

Makkay Imre¹

DRÓNOK HARCA²

A pilóta nélküli légi járművek – DRÓNOK – katonai és polgári alkalmazásainak robbanásszerű szaporodása egyre sürgetőbb műszaki, szervezeti válaszokat vár a felderítés, azonosítás és ellentevékenység kérdéseire. A legális, engedélyezett repülések szétválasztása a nem bejelentett, szabálysértő, ellenséges, terrorista szándékkal közlekedőtől már ma jelentkező feladat, amely speciális eszközöket, tudást és szervezeteket igényel.

Az írásműben a pilóta nélküli légi járművek felderíthetőségét, az ellenük jelenleg alkalmazható eszközöket és eljárásokat ismertetjük – teret hagyva a kutatók, fejlesztők alkotó képzeletének is.

FIGHT OF DRONES

The explosive growth of civilian and military applications of the unmanned aerial vehicles - DRONES - the more pressing technical, organizational responses to wait for the detection, identification and countermeasure questions. The clear separation of legal, licensed and undeclared, terrorist, hostile intent flights is already occurring process that requires special tools, knowledge, and organizations.

The paper will discuss the methods and means of detection and countermeasure against UAVs - leaving room for creative imagination of researchers and developers.

BEVEZETÉS

A XXI századi háborúkat földi robotok, személyzet nélküli vízi járművek, légi drónok fogják vívni – ez, a 15 éve megrendezett, első „Robothadviselés” tudományos konferencián még csak a résztvevők véleményét tükrözte, ma már a napi hírekben szerepel az űrfelderítés, a robotizált harcjárművek, a több ezer kilométerről irányított légi csapások – ami komolyan megosztja, sőt aggodalommal tölti el az emberi társadalom jelentős részét.

A globális műholdas navigációs rendszerre támaszkodva, a Föld bármely részén néhány 10 cm-es pontossággal lehet légi, föld- és vízfelszíni járműveket – előre megadott program, vagy közvetlen parancsok alapján – irányítani. Az emberi jelenlét sok esetben kiváltható – a reflexeit, tűrőképességét, pontosságát messze meghaladó – robotok alkalmazásával. A piszkos-, unalmas-, veszélyes küldetések egyre nagyobb számban kerülnek a „drónok” számára kiosztásra. A járművezetők, pilóták „kispórolása” a méret-, tömeg- és energiaigény drasztikus csökkenését eredményezi – a személyi biztonságuk pedig így alig kerül veszélybe.

Az előnyök mellett megjelentek más – az emberi döntéshozás, felelősség hiányát kifogásoló – aggályos nézetek, amelyek az alkalmazók szabadságára, sőt szabadosságára vonatkoznak. A helyzetet tovább bonyolítja, hogy a nagyhatalmak számára technológiai fölényt biztosító

¹ Prof. Dr. Makkay Imre ny. ezredes, drmi48@gmail.com

² Lektorálta: Dr. Békési Bertold alezredes, egyetemi docens, NKE Katonai Repülő Tanszék, bekesi.bertold@uni-nke.hu



„aszimmetrikus hadviselés” a pilóta nélküli légi járművek bizonyos kategóriáiban mára ellentétes előjelet kaphat. A GPS pontossággal repülő, kisméretű légi hordozók különféle „kellemetlen” terhet juttathatnak célba úgy, hogy közben az irányítót nem fenyegeti veszély, sőt akár kiléte is homályban maradhat. A több kg teher szállítására alkalmas repülőmodellek – „konyhakészen”, vagy alkatrészek formájában – az áruházak, a modellezőboltok polcain várnak vevőre. A fedélzeti elektronika biztosítja az előre megadott, vagy a földi állomásról érkező pontok között a stabilizált, precíz útvonalrepülést, illetve a hazavezetést (ha eltévedne a kezelő, vagy megszakadna az összeköttetés) és mindemellett a fedélzeti kamera képére montírozott GPS koordinátákat, repülési/hazatérési irányt, – sebességet, – magasságot, az akkumulátorok állapotát, a motor fordulatszámát és különböző telemetriai szenzorok által szolgáltatott adatokat.

A felsorolt képességek akár a jóval drágább „profi” légi járművek fedélzeti rendszerével is összemérhetők. A hatótávolságuk általában kisebb, mégsem lebecsülendő a néhányszor 10 km-es közvetlen kapcsolat illetve az INTERNET nyújtotta akár globális vezérlés lehetősége. A néhány kg-ban korlátozott „hasznos” tömeget pedig ellensúlyozza a rávezetés nagy pontossága.

A szerző véleménye, hogy a „szellem” a palackból már kiszabadult: a polgári felhasználókat egyszerű tiltó intézkedésekkel nem lehet maradéktalanul ellenőrzés alatt tartani, a nem együttműködő, ellenséges, terrorista és más törvénytörő felhasználókat pedig – a felderítés és azonosítást követően – a kialakuló veszélyforrással arányos fogadtatásban kell részesíteni.

FELDERÍTÉS ÉS AZONOSÍTÁS

A kritikus infrastruktúra, különösen fontos személyek, események védelme kiemelt feladatot jelent a felderítés/azonosítás számára. Az időfaktor másodperc-töredékekre zsugorodik, a helymeghatározás pontossága néhány méteren belüli és a hovatartozás eldöntése sem tűr halogatást, hiszen az objektum/személy fizikai védelmét ezek függvényében kell aktivizálni - a hamis riasztás kellemetlen, a késedelmes, pedig tragikus következményekkel járhat. A feladatot tovább nehezíti, hogy a védett személyeket, eseményeket igen változó környezetben kell biztosítani – a napi személyes és publikus tevékenységtől a harcéri megjelenésig – ami komoly kihívást jelent a technikai eszközök és üzemeltetői számára.

A pilóta nélküli légi járművek működésük során, a spektrum kitüntetett részeiben áruló jegyeket hagynak maguk után. Az elektromágneses és fizikai rezgések tartományát ma már számos eszközzel érzéklni tudjuk, mégsem egyszerű ezekből az adott feladatra „élesített” mérőrendszer kialakítása. A továbbiakban sorra vesszük azokat a műszaki lehetőségeket, amelyek segítségével a pilóta nélküli légi eszközök észlelhetők, felderíthetők és azonosíthatók.

A felderítés és azonosítás a legfontosabb kérdésekre keresi a választ: mikor, hol, ki/mi jelent meg a körzetünkben?

Az időbeliség – a lehető legkisebb időkésés – a légi járművek felderítésekor különösen fontos szempont. Például a „klasszikus” forgó RADAR (egyéb gyengeségei mellett) túlságosan hosszú ideig „néz másfelé” ezért alkalmatlan a gyorsan mozgó/manőverező célok felderítésére. Késést okozhat az emberi szemmel végzett kiértékelés – akkor, amikor egy bonyolult képi megjelenítés változásából kell következtetést levonni (megjelent egy új cél/esemény). A gépi képiértékelés sokkal hatékonyabb lehet, mint a (fáradt, alulérdekelt) kezelő által nyújtott eredmény.

Az irány és helymeghatározás első sorban a rendelkezésre álló technika függvényében lehet pontos és sikeres. A különböző érzékelési tartományok – kép, hang, hő, RADAR – eltérő éles-séggel adnak irány-adatot. A multi- és hiperspektrális érzékelőkkel kinyerhető olyan információ, amit a korábbi „zajos” képek eltakartak. A rétegenként értékelt, korelált adathalmazból a célpont helyzete – a „legjobb mutatókkal rendelkező” pontosságával rajzolódik ki.

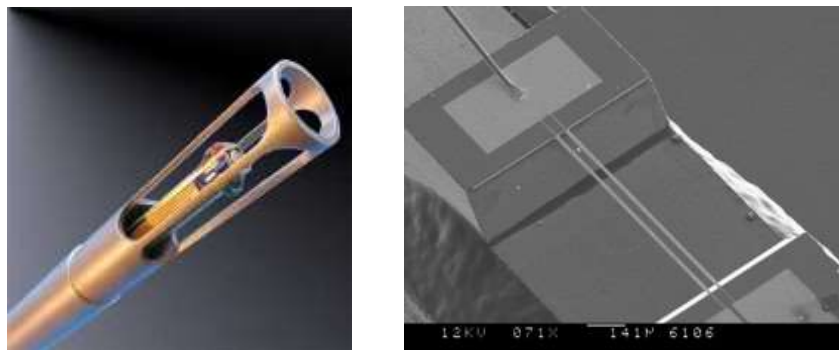
Akusztikai felderítés

Történetileg a legkorábbi eljárás, amellyel a légi járművek motorzajára próbáltak irányt mérni – az erősség alapján pedig távolságot becsülni. Előnye, hogy rossz látási viszonyok között, akár éjjel is ad használható információt – a mai viszonyok között jóval korszerűbb, érzékenyebb elektronikai eszközökre támaszkodva.

Az elektroakusztikai eszközök a különböző közegben terjedő anyaghullámok jelenlétét, irányát, frekvenciáját érzékelik az infrahangoktól az emberi füllel hallható tartományon keresztül az ultrahangig. A légkör jól közvetíti a benne közlekedők rezgéseit – a szúnyog szárnyának verdesésétől (3 m-ről egy egészséges emberi fül ezt éppen meghallja – ez a 0 dBA) egészen az űrrakéta indításakor „élvezhető” 140–190 dBA-ig.

A holland Microflown Avisa cég olyan érzékelőt fejlesztett, amely a légnyomás változás mellett a hangforrás irányának meghatározásra is képes. A MEMS – Micro Electomechanical System technológiával készült iránymérő 200 °C-ra felfűtött iker wolframszálakból felépített hídáramkört tartalmaz, amely ágai a hangrezgések keltette mikro-légáramlat irányától függően eltérő sebességgel hűlnek. A híd kiegyenlítetlenségének mértékéből a hangforrás iránya meghatározható. [3]

A széles frekvenciatartományú eszköz a tüzérségi és kézifegyver hangját, a földi-, légi járművek – közöttük a pilóta nélküli eszközök keltette zajt is meg tudja különböztetni. A szétválogatást és a célobjektumok kiemelését intelligens programja biztosítja.



1. ábra A Microflown Avisa akusztikus vektor-szenzora az irány meghatározására szolgáló MEMS egységgel³

A kisméretű pilóta nélküli repülő eszközök többsége villamos hajtású, de a légcsavaroknak (különösen a végének) jellegzetes zümmögő hangja alapján akár zajos környezetből is kiemelhető. A spektrumvonalak elhelyezkedése, – arányai mintegy „ujjlenyomat” árulkodnak a tulajdonosa kilétéről. [4]

³ <http://microflown-avisa.com/acoustic-vector-sensor/>



2. ábra Egy négyrotoros helikopter hangspektruma⁴

A felismerés biztonságát növelendő a nagyobb teljesítményű rendszerekben a cepstrumot (spektrum spektrumát) képezik. Ez már akár azonos típusú berendezések között (sárkányszerkezetben, hajtóműben) fellelhető apró különbséget is észlelni tudja, és azt, mint „lajstromjelet” hozzá köti. Az egyedi akusztikus jegyek nehezen rejthetők és felértékelődnek olyan esetekben, amikor más felderítési eszközök és eljárások kevésbé sikeresnek bizonyulnak.

Felderítés az elektromágneses hullámok tartományában

Fedélzeti eszközök rádió kisugárzásai alapján

A légi járművek felderítésének – történelmi sorrendben második – lehetősége akkor teremtődött meg, amikor már rádió adóvevők kerültek a fedélzetekre és azok egymással, a földi irányítással kapcsolatba léptek. A radarok megjelenéséig a rádió-felderítők, iránymérők tudtak – a „fülelők” (akusztikai felderítők) mellett – értékelhető légvédelmi adatokkal szolgálni. [5]

A fedélzeti aktív kisugárzások alapján történő légi jármű követés napjainkra újból előtérbe került a lopakodó és a reflexiót alig produkáló pilóta nélküli légi eszközök elterjedésével. A „csendes radarok” passzív vevőkkel átfogják a teljes, fedélzeteken használt frekvenciasávot és a kisugárzások alapján követik a légi járművek mozgását. A cseh gyártmányú VERA egy fél évszázada indult, azóta folyamatosan fejlődő passzív felderítő rendszer legutóbbi tagja, mely a világ számos országában működik. Hatótávolsága eléri a 450 km-t, 200 célt tud követni (egyenes rálátás mellett).

⁴ a szerző felvétele



3. ábra A VERA passzív vevőberendezés antenna rendszere és vezetési pontja^{5 6}

A pilóta nélküli légi járművek jelentős része használ a fedélzeten valamilyen aktív (visszasugárzó) rádióeszközt – videó kép, repülési adatok, telemetriai adatok, vevő/akkumulátor állapot, radar, rádió-magasságmérő, ADS-B, FLARM – ami elegendő a követésre. Sorra jelennek meg a „személyi drónriasztók” – olyan passzív vevő/iránymérő állomások, amelyek a pilóta nélküli repülő eszközök által használt frekvenciákat figyelik és a hivatlan látogatók közeledésekor jeleznek a tulajdonosnak. [6]



4. ábra A DDC „személyi drónriasztó” eszközei és alkalmazása⁷

A személyiségi jogokat féltő polgárok által generált piaci rést betöltő „DDC – Domestic Drone Countermeasure” hatótávolsága, pontossága nem összemérhető egy VERA-val ugyanakkor, mint a feladathoz illeszkedő műszaki megoldás figyelemre méltó és a fenyegetések kivédésének/jelzésének egyik alternatíváját jelentheti – ha a védett térbe behatoló használ ilyen árulkodó jelforrásokat.

RADAR jelek alapján

A rádiólokátor Radio Detecting and Ranging – RADAR a kisugárzott és a céltárgyról visszaverődött rádióhullámok paramétereiből határozza meg annak irányát, távolságát, mozgását. A radar felfelé ívelő pályája második világháborúban – élet-halál kérdések közepette – kezdődött és tart ma is, az alaposan megváltozott körülmények ellenére. A korai repülőgépek jelentős

⁵ http://www.army.cz/images/id_3878_4000/3957/4.jpg

⁶ http://www.army.cz/images/id_6001_7000/6567/3.jpg

⁷ <http://www.ddcountermeasures.com/products.html>

részben fa és vászon elemekből épültek, a mai kompozit építőanyagok szintén „átlátszóak” ugyanakkor a „középkorban” a fémlemez borította gépek kiváló csemegét jelentettek a radarok számára.

A pilóta nélkül légi járművek többsége alig tartalmaz fémet – a hajtómű és az elektromos vezetékek, valamint a szén-szál szerkezeti elemek képezhetnek reflektáló felületet – ezért felderítésükre légvédelmi radarok többsége alkalmatlan. A feladathoz sokkal közelebb állnak a mobil, földi célok – személyek, járművek – felderítésére illetve a repülőtéri madármozgások észlelésére kifejlesztett radarok.



5. ábra A Plextek Blighter radarja és annak képernyője⁸

Az angol Plextek [7] radarjai a kritikus infrastruktúrák – repülőterek, atomerőművek, energiaelosztó központok, krízis helyzetek – földi és légi felderítő biztosítására készültek. A „Blighter B-400”, a földön lassan mozgó személyeket jól érzékeli, az égbolt viszonylag homogen háttérben a különböző kisebb légi járműveket, drónokat is észleli. A céltárgy mozgási sebességén kívül az egy, vagy több légcsavaros (multirotoros) meghajtás is jellemző, kiszűrhető „doppler ujjlenyomatokat” generál – ami a felderítést és azonosítást nagymértékben elősegíti. A kezdeti mérések alapján, pl.: egy 1,5 m-es kompozit merevszárnyú repülőgép 2–5 km távolságról felderíthető. Az alkalmazó ilyenkor dönthet a felderített cél megsemmisítése, vagy követése – és ezáltal az irányító állomás felfedése – opció között.

Látható és infra tartományú felderítés

Az elektromágneses hullámok optikai eszközökkel leképezhető tartományában értékes – a célpont szempontjából áruló – jelek tűnnek fel. A szabad szemmel láthatóak (0,4–0,7 μm) és a közeli (0,7–1,1 μm) infra tartományúak (Near Infra Red - NIR) ugyan megvilágításhoz kötöttek, de a távoli (8–14 μm) infra (Thermal Infra Red – TIR / Long Wave Infra Red – LWIR) már a testek saját hőjét mutatja. Ez utóbbi, a gyakorlatban minden, az abszolút 0 K vagy $-273,15$ °C felett tárgyat jellemez és alig rejthető – különösen, ha a környezet ettől eltérő hőfokú.

A távérzékelésben az egyes tartományokon belül még további rétegeket különböztetnek meg és azok számától függően multi-, (< 20) és hiperspektrális (> 20) csatornákat tudnak külön-külön értékelni. [8] A multi-, hiperspektrális érzékelőkkel az álcázott/imitált objektumok sike-

⁸ <http://www.blighter.com/key-markets/critical-infrastructure-protection.html>

resen felderíthetők, megkülönböztethetők. Az égboltra néző TP8S termokamera – tiszta, pára-mentes időben – 25 °C alatti értékeket mutat. A fagyos háttérben határozottan kirajzolódnak a felhő és pára alakzatok, sőt a vízszintes rétegződésük is. A levegőben repülő minden eszköz és élőlény ettől melegebb és „világít” a kontrasztos háttérben.



6. ábra Egy távoli A-380 repülőgép a helyi varjak társaságában⁹

A 20 km távol repülő utasszállító repülőgép (nyíllal jelölve) még felhős időben is nyomot hagyott a hőképen – a mintegy 200 m távolságra repülő madarakkal együtt. A madarak (az adott esetben varjak) a „hőlenyomat” alapján összemérhetők a kisméretű pilóta nélküli repülőgépekkel – bizonyítván az eszközök és az eljárás alkalmazhatóságát. [9]

Ugyanezt a tényt erősítik a francia HGH cég elektrooptikai rendszerei, amelyek a kritikus infrastruktúrák védelmére kínálnak megoldásokat. Az egyre gyakoribb – kezelői/technikai hiányosságok miatt elszabadult illetve szándékos – légtérsértéseket elkövető pilóta nélküli repülőgépek ellen ezeket, a korábban földi behatolások észlelésére kifejlesztett területvédelmi szenzorokat a légtér biztosítására is alkalmassá teszik. [10]



7. ábra A HGH Spynel-C 3000, Spynel-S 6000, Spynel-U 2500 és Spynel-M 600 kamerái¹⁰

A HGH legújabb Spynel-M 600 kamerája 1,8 kg tömegű, 8 W fogyasztású, személyeket 700 m-ről, járműveket 1500 m-ről képes felderíteni. Ez is tud közös felderítő rendszerben működni a dönthető – forgatható – zoomolható (Pan Tilt Zoom – PTZ) kamerákkal és a radarokkal.

⁹ a szerző felvétele

¹⁰ <http://www.infrared360.com/spynel/>



8. ábra Egy repülőtér földi és légi forgalmát megjelenítő Cyclope körpanoráma kép¹¹

A HGH felderítő eszközök a Cyclope szoftverrel 360°-os panorámaképen jelenítik a környezetet. Működésük passzív (nem érzékelhető) elektrooptikai eszközökön alapul, szimultán, vagy valós idejű képfeldolgozással detektálják és követik a behatolókat. Nappal és éjszaka, ködben, füstben erős napsugárzásban is optikai torzulás nélkül biztosítják a jó minőségű képeket.

ELFOGÁS, HATÁSTALANÍTÁS

A katonai és polgári légtérben megjelenő pilóta nélküli légi járművek általában nem kezelhetők – a méretüknél, mozgásuknál fogva – hagyományos légvédelem eszközeivel. A felderített, azonosított és egyértelműen ellenséges/veszélyt jelentő drónok eltávolítására ma már több alternatív megoldás létezik. A legfontosabb kérdés, a védendő emberi-, anyagi értékek épsége – mindemellett a környezet és abban élők sértetlensége – amit a módszer kiválasztásánál és alkalmazásánál figyelembe kell venni. Ennek függvényében lehet dönteni, hogy a célpont elektronikai/navigációs/kommunikációs rendszerének blokkolása, maradandó károsítása, a hordozó kinetikus eszközzel, robbanó töltettel, illetve irányított energiájú fegyverrel való megsemmisítése az adott helyzetben milyen eredményhez vezet.

Az elektronikai ellentevékenység – zavarás, elektromágneses impulzus, megtévesztő navigációs jelek – a saját csapatok hasonló eszközeiben is kárt tehetnek, ezért a gondos tervezés, térbeli és időbeli szelekció elengedhetetlen. Azzal is számolni kell, hogy a megzavart ellenséges drón irányítatlanul (vagy éppen a zavarjel által előre nem kiszámítható pályán) milyen kárt okozhat – egy felderítő (kémkedő) a saját tömegével arányosat, de a felfegyverzett már azt jóval meghaladó mértékűt. A lehulló, megsemmisített cél maradványain kívül a lövedékek repesz- és gyújtóhatása is komolyan figyelembe veendő. Ugyanígy meggondolandó például a „SwitchBlade” típusú irányítható lövedékek [11] bevetése – amelyik, ha nem talál célba, 9 perc után felrobbantja önmagát. [12]

Az irányított energiájú (lézer) fegyverek látványos demonstrációkon – a felderítő elektrooptikai eszközök vakításával, az avionika, sárkányszerkezet és hajtómű elemeinek túlhevítésével – bi-

¹¹ <http://www.infrared360.com/press/>

zonyították már képességeiket az ellenséges drónok elleni harcban. A lézerfegyverek alkalmazása különleges védő eszközök és rendszabályok mellett történhet – bonyolult légi helyzetben saját erőkre is veszélyt jelenthetnek.



9. ábra Amerikai és kínai lézerfegyverek melyeket drónok megsemmisítésére fejlesztettek^{12 13}

A francia atomerőművek körül feltűnő kéretlen/kíváncsiszkodó/provokáló multikopterek elszaporodása okán a „puhább” elfogási módszerek is kipróbálásra kerültek. A Malou Tech [13] „drónelhárító rendszert” mutatott be, amelyben nagyméretű multikopterek hálóval fognak be kisebbeket – ha ez valami oknál fogva nem sikerülne, akkor egy masszív négyrotoros nekirepülve földre kényszeríti a betolakodót. [14]

Mindez egy jövedelmező új iparág és foglalkozás felvirágzását vetíti előre, ahol gyakorlott FPV pilóták dobóhálóval felszerelt, vagy kigyúrt kamikaze drónokkal vadásznak majd drónokra.



10. ábra A Malou Tech „kíméletes” drónvadásza¹⁴

Az amerikai SRC cég [15] SCEPTRE / TCUT [16] [17] pilótánélküli légi járművek felderítésére, lefogására illetve – szükség esetén – megsemmisítésére szolgáló komplex rendszerben megtalálható az eddig tárgyalt elemek jelentős része. A felderítésre az AN/TPQ-50 radar szolgál az LSTAR® légi felderítő szoftver támogatásával. A passzív elektronikai felderítés és az ellentevékenység a – távirányított házi gyártású robbanó szerkezetek (Remote Controlled

¹² <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2306000/Science-fiction-reality-U-S-Navy-showcases-laser-weapons-capable-destroying-drones-seconds-use-early-2014.html>

¹³ <http://www.cctv-america.com/2014/11/03/china-unveils-anti-drone-laser-weapon>

¹⁴ <http://www.thelocal.fr/20150225/how-can-france-stop-the-attack-of-the-drones>

Improvised Explosive Device – RCIED) elleni küzdelemben is alkalmazott – AN/ULQ-35 zavarórendszer feladata. Amennyiben ez nem hozna eredményt a párhuzamosan tájékoztatott miniatűr légi megsemmisítő rendszer (Lethal Miniature Aerial Munition System – LMAMS) közvetlen kinetikus energiájával teszi ártalmatlanná a behatolót. [18]



11. ábra A SCEPTRE komplex rendszer biztosítja a felderítést, zavarást és a megsemmisítést¹⁵

A cél felderítésében és azonosításában segítséget jelent a zavaróállomással együtt telepített (látható és infra tartományú) elektrooptikai rendszer.



12. ábra Az IR/ELOP a vizuális azonosításra, a SwitchBlade a megsemmisítésre szolgál^{16,17}

A jövőben a felderítő és elfogó/megsemmisítő eszközöket közös rendszerbe foglaló megoldások elterjedése várható. Mindemellett a különböző tartományú érzékelők térbeli széttelepítésével és a mindenidős, automatizált ellentevékenységi képességgel kell számolni.

DRÓNOK A HAZAI LÉGTÉRBE

Az elmúlt időben számos jó példa született a hazai egyetemi, kutatóintézeti és ipari potenciálok K+F+I összefogására. Így került sor – többek között – olyan hiánypótló mű kiadására, mint a „Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek”. A könyv a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 „Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások” pályázat sok száz oldalnyi kutatói jelentéseinek – a szakmai és érdeklődő közönség számára transzformált – essenciája. A célok

¹⁵ <http://www.srcinc.com/what-we-do/ew/counter-uas.aspx?referrer=radar>

¹⁶ <http://www.srcinc.com/what-we-do/ew/TCUT-counter-UAS-technology.html>

¹⁷ http://defense-update.com/products/1/31122010_lmams.html

között szerepelt: segíteni, támogatni, élénkíteni a hazai pilóta nélküli légi járművek fejlesztését, gyártását, kereskedelmét és alkalmazását – az írásműben foglalt és a referált irodalmak, a feltárt és kérdésként felmerülő összefüggések, valamint a saját kísérleti-fejlesztési tapasztalatok közreadásával; a hazai és külföldi példákon keresztül bemutatni és elemezni a légtér biztonságos üzemeltetésének a műszaki, szervezeti és jogi feltételeit és növelni a leendő felhasználók felkészültségét a fokozott elvárásoknak való megfeleléshez.

A könyv sok kérdést megválaszol, ugyanakkor ráirányítja a figyelmet a még nyitottakra, megoldandókra. Ilyen a cikkünkben is kiemelten tárgyalt „hovatartozás megállapítása” – ami akár a hazai K+F+I egyik vonzó témájává is válhat!

A hovatartozás megállapításában segíthetnek az A/C/S módú transzponderek és az automatikus légtérelőző (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast – ADS-B) aktív fedélzeti eszközök. Amennyiben nem érkezik a fenti formátumban értékelhető jel, a légi jármű a „nem együttműködő” (ellenség) kategóriába sorolható. Ez a kategória további finomítást érdemel. A jelenlegi – a Világ több országához hasonlóan, egyértelműen még – NEM szabályozott körülmények között előforduló, NEM rosszindulatú/ártó szándékú repülések (pl.: a tudás- és hozzáférhető információ hiányában tájékozatlan felhasználó próbálkozása) és a tettének teljes súlyát és következményeit ismerő tudatos terrorista is ugyanabba a kategóriába kerül – az előbbi nem tud, az utóbbi nem szándékozik „együttműködni”.

A légtér-felhasználási terv alapján történő eseti légterek biztosítják az elkülönítést és a felderítés/azonosítás kérdését is (elvielben) leegyszerűsítik, hiszen ebben a légtérben más, mint az igénylő nem tartózkodhat (legálisan). Az adott időtartamban légteret igénybe vevő felhasználó, FELELŐS az ott folyó légi forgalomért – így engedélye nélkül azt más nem használhatja.

A nem ellenőrzött légterek jelentik a legnagyobb kihívást, hiszen itt (elvben) nem szükséges a repülési terv (FPL) és a rádió használata, a tájékoztató szolgálat igénybe vétele – VFR repülés esetén. A légi jármű vezetője – amelyik rendelkezik a repülés egyéb (légi alkalmasság, lajstromjel, biztosítás, rádióengedély, stb.) feltételeivel – tehát a saját szemével tud kitérést biztosítani más légi járművekkel szemben – ellentétben egy UAV irányítójával, aki esetleg egy „csőlátó” fedélzeti kamerával tudna valami hasonlót tenni. A nem ellenőrzött légterekben az ütközés veszélye – pl.: GA légi járművekkel – fokozottan jelentkezik, amire egyik fél sincs felkészülve – a láthatóság szabályai és feltételei nem teljesülnek. [1]

A pilóta nélküli légi járművek tehát a legális (minden szükséges műszaki és üzemeltetési feltételnek megfelelő) és az illegális (nem kommunikáló, nem azonosítható, ismeretlen céllal/útvonalon repülő) csoportba tartozhatnak. A szétválasztásra kizárásos alapon nyílik lehetőség – az ismert, bejelentett, engedélyezett repüléseken kívül mindegyik szabálysértőnek tekintendő – kivéve a magán és közösségi tulajdonú modellező repülőterek, ahol a „csupasz szemmel” látható távolságig a repülőmodell irányítója a gépet uralni tudja (pl.: ember vezette légi jármű megjelenésekor annak szabad utat tud biztosítani).

Világszerte készülnek részletes jogszabályokkal kiterjeszteni/még jobban korlátozni a pilóta nélküli légi járművek mozgásterét, alkalmazási köreit és a felhasználók jogait. A hatóságok óvatosak, a hobbi és kereskedelmi felhasználók türelmetlenek – miközben az átlagpolgár sem marad közömbös, félti biztonságát, nyugalmát, személyiségi jogait. [2]



A hazai K+F+I számára a pilóta nélküli légi járművek azonosításának kérdése tehát műszaki (elméleti-, kísérleti) feladatokat, alkalmazásra vonatkozó ajánlásokat, és repülésjogot érintő kitételeket is tartalmaz. A szerteágazó tudásra csak a szakmák, szervezetek – felsőoktatás, kutatás, ipar, légügyi hatóság – legjobbjainak bevonásával lehet szert tenni.

ÖSSZEFOGLALÁS

A pilóta nélküli repülő eszközök felderítése és hatástalanítása új eszközöket, eljárásokat és szervezeteket igényel. A katonai alkalmazás mellett a napi polgári légiforgalomban is megjelenhetnek szabálysértő, sőt terrorista szándékú légi járművek, melyek azonosítás után – a légtér és a földi környezet biztonsága érdekében – el kell távolítani. Amíg a katonai környezetben a feladat, addig a polgári életben a biztonság a kiemelt fontosságú. Ennek megfelelően a lakosok, anyagi javak épségét előtérbe helyező társadalmi igény a műszaki és alkalmazásbeli kihívások szintjét még tovább emeli.

Az eseményeket (ma még) emberek irányítják, de a „szemük és kezük” már jóval a természet adta képességüket meghaladó dimenzióig ér – éppen a vitatott drónoknak köszönhetően. A rendkívül népszerű, gyorsan terjedő technikai eszközök és alkalmazások a hazai K+F+I közösségek számára is alkalmat teremtenek a bekapcsolódásra.

A drónokat bár ember tervezte, építette, mégis, ha szembe kerül velünk, a küzdelemben a „csupasz” humán érzékszervek és reflexek már kevésnek bizonyulhatnak. El kell ismernünk:

„A DRÓNOKKAL SZEMBEN DRÓNOKKAL LEHET EREDMÉNYESEN HARCOLNI”.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2013_cikkek/2013-2-29-Makkay_Imre.pdf (2015.03.09.)
- [2] <https://www.faa.gov/uas/> (2015.03.09.)
- [3] <http://microflown-avisa.com/acoustic-vector-sensor/> (2015.03.09.)
- [4] http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2014_cikkek/2014-2-28-0157_Makkay_Imre.pdf (2015.03.09.)
- [5] George Millar: A nagy lokátorháború Kossuth Könyvkiadó 1983.
- [6] <http://www.ddcountermeasures.com/products.html> (2015.03.09.)
- [7] <http://www.blighter.com/key-markets/critical-infrastructure-protection.html> (2015.03.09.)
- [8] http://konyvtar.uni-pannon.hu/doktori/2012/Kozma-Bognar_Veronika_dissertation.pdf (2015.03.09.)
- [9] http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2014_3/2014-3-02-0177_Makkay_Imre.pdf (2015.03.09.)
- [10] <http://www.prweb.com/releases/2015/02/prweb12484325.htm> (2015.03.09.)
- [11] <http://archive.defensenews.com/print/article/20130507/DEFREG02/305060011/Special-Report-Precision-Strike> (2015.03.09.)
- [12] <http://breakingdefense.com/2014/10/new-weapons-spell-death-for-drones-the-countermeasure-dance/> (2015.03.09.)
- [13] <http://www.psa-entreprise.fr/malou-tech/> (2015.03.09.)
- [14] <http://www.psa-entreprise.fr/malou-tech/Documentation/MalouKamikaze.pdf> (2015.03.09.)
- [15] <http://www.srcinc.com/what-we-do/ew/counter-uas.aspx> (2015.03.09.)
- [16] <http://www.srcinc.com/pdf/81-sceptre-c-uas.pdf> (2015.03.09.)
- [17] <http://www.srcinc.com/what-we-do/ew/TCUT-counter-UAS-technology.html> (2015.03.09.)
- [18] http://defense-update.com/products/1/31122010_lmams.html (2015.03.09.)