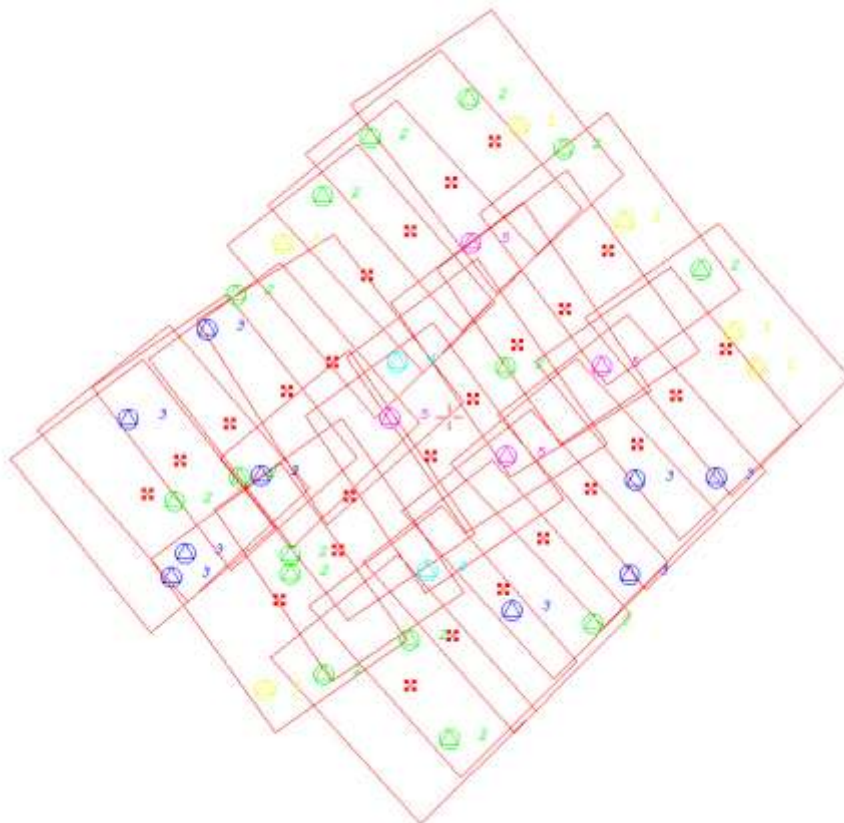
Repülési magasság	100 m
Terepi felbontás	2,5 cm
Képek száma	27 db
Kamera	Pentax Optio A40
Kamera felbontása	12 MP
Egy pixel mérete	1,9 μ m
Színmélység	RGB, 24 bit
Formátum	JPEG

1. táblázat A tesztrepülés műszaki paramétereit

A tesztrepülés alatt számos olyan tényező merült fel, mely befolyásolta ez előzetesen elvárt pontossági követelményeket és megnehezítette a fotogrammetriai feldolgozást:

1. A repülés ideje alatt a meteorológiai körülmények nem voltak ideálisak, közepesen felhős, vagy borult volt az ég, emiatt a megvilágítási körülmények folyamatosan változtak. A váltakozó megvilágítás miatt nagy különbségek alakultak ki a képek kontraszt-, és színviszonyaiban.
2. A felhasznált kamera egy egyszerű amatőr digitális kamera volt, mellyel közel sem biztosított az a színvonalú képalkotás, mint a professzionális kamerák esetén.
3. A repülés során a robothelikopter a függőlegetől eltérő kameratengellyel is készített felvételeket, emiatt a képek földi vetülete nem mindenhol abban a pozícióban volt, ahová előzetesen tervezve lett, illetve ami alapján az illesztőpontok ki lettek helyezve. A forgalmazó szerint a (közel) függőleges vetítés szoftveres fejlesztéssel biztosítható.

A légifelvételek feldolgozását a HM Térképészeti NKft. Felmérő Osztály, Fotogrammetriai Alosztály sztereo-fotogrammetriai munkaállomásain Bae Systems SOCET SET 5.6 szoftver segítségével végeztük (4. ábra). A kamera elrajzolási paramétereinek meghatározásában a BINGO szoftvert használtuk, a Dr. Kruck & Co. (Németország) szíves hozzájárulásával. A fotogrammetriai feldolgozás során légiháromszögelés alapján meghatároztuk a felvételek külső tájékozási paramétereit, továbbá az ortofotó előállításához a SOCET SET ITE modul felhasználásával elvégeztük a terület domborzatkiértékelését. Az ortofotókat szín-, és kontrasztkiegénylítést követően az Inpho ORTHOVISTA szoftver segítségével mozaikoltuk. A végleges ortofotó térképet az ESRI ArcGIS 10 szoftver segítségével készítettük el (5. ábra).



4. ábra A tesztrepülés felvételeinek földi vetülete és a felhasznált illesztőpontok helyzete a SOCET SET légiháromszögelést követően. Az illesztőpontokhoz tartozó képek számát színkód is mutatja

Az ortofotó terepi ellenőrzés alapján számolt megbízhatósági paramétereire – különösen a felsorolt körülmények figyelembevételével – az elvárásainknak megfelelő eredményt kaptunk. Az ortofotó megbízhatósága terepi ellenőrző mérések alapján, 90 %-os konfidencia szinten $10 \text{ cm} \pm 2,5 \text{ cm}$, ami 3-5 pixeles átlagos pontosságot jelent. A tesztfelvételek készítése és feldolgozása során bizonyossá vált, hogy számos műszaki paraméter módosítható, fejleszthető – különös tekintettel a kamera és objektív típusára –, amivel megítélésünk szerint a jövőben biztosítani lehet az átlagosan 1,5-2 pixel helyzeti pontosságot.

ÖSSZEFOGLALÁS

A pilóta nélküli repülő eszközökkel készített felderítési és térképészeti alapanyagok feldolgozása megkerülhetetlen része lett a térképészet, távérzékelés, képfeldolgozás, fotogrammetria polgári és katonai szakterületeinek. Az elkövetkező években az alkalmazott eszközök és hardver/szoftver környezet tekintetében ugrásszerű növekedés és fejlődés fog bekövetkezni. Vizsgálataink során javaslatot fogalmaztunk meg a Magyar Honvédség SUAV rendszerének geoinformációs támogatásának fejlesztésre, javaslatot tettünk egy lehetséges feldolgozó környezetre, továbbá elméleti és gyakorlati kutatások eredményeképp elkészítettük a magyar katonai térképészet első olyan ortofotó térképét, melynek légifelvételei pilóta nélküli repülőeszkővel készültek.



5. ábra A tesztrepülés felvételeinek ortofotó térképe az ellenőrző mérések eredményeivel

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] EISENBEISS, Henri: The Potential of Unmanned Aerial Vehicles for Mapping. Photogrammetric Week 2011. University of Stuttgart, 2011. 135-145.o.
- [2] MAYR, Werner: Unmanned Aerial Systems in Use for Mapping at Blom. Photogrammetric Week 2011. University of Stuttgart, 2011. 125-134.o.
- [3] PALIK Mátyás: Pilóta nélküli repülőgépek üzemeltetésének légiközlekedés-biztonsági szempontjai, In: XVII. Repüléstudományi Napok Konferencia. Budapest, 2010.11.11-12. 1-16.o.
- [4] STRECHA, Christoph: The Accuracy of Automatic Photogrammetric Techniques on Ultra-Light UAV Imagery. Photogrammetric Week 2011. University of Stuttgart, 2011. 289-294.o.
- [5] The Swedish Transport Agency's regulations on unmanned aircraft systems (UAS). The Swedish Transport Agency's Statute book. Swedish Transport Agency, TSFS 2009:88 AVIATION Series GEN