

Árvai László  
[laszlo.arvai@gmail.com](mailto:laszlo.arvai@gmail.com)

## ROBOTTECHNIKA ÉS TÉRINFORMATIKA

### *Absztrakt*

*A helyváltoztatásra képes robotok működése elképzelhetetlen a környezetük pontos ismerete nélkül. Az ehhez szükséges adatok jelentős része a robot feladata, küldetése szempontjából statikusnak mondható, csak helytől függő, ezért kézenfekvő, hogy ezeket az adatokat ne a robotnak kelljen valós időben begyűjtenie, hanem a már előzőlegesen begyűjtött adatokat bocsássuk a robot rendelkezésére. Ez gyakorlatilag térinformációs adatbázisok használatát jelenti. Emellett a robottechnológia nem csak, mint a térinformációs adatbázisok felhasználója, hanem mint azok létrehozásának, adatokkal való feltöltésének egyre jobban elterjedő segítője, eszköze is megjelenik. Akár úgy, mint a légi fényképezés egyszerű (és olcsó) eszköze, de egy megfelelő szenzorokkal felszerelt, hosszú repülési idejű, autonóm működésű repülő eszköz szinte tetszőleges adatok gyűjtésére alkalmazható.*

*Ez a cikk a címben is említett két terület összetett kapcsolatát elemzi, különös tekintettel a pilóta nélküli repülőgépek és a térinformatika kapcsolatára.*

*Operation of non-stationary robot is hardly imaginable without accurate information about the surrounding environment. Most of the environment data can be considered as static for the mission or task of the robot. Therefore it is plausible to not collect that information in real-time, but use the stored data instead. This practically means the use of Geographic Information System (GIS). The robot technology is not just the user of the GIS but it can be a data source of it. Starting from a simple (and cheap) device of aerial photography an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) equipped with advanced sensors can be an adequate source of virtually any kind of information.*

*This article analyzes the complex relationship of the robotic vehicles and GIS especially considering the relationship of the UAV and GIS.*

**Kulcsszavak:** UAV, pilóta nélküli repülő eszköz, térinformatika

## BEVEZETÉS

Az utóbbi néhány évtized technológiai, elsősorban informatikai fejlődése alapjaiban változtatta meg a térképekkel kapcsolatos viszonyunkat. Ma már egy elektronikus térképtől sokkal többet várunk el, mint, hogy azt az információt szolgáltatassa, amit évszázadokon át a hagyományos papír alapú társai. Még azzal sem elégszünk meg, hogy mindezt könnyebben kereshető, kezelhető, gyorsabban elérhető, aktualizálható módon tesszik.

Egy egyszerű okostelefonon futó navigációs alkalmazástól is joggal várjuk el, hogy a térkép megjelenítése mellett, olyan információkat is szolgáltatson számunkra, mint például a legközelebbi étterem, bank, ATM, látványosság, stb. és a földrajzi helyükön kívül minél több hozzájuk kapcsolódó adat (pl. nyitva tartás, részletes leírás, fényképek, stb.) is elérhető legyen segítségükkel.

Ezen és sok egyéb helyhez kötött információ gyűjtésére, kezelésére, elemzésére, és megjelenítésére a térinformációs rendszerek szolgálnak, a térbeli információk elméletével és feldolgozásuk gyakorlati kérdéseivel pedig a térinformatika foglalkozik [1] (pp. 19).

## TÉRINFORMÁCIÓS RENDSZEREK

A térinformatika tehát az informatika azon ága, mely helyhez kötött információk feldolgozásával foglalkozik. A térinformációs rendszerek, pedig azok az eszközök melyek a helyhez kötött információk gyűjtésére, tárolására, elemzésére, megjelenítésére alkalmasak.

Ahhoz, hogy egy térinformációs adatbázis létrejöjjön alapvető fontosságú a szükséges adatok összegyűjtése, illetve folyamatos aktualizálása. Az adatok gyűjtésének első eleme a térbeli pozíció meghatározása. Ez ma már jellemzően GPS<sup>1</sup> alapokon történik, igénybe véve más kiegészítő technológiákat is, mint például a DGPS<sup>2</sup>, IMU<sup>3</sup>. (Ezen technológiák ismertetése, illetve a használt vonatkoztatási rendszerek számos irodalomban megtalálhatók pl. [1], ezért részletes bemutatásuk nem része ezen cikknek.)

Ha a hely ismert, szükséges még a helyhez kötött információ összegyűjtése is. Ez történhet helyi vagy távérzékelés segítségével. Robottechnikai szempontból a távérzékelés kiemelt jelentőséggel bír, ezért a következő fejezet külön elemzi ezt.

Az így összegyűjtött adatokat tárolnia kell a térinformációs rendszernek. Az adatok tárolása általában valamilyen relációs adatbáziskezelő rendszerben történik, természetesen a megfelelő adatmodell alapján. A tárolt adatok jellege az egyszerű szöveges vagy numerikus adatoktól kezdve tetszőleges multimédiás tartalomig terjedhet.

Az adatok elemzése a megfelelő térinformációs szoftver, illetve a relációs adatbáziskezelő lekérdezéseinek segítségével történik.

A megjelenítésnek számos formája lehetséges, a hagyományos térkép vagy tematikus térképet idéző, fedvényeket használó megjelenítéstől kezdve a kiterjesztett valóságig (augmented reality vagyis amikor egy kamera élőképen a megfelelő helyre vetíti rá a megjelenítendő információt) sokféle megoldás létezik (1. kép).

---

<sup>1</sup> Global Positioning System – Globális Helymeghatározó rendszer

<sup>2</sup> Differential GPS – Differenciális GPS

<sup>3</sup> Inertial Measurement Unit – Tehetetlenségi Navigációs Rendszer



**1. kép.** Fedvények és kiterjesztett valóság

Balról jobbra: Különböző adatok ábrázolása a fedvényeken<sup>4</sup>, kiterjesztett valóság egy mobiltelefon képernyőjén<sup>5</sup>

### **Katonai térinformációs rendszerek**

A katonai térinformációs rendszerekkel kapcsolatos követelmények alapvetően hasonlóak a civil rendszerekhez képest. Természetesen a kívánt adattartalom jelentősen más lehet és lényegesen több valós idejű vagy legalábbis rövid élettartammal rendelkező adat szerepel benne. Az összedatforrású felderítésnek köszönhetően nagyon sok és nagyon sokféle jellegű adat kerülhet be a rendszerbe.

A térinformatika katonai felhasználási területei a következők lehetnek [1]:

- digitális térképek;
- vezetés-irányítási rendszerek (C2);
- műveletek tervezése, vezetése;
- tűztámogatás tervezése;
- felderítés, megfigyelés;
- terep elemzése;
- elektronikai hadviselés tervezése;
- logisztikai tervezések;
- létesítmények managementje;
- erők megóvása és biztonság;
- elaknásított területek nyilvántartása;
- modellezés, szimuláció, megjelenítés;
- kiképzés, gyakorlatok tervezése és lebonyolítása;
- ipari és természeti katasztrófák, CBRN csapások hatásainak előrejelzése, stb.

A felsorolás korántsem teljes, de jól érzékelteti a katonai térinformációs rendszerekkel kapcsolatos elvárások nagyságát.

Az ilyen rendszerek fejlesztése és rendszerbe állítása (integrálása) minden korszerű hadseregben nagy erővel folyik, illetve számos rendszer áll már most is szolgálatban.

Egy térinformatikai alapú vezetési-irányítási rendszer az amerikai hadsereg által használt FBCB2<sup>6</sup>. A program Linux operációs rendszeren készült [3], legfontosabb feladata a

<sup>4</sup> <http://lazarus.elte.hu/hun/dolgozo/jesus/terinfo/images/fedveny1.jpg>

<sup>5</sup> [http://2.bp.blogspot.com/\\_yMEU-FAB-5g/SxQBS83sXMI/AAAAAAAAACe8/cqgj2r2zkkA/s400/layar-screenshot.jpg](http://2.bp.blogspot.com/_yMEU-FAB-5g/SxQBS83sXMI/AAAAAAAAACe8/cqgj2r2zkkA/s400/layar-screenshot.jpg)

parancsnokok számára valós idejű információt (2. ) adni a saját és az ellenséges erők elhelyezkedéséről.



2. kép. FBCB2<sup>7</sup> képernyőkép

## ROBOTOK A TÁVÉRZÉKELÉSBEN

A távérzékelés esetén úgy jutunk egy tárgy jellegét és tulajdonságait leíró információhoz, hogy közben nem kerülünk közvetlen kapcsolatba vele [1] (pp. 102). Az érzékelők lehetnek:

- szárazföldön;
- vízben, víz alatt;
- levegőben;
- világűrben.

Az érzékelők hordozására esetleg telepítésére rendkívül alkalmasak a vezető nélküli (robot) eszközök. Kis méretük, olcsóságuk, hosszú idejű rejtőzködési képességük vagy akár feláldozhatóságuk rendkívüli előnyöket biztosít az ember által vezetett járművekhez képest. Ezek az eszközök szolgálhatnak az érzékelők hordozó platformjaként, telepíthetnek (karbantarthatnak) egyszerűbb, pl. nem mobil érzékelőket.

Szolgálhatnak még reléállomásként a fix telepítésű szenzorok számára, akár úgy is, hogy például rendszeresen „meglátogathatják” a fixen telepített érzékelőket, kis teljesítményű (és hatótávolságú) rádió segítségével adatot cserélhetnek, majd az összegyűjtött adatokat, mindig más, véletlenszerűen választott helyről tovább sugározzák, így nagymértékben lecsökkentve a fixen telepített szenzorok észlelhetőségét.

A következőkben bemutatásra kerül néhány jellemző példa a különböző közegekben mozgó érzékelő robot eszközök felhasználására.

### Szárazföldi érzékelők

A szárazföldi vezető nélküli járművek talán a legkézenfekvőbb eszközei egy térinformatikai rendszerrel kapcsolatos adatgyűjtésnek. Szinte minden olyan jellegű

<sup>6</sup> Force XXI Battle Command - Brigade and Below

<sup>7</sup> <http://sstc-online.org/2002/SpkrPDFS/WedTracs/Panel889/p889hart.pdf>

adatgyűjtésre alkalmasak, amelyet az ember el tud végezni. Hordozhatják a legkülönbözőbb szenzorokat, közvetíthetnek élő képet, vagy például föld alatti érzékelésre alkalmas radarral felszerelve (GPR<sup>8</sup>), használhatók aknák helyének feltérképezésére, mint például az izraeli gyártmányú G-NIUS UGV (3. kép).

Ezen kívül hordozhatnak még például LIDAR<sup>9</sup> érzékelőket a környező épületek, tereptárgyak egyéb objektumok modelljeinek megalkotásához.



**3. kép.** Szárazföldi érzékelés  
Balról-jobbra: G-NIUS<sup>10</sup>, LIDAR kép<sup>11</sup>

### Légi érzékelők

A levegőből való érzékelés egyik igen hatékony platformja a pilóta nélküli repülőgép. A pilóta vezette repülőgépekhez képest alacsonyabb repülési költségek, a hosszabb repülési és megfigyelési idő, ideálissá teszik őket a megfigyelési és adatgyűjtési feladatokra.

A leggyakrabban használt szenzorok képi adatgyűjtésre alkalmasak (fénykép, mozgókép), természetesen nemcsak a látható tartományban, hanem általában az infravörös fénytartományban is.

A 4. kép a „Predator” pilóta nélküli repülőgépet mutatja, illetve az orrban elhelyezett szenzorgömböt. A gömbben két színes videokamera, egy, az infravörös tartományban működő kamera és egy szintetikus apertúrájú radar kapott helyet. A színes kamerák közül az egyiket a repülőgép vezetéséhez használja a főli irányítószemélyzet, a másik kamera pedig a megfigyelési feladatokban kap szerepet. Ha a fényviszonyok nem teszik lehetővé a látható tartományban történő érzékelést, használható az infravörös kamera is, illetve bármilyen időjárási viszonyok esetén használható a radar.



**4. kép.** Predator UAV  
Balról-jobbra: Predator UAV<sup>12</sup>, illetve az alkalmazott szenzorok<sup>13</sup>

<sup>8</sup> Ground Penetrating Radar

<sup>9</sup> Light Detection And Ranging

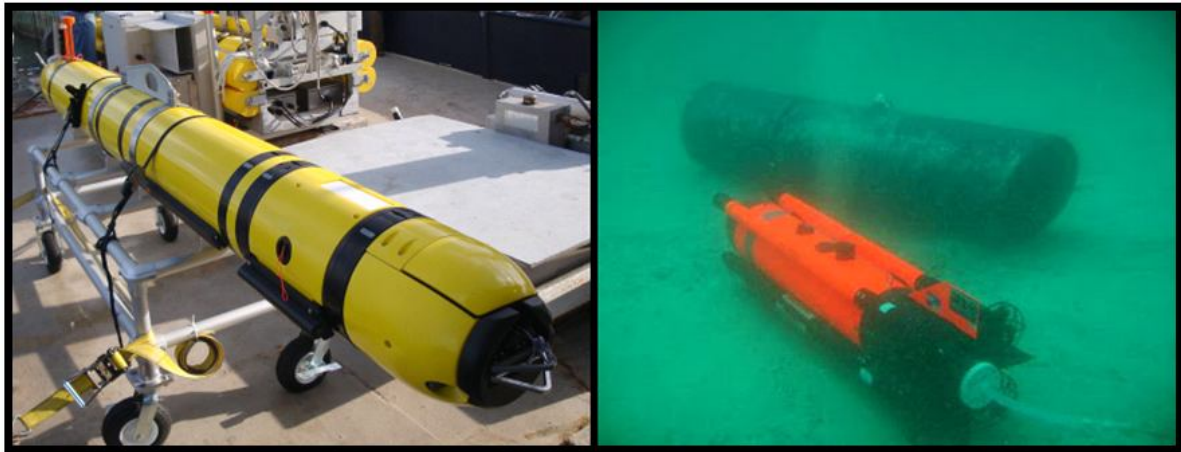
<sup>10</sup> [http://www.armyrecognition.com/images/stories/middle\\_east/israel/wheeled\\_vehicle/avantguard\\_ugcv/Avantguard\\_g-nius\\_ugcv\\_unmanned\\_ground\\_combat\\_vehicle\\_Israel\\_Israeli\\_Army\\_640.jpg](http://www.armyrecognition.com/images/stories/middle_east/israel/wheeled_vehicle/avantguard_ugcv/Avantguard_g-nius_ugcv_unmanned_ground_combat_vehicle_Israel_Israeli_Army_640.jpg)

<sup>11</sup> <http://www.saminc.biz/sites/default/files/imagecache/project-portfolio/EastSixth-5.jpg>

## Vízi, víz alatti érzékelők

Vízi vagy víz alatti robot eszközök (UUV<sup>14</sup>) jelenleg is állnak alkalmazásban, de fejlesztésük jelentős erőforrásokkal továbbra is folyik. Nagyon sokféle adat gyűjtésére használhatók, kezdve a víz hőmérsékletétől, a tengeri áramlatok, elemzésétől akár víz alatti aknamezők feltérképezéséig (MCM<sup>15</sup>) vagy ellenséges tengeralattjárók, fontosabb átjárók, forgalmasabb vízi utak megfigyeléséig. Az így gyűjtött adatok bekerülve egy térinformációs rendszerbe pontos képek adhatnak a saját és az ellenséges tengeri erők mozgásáról, elhelyezkedéséről, a saját erőket veszélyeztető, akadályozó tényezőkről, aknazárakról, zátonyokról, víz alatti objektumokról és műszaki zárákról.

Ilyen alkalmazásokban igen előnyösen használhatók a robot eszközök, hiszen kis méretük miatt nehezen észrevehetőek, passzív érzékelőket használva huzamosabb ideig várakozhatnak egy adott helyen, illetve elvesztésük esetén viszonylag könnyen pótolhatók.



5. kép. Víz alatti aknamentesítő robotok  
Balról jobbra: RECCE<sup>16</sup>, SeaFox<sup>17</sup>

## TÉRINFORMÁCIÓS RENDSZEREK FELHASZNÁLÁSA ROBOTOKBAN

Az automata (robot) rendszerek nem csak a térinformációs adatbázisok feltöltéséhez szükséges adatok összegyűjtésében segíthetnek, hanem az ilyen adatbázisok aktív felhasználói is. A következőkben – a teljesség igénye nélkül – néhány érdekesebb térinformációs rendszer robotikai felhasználásáról lesz szó.

### Terepkövetés

Gyakorlatilag a radar feltalálása óta probléma, hogyan lehet elkerülni a radarérzékelést. Ennek egyik módja – légi járművek esetén – a természetes domborzati viszonyok árnyékoló hatásának kihasználása. Ehhez általában igen alacsonyan és lehetőleg minél nagyobb sebességgel kell haladni.

Ezt a feladatot eleinte terepkövető radar segítségével oldották meg. Ilyen rendszereket több helikopterben, illetve pilóta vezette repülőgépben is alkalmaztak, illetve alkalmaznak. Ilyen repülőgépek például a Panavia Tornado vagy az F-111-es repülőgépek, amelyek

<sup>12</sup> <http://www.suasnews.com/wp-content/uploads/2011/12/Predator-Drone.jpg>

<sup>13</sup> [http://www.popsci.com/files/imagecache/article\\_image\\_large/articles/predator-sensorball.jpg](http://www.popsci.com/files/imagecache/article_image_large/articles/predator-sensorball.jpg)

<sup>14</sup> Unmanned Underwater Vehicle – Vezető nélküli víz alatti jármű

<sup>15</sup> Mine Counter Measure – Aknamentesítés

<sup>16</sup> <http://www.mod.uk/NR/rdonlyres/0EAB725C-6220-4072-88A5-F84DAA6E1B14/0/DSC01717.jpg>

<sup>17</sup> [http://1.bp.blogspot.com/-4Ly1qZy6wfl/TpyRND3psyl/AAAAAAAAAxE/lob7Q\\_-LxwA/s400/SeaFox+fnds+mine+on+seabed.jpg](http://1.bp.blogspot.com/-4Ly1qZy6wfl/TpyRND3psyl/AAAAAAAAAxE/lob7Q_-LxwA/s400/SeaFox+fnds+mine+on+seabed.jpg)

vadászbombázó szerepkörben kifejezetten az alacsony repülési magasságú, terepkövetéses támadásokra lettek kifejlesztve.

A terepkövető radaroknak azonban vannak bizonyos hátrányaik. A legfontosabb, hogy mint aktív (elektromágneses sugárzást kibocsátó) eszközök viszonylag könnyen detektálhatók. Másrészt mivel a terepkövető radar sem lát be egy hegy mögé, így nem tud a vezérlés előre felkészülni az ereszkedésre vagy a lejtőkön gyakran az elérhető legkisebb repülési magasság helyett egy annál nagyobb magasságon repül, kockáztatva a könnyebb felismerhetőséget.

Ezért célszerű lehet elhagyni a terepkövető radart, és egy digitális domborzati vagy ortofotó adatbázisra hagyatkozni a terepkövetéses repülés során, ahogy ezt a később ismertetett Tomahawk robotrepülőgépekben meg is valósították.

Nem szabad elfeledkezni még egy nagyon fontos problémáról. A kis magasságon való repülést nem csak a természetes domborzati viszonyok nehezítik meg, hanem mesterséges tereptárgyak is. Ezek egy része érzékelhető ugyan a radar segítségével, de számos olyan természetes tereptárgy van, amelyek láthatatlanok a radar számára.

Elég, ha csak a 1998. február 3-án az olasz Trentino tartománybéli Cavalese közelében található sífelvonó katasztrófájára gondolunk [2]. Egy amerikai EA-6B Prowler típusú repülőgép függőleges vezérsíkja elvágta a felvonó drótkötélét, amely ezután 19 sielővel és a felvonókezelővel 112 méteres magasságból zuhant le.

És bár a baleset nem kifejezetten terepkövetéses repülés közben következett be, könnyen belátható, hogy hasonló balesetek minden földközeli, terepkövetéses repülésnél előfordulhatnak.

Az ilyen balesetek elkerülésének egyik lehetséges módja, ha a terepkövető rendszerhez egy térinformációs adatbázis is csatlakozik, melyben a repülést veszélyeztető mesterséges tereptárgyak szerepelnek.

Az előbb leírtak, ugyan pilóta által vezetett repülőgépekre vonatkoztak – bár földkövetéses repülés során leginkább robotpilóta vezeti a gépet –, ugyanezek a megállapítások vonatkoznak pilóta nélküli repülőgépekre is.



6. kép. Tornado földközelen

## Navigáció térinformációs alapokon

Noha a földfelszíni helymeghatározás egyik legmegbízhatóbb és legpontosabb eszköze a GPS, mégis előfordulhatnak olyan esetek, amikor a GPS helyett más megoldást kell használni.

Ilyes eset lehet például a GPS zavarása. Mivel a föld felszínén a GPS műholdak rádiójele meglehetősen gyenge, a zavarásukhoz (elfedésükhöz) nem szükséges túlságosan nagy teljesítmény. Az ilyen eszközök viszonylag könnyen beszerezhetők, sőt akár – kis szakértelemmel – otthon is elkészíthetők. Számos kínai és orosz gyártó kínál különböző teljesítményű modelleket néhány wattostól akár a több kilowattos készülékekig.

A 7. kép egy 4 W-os orosz gyártmányú készüléket mutat, a mellette látható adattábla szerint 150-200km-es távolságból képes a GPS vételt megnehezíteni. Ilyen készüléket járművekre helyezve, viszonylag hatékony zavarórendszert lehet kiépíteni, amely a legtöbb irányított fegyver alkalmazását képes megnehezíteni. Egy 2010-ben végrehajtott közös amerikai - dél-koreai hadgyakorlat során Észak-Korea, ilyen eszközökkel igyekezett megnehezíteni az együttműködő felek dolgát. A zavarás ugyan nem okozott jelentős problémákat, de határozottan mutatja a GPS rendszer sebezhetőségét [3].



7. kép. Orosz gyártmányú GPS zavaró készülék<sup>18</sup>

Természetesen van lehetőség védekezésre a zavarás ellen, akár digitális szűréssel, akár változtatható irányérzékenységű antenna tömbök használatával, de tökéletes védelem nem létezik.

A 2011-es líbiai beavatkozás során számos Tomahawk robotrepülőgép került bevetésre, miközben a líbiai erők folyamatosan zavarták a GPS rádiójeleket [4]. Az, hogy a robotrepülőgépek bevetése mégis sikeres volt, azt tette lehetővé, hogy a Tomahawk robotrepülőgépek a GPS alapú navigáció mellett térinformációs adatokon alapuló navigációval is rendelkeznek.

A BGM-109 „Tomahawk” General Dynamics vállalat által 1970-es években kifejlesztett, és azóta folyamatosan korszerűsített nagy hatótávolságú, hangsebesség alatti robotrepülőgép [5]. A GPS mellett két térinformatika alapú navigációs rendszert is képes használni. Az egyik egy digitális domborzati modellen alapuló módszer (TERCOM<sup>19</sup>), melynek lényege, hogy a

<sup>18</sup> <http://www.qsl.net/n9zia/wireless/pics/gpsjam-7.jpg>

<sup>19</sup> Terrain Contour Matching



tervezett útvonal alatti terület digitális domborzati modellje rendelkezésre áll a fedélzeti irányító rendszer számára, mely a magasságmérő radar által szolgáltatott magasságprofillal összehasonlítja az eltárolt magasság profilt és a különbség alapján korrigálja a repülési irányt.

A másik rendszer (DSMAC<sup>20</sup>) – amelyet elsősorban a cél közelében a találati pontosság javítására alkalmaznak – egy a földfelszín pásztázó kamera képét hasonlítja össze a fedélzeti adatbázisban tárolt (nyilvánvalóan egy térinformációs rendszerből előzőlegesen kinyert) képpel. Az eltérések alapján korrigálható a repülési útvonal, illetve egyértelműen azonosítható a célpont.



8. kép. Tomahawk<sup>21</sup> és kiegészítő navigációs módjai<sup>22</sup>

### Elektromos távvezetékek helyének meghatározása

Amennyiben egy pilóta nélküli repülőgép térinformatikai adatbázisa rendelkezik a saját vagy akár az ellenség elektromos távvezetékeinek a pontos helyzetével és milyenségével, lehetőség nyílik e távvezetékek felhasználására az UAV küldetése során.

Talán a legérdekesebb lehetőség az energiaforrásként történő felhasználásuk. A kisebb méretű pilóta nélküli repülőgépek (MAV<sup>23</sup>) jelentős része elektromos meghajtással rendelkezik és ezek energiaforrása jellemzően újratölthető akkumulátor.

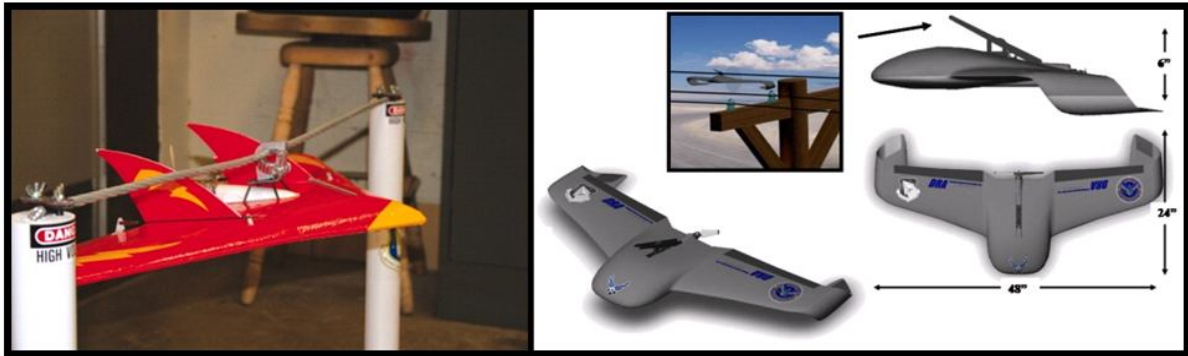
Így a távvezetékeken továbbított energia mintegy megcsapolásával az akkumulátorok újratölthetők. Ehhez a repülőgépnek rá kell „ülnie” a távvezetékre és ott maradni az akkumulátorok feltöltéséig. Ehhez a repülőgépen speciális kialakított kampószerű szerkezet található, mely képes a távvezetékot megragadni, illetve szükség esetén elengedni. A 9. kép két ilyen repülőgépet mutat be. A képeken jól látható a távvezetékön történő függeszkedésre szolgáló kampók elhelyezkedése.

<sup>20</sup> Digital Scene Matching Area Correlation

<sup>21</sup> [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Tomahawk\\_Block\\_IV\\_cruise\\_missile.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Tomahawk_Block_IV_cruise_missile.jpg)

<sup>22</sup> <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/smart/slcm6.gif>

<sup>23</sup> Micro Air Vehicle – Kisméretű Légi Robot



9. kép. Pilóta nélküli repülőgépek energia felvétele elektromos távvezetésekről  
Balról-jobbra: PLUS prototípus<sup>24</sup>, Devil Ray<sup>25</sup>

### Kényszerleszállási helyek automatikus kiválasztása

Pilóta nélküli repülőgépek üzemeltetése során is előfordulhatnak olyan meghibásodások, melyek esetén a küldetés nem folytatható tovább. Amennyiben ez nem ellenséges terület felett történik meg, célszerű a repülőgépet mielőbb biztonságosan leszállítani. Hasznos lehet, ha ez folyamat minél jobban automatizált, hiszen meghibásodás esetén nem biztos, hogy biztosítható a folyamatos rádiókapcsolat a földi irányítással.

A kényszerleszállási hely kiválasztásánál azonban számos szempontot kell figyelembe venni. Egyrészt a terület geometriai jellemzőit (leszállási úthossznak megfelelő sík terület), felületét, az esetleges akadályokat (fák, bokrok mesterséges építmények). Ezen információk egy megfelelően kialakított fedélzeti térinformációs rendszerből kinyerhetők és segítségére lehetnek a repülésvezérlő rendszernek a vészhelyzeti üzemmódban.

Ha a fedélzeti térinformációs rendszer még összetettebb információkat tartalmaz, akkor a földön tartózkodók biztonsága is szavatolható. Egy ilyen rendszert ismertet a [6] irodalom. A lényege, hogy a térinformációs rendszer rendelkezik az egyes területek hét közbeni és hétvégi látogatottságának statisztikai adataival. Így egy esetleges kényszerleszállás tervezésénél figyelembe vehető, hogy milyen valószínűséggel tartózkodnak emberek az adott területen. Például hétvégeken a sportpályák jó eséllyel használatban vannak, ezért bár egyébként alkalmas helyek lennének a kényszerleszállásra, mégsem érdemes tervezni velük, hogy elkerüljük a balesetveszélyes helyzeteket. (10. kép)



10. kép. Leszállási helyek kiválasztása [6]

Balról-jobbra: hét közbeni illetve hétvégi területhasználati statisztikák, a pirossal jelzett területek a valószínűsíthető foglaltságuk miatt nem alkalmasak kényszerleszállásra

<sup>24</sup> Power Line Urban Sentry, <http://sitelife.aviationweek.com/ver1.0/Content/images/store/5/1/d5e54593-eafe-48e3-b183-2603f3d146b7.Large.jpg>

<sup>25</sup> <https://www.dra-inc.net/images/stories/picture140.jpg>

## Írányító személyzet képzése, szimuláció

A térinformációs rendszerek rendkívül hatékonyan támogathatnak szimulációs feladatokat. Ilyen lehet egy hadműveleti, harcászati parancsnoki vagy törzskiképzési szimulációs rendszer [7]. De ugyan ilyen hatékonyan használhatók pilóta nélküli repülőgépek földi irányító személyzetének képzésében, vagy a küldetés tervezése, gyakorlása során.

Ezen kívül a térinformációs rendszerek nagymértékben segíthetik az UAV-ok bizonyos fejlesztési folyamatait. Több olyan repülőgépszimulátor program létezik (pl. X-Plane, FlightGear), melyek lehetővé teszik, hogy egy megfelelő felületen keresztül, egy másik program elérje a belső szimulációs modell állapotát leíró adatokat, illetve ez a másik szoftver be tudjon avatkozni a modellezett repülőgép irányításába. Így például egy UAV repülésvezérlő algoritmusai úgy is fejleszthetők, hogy a repülőgép csak a szimulátorban repül. Mivel minden korszerű szimulátor komoly térinformációs adatbázisokkal rendelkezik (11. kép) ezért abban a virtuális térben ahol az UAV repülni fog minden fontos tényező előállítható: természetes és mesterséges tereptárgyak, időjárás, látási viszonyok, stb. A repülést irányító másik program lehet a tényleges fedélzeti repülésvezérlő program PC-n futó változata. Ekkor SIL<sup>26</sup> szimulációról beszélünk. Vagy lehet egy illesztő program, amely a tényleges repülésvezérlő hardver PC-hez illesztését végzi. Ekkor HIL<sup>27</sup> szimulációról beszélünk.



11. kép. AeroSoft kiegészítés a Flight Simulator X programhoz (Velence)<sup>28</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

Összefoglalásként megállapítható, hogy a térinformatika és a roboteszközök számos ponton, nagyon szorosan kapcsolódnak egymáshoz. Mind a két terület igyekszik a másik legújabb eredményeit felhasználni és e közben az egyes területek eredményei hozzájárulnak a másik fejlődéséhez. Ha a robottechnika egy szűkebb területét vizsgáljuk, a pilóta nélküli repülőgépeket, az előbbi megállapítások akkor is igazak. Ma már egy korszerű UAV nem képzelhető el akár fedélzeti akár földi térinformációs adatbázis nélkül és a pilóta nélkül repülőgépek is sokat segíthetnek a térinformációs rendszerek adatokkal való feltöltésében, aktualizálásában.

Ez a cikk a térinformatika és a robotika kapcsolatát mutatta be néhány kiragadott példán keresztül. Mivel mind a két terület dinamikusan fejlődik ezért várhatóan a kapcsolat még

<sup>26</sup> Software In the Loop

<sup>27</sup> Hardware In the Loop

<sup>28</sup> [http://www.aerosoft.de/shop-rd/bilder/screenshots/fsx/venicex/venicex\\_15.jpg](http://www.aerosoft.de/shop-rd/bilder/screenshots/fsx/venicex/venicex_15.jpg),  
[http://www.aerosoft.de/shop-rd/bilder/screenshots/fsx/venicex/venicex\\_15.jpg](http://www.aerosoft.de/shop-rd/bilder/screenshots/fsx/venicex/venicex_15.jpg)

szorosabb lesz, illetve a jövőben biztosan számíthatunk még számos olyan új megoldásra, amely a két terület összekapcsolásának eredményeképpen jön létre.

### Felhasznált irodalom

- [1] Detrekői Ákos, Szabó György: *Térinformatika.*: Nemzeti Tankönyvkiadó, 2002.
- [2] Wikipedia [http://en.wikipedia.org/wiki/Cavalese\\_cable\\_car\\_disaster\\_\(1998\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Cavalese_cable_car_disaster_(1998))  
(Letöltve: 2012. január 2.)
- [3] Rawnsley Adam: Wired <http://www.wired.com/dangerroom/2011/03/north-korea-jams-gps-in-war-game-retaliation/> (Letöltve: 2012. január 2.)
- [4] MIMS CHRISTOPHER: Technology Review  
<http://www.technologyreview.com/blog/mimssbits/26551/> (Letöltve: 2011. január 2.)
- [5] Wikipedia  
[http://hu.wikipedia.org/wiki/BGM%E2%80%93109\\_Tomahawk](http://hu.wikipedia.org/wiki/BGM%E2%80%93109_Tomahawk)  
(Letöltve: 2011. január 2.)
- [6] Rackliffe Nathan, Yanco HollyA, Casper Jennifer: UMass Lowell Robotics Lab  
[http://robotics.cs.uml.edu/fileadmin/user\\_upload/TEMP/Rackliffe-et-al-TePRA-2011.pdf](http://robotics.cs.uml.edu/fileadmin/user_upload/TEMP/Rackliffe-et-al-TePRA-2011.pdf) (Letöltve: 2011. január 2.)
- [7] Ványa László: "Katonai térinformatikai rendszerek és alkalmazásuk a kiképzésben, oktatásban", vol. Térinformatika, 2001/2.