

Makkay Imre¹

ADS-B ÉS A DRÓNOK²

A repülésben kritikus nagyságrendű forgalomnövekedés várható a következő évtizedekben. Mindehhez a pilóta nélküli légi járművek – DRÓNOK – elszaporodása külön fejtörést okoz, hiszen olyan térben kérnek (nem is kis) helyet, ahol már a többiek is alig férnek. A feladat megoldásához mindenképpen szükség van a légtérfelhasználás filozófiájának és technikájának korszerűsítésére – úgy az utas-, teher-, állami-, általános/kisgépes repülésben, mint a most induló DRÓNOK világában. Ez utóbbi, éppen a még ki nem taposott ösvények miatt teret adhat a drónokkal kapcsolatos K+F+I tevékenységnek – amire a hazai egyetemi, intézeti ipari együttműködésből már szép példákkal találkozhatunk.

ADS-B AND THE DRONES

The traffic growth is expected to be critical of aviation in the following decades. The unmanned aerial vehicles, - DRONES – also to cause headaches, as it is a separate space is requested (not too small) place where the rest of us can barely fit. The task you need to modernize the concept of philosophy and technique of passenger, truck, general aviation, also known as in the world of DRONES start-ups. In the latter, just have not been trampled trails you can start the ball rolling on the ground due to r & d & I activity, the home University, Institute for industrial cooperation already beautiful examples we can find.

BEVEZETÉS

A pilóta nélküli légi járművek (Unmanned Air Vehicles – UAVs) újabban használt DRONE „drón” praktikus rövid elnevezése már beépült a köznyelvbe, itt is ezt használjuk. A méretük rendkívül széles skálát mutat, és alkalmazási területeik különbözhetnek – a néhány grammos szitakötőtől az utasszállító repülőgéphez hasonlóig, hobby-, szabadidős játékszertől a kereskedelmi, vagy katonai felhasználásig.

A polgári utas/teherszállító és „az összes többi” általános (General Aviation – GA) légiforgalom egyetlen közös légtéren osztozik – amit a háborús konfliktusok időnként még tovább szűkítenek. Ennek különböző tartományaiba szeretnének a drónok helyet kapni – a kis, helyi, látótávolságon belüli „örömpüléstől” a több-tíz négyzetkilométeres területek (fizetős) hiperspektrális felmérésén keresztül a több-száz kilométeres „csomag” küldésig. A felhasználási területek igen szélesek, a „vevők” várják a megoldásokat, a hatóságok mégsem tudnak nyugodt lélekkel igent mondani – ennek oka a rövid idő alatt megjelent új légi eszközök hordozta kockázat és légtér biztonsága – amire az utazó közvélemény nagyon érzékenyen reagál. A cikkben – a gazdasági érdekeltségeken túli – repülésbiztonsági kérdésekre próbálunk válaszokat keresni. Ezek közé tartozik a légijármű helyzetét automatikusan lesugárzó ADS-B (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast), a „látni és látszatni” probléma műszaki- és szervezeti kérdései — ami egyaránt érdekelheti a „drónok” és a GA repülők társadalmát.

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

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



ADS-B

A légtér biztonsága minden résztvevő érdeke, de hogy ki fizesse meg az árát, abban már nem ekkora az egyetértés. Akik a jelenlegi szabályoknak megfelelően közlekednek, azok elvárják, hogy a forgalomirányítás biztosítsa a megfelelő szabad teret számukra. A forgalom növekedésével a kiszolgálás technikai/emberi feltételei olyan szintre emelkedtek, hogy több területen – ilyenek a rádiókommunikáció, a légi járművek helyzetinformációi, integrált légterek – jelentős fejlesztésekre kell sort keríteni.

A primer és A/C/S modusú szekunder radarok telepítése és üzemeltetése a polgári légtér ellenőrzés/irányítás számára rendkívül költséges és nagy forgalom esetén hibás döntéseket is eredményezhet. A 80-90-es évektől a fejlesztők erőteljesen keresik a kiutat – Európában és az amerikai kontinensen egyaránt. A kézenfekvő megoldást a globális navigációs rendszert egyre megbízhatóbban használó fedélzeti elektronikai eszközök szolgáltatták, amelyek a GPS alapú koordinátákat, irány-, sebesség-, magasság adatokat – kiegészítve a saját járatszám, géptípus, azonosító, induló-cél állomás adataival. Az amerikai változatban ehhez egy 978 MHz-en működő külön adóvevőt (Universal Access Transceiver – UAT) kellett a fedélzetre telepíteni, míg az európai változatban a 1090 MHz-es S-módusú transzponderek továbbfejlesztett változatára épülő rendszert szorgalmazták. [1]

A bevezetést két fázisra – Mode S Elementary Surveillance (ELS) és Mode S Enhanced Surveillance (EHS) – bontva tervezik. Az ELS a S módusú alapfunkciókat (egyedi azonosító, magasság, föld/levegő üzem, transzponder képességek) biztosítja, míg az EHS, ugyanezek mellett a tervezett/beállított magasságot, a bedöntési szöveget, valós irányszöveget, valós föld-sebességet, mágneses irányszöveget, mért légsebességet, függőleges sebességet és a TCAS rendszer állapotát is jelenti. [2]

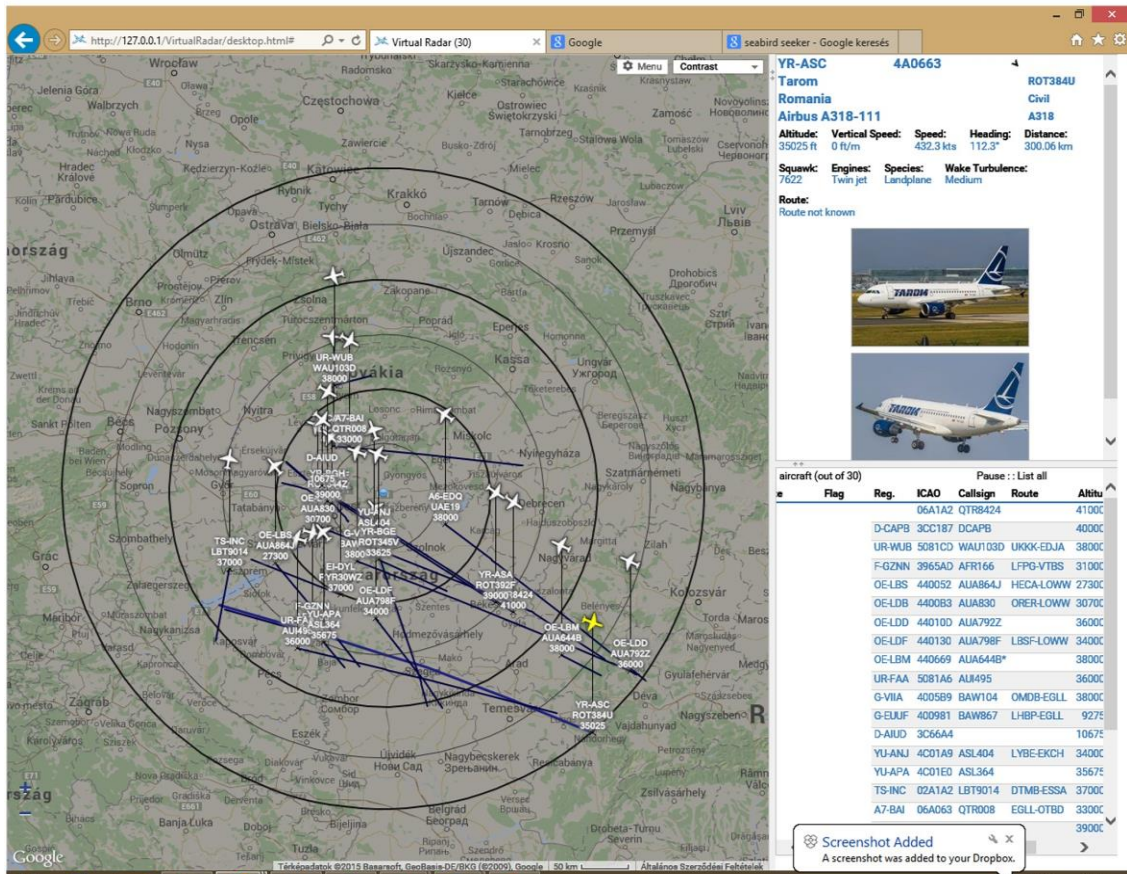
Az FAA – Federal Aviation Authority végül is az európaival megegyező rendszert vezet be, de a 18 000 feet (5 500 m) alatti légtérben továbbra is fenntartaná a szerintük több hasznos információt és jobb terjedési viszonyokat ígérő UAT-t. [3]

Tehát az már látható, hogy az ADS-B lesz az egyik eleme az amerikai következő generációs légi közlekedési rendszernek (NextGen) és az egységes európai égboltnak (SESAR). Az ausztrál légtér egyes részeiben és Kanadában már használja a légiforgalmi irányítás (DO260). Európában 2017-től, az Egyesült Államokban 2020-tól tervezik az általános bevezetését (DO260B). Ehhez a technikai feltételek mellett a légi jármű vezetőknek és légiforgalom irányítás kezelői állományának is fel kell készülni – ennek egyik dokumentuma az „ADS-B IMPLEMENTATION AND OPERATIONS GUIDANCE”. [4]

A repülőgépek fedélzetén kétféle eszköz helyezhető el: az „ADS-B-Out” adóberendezés, amely rendszeresen kisugározza a saját azonosítási, helyzet és útvonal információkat; az „ADS-B-In” vevőberendezés, amely képes venni a hatókörzetében működő ADS-B-Out adásokat és ezek helyzet- és forgalmi adataiból vizuális megjelenítést, - ha szükséges, ütközést elkerülő manővert tud kidolgozni. Az ADS-B-Out + ADS-B-In kiválthatja a korábbi ACAS / TCAS rendszereket – a pontosabb, nagyobb hatótávolságról, nemcsak az ütközéssel fenyegető légi járműről érkező adatokkal szolgálva. Az átállás több fázisban megy végbe, a különböző régiók eltérő

ütemezése nem kis nehézséget okoz, az egyes rendszerek (DO2060, DDO260A, DO260B) között fennálló eltérésekről nem is beszélve. [5]

A költségek elég jelentősek: egy kisrepülőgépre 5000 \$ az ADS-B-Out – hasonló összegű az ADS-B-In, amit a Repülőgép Tulajdonosok és Pilóták Egyesülete (AOPA - Association Aircraft Owners and Pilots) nehezményez. Azzal érvelnek, hogy olyan eszköz beszerzésére kötelezik a repülőgép tulajdonosokat, ami a repülőgép működési paramétereiben, teljesítmény mutatóiban semmilyen változást nem eredményez – csupán a légi irányítást teszi olcsóbbá/kényelmesebbé. [6]



1. ábra ADS-B adataik alapján követett légi járatok ³

Összességében az ADS-B egy szükséges lépés, ami a megnövekedett forgalmú légtérrel – a következő, teljesen automatizált irányítás korszakának kezdetéig – átmenetileg kezelhetővé teszi. A cél a repülés biztonságának növelése – mindamelllett a különböző (első sorban anyagi) érdekek ellentétes előjelet adhatnak a bevezetés/alkalmazás időszerűségének és terheinek kérdésében.

ADS-B DRÓNOKRA

A „nagyok” repülésében az azonosító-, a helyzet- és egyéb információkat a fedélzeti ADS-B-Out rendszerek automatikusan közlik, amit az ADS-B-In vevők a földi irányítók és a többi légi jármű fedélzetén vizuálisan is megjelenítenek. A „látni és látszani” elv a forgalom jobb megszervezésében, az

³ A szerző készítette.

ütközések elkerülésében kiemelkedő fontosságú. Meg kell keresni azokat a kapcsolódási felületeket, amelyekkel a DRÓNOK is beintegrálhatók az ADS-B filozófián alapuló információs rendszerbe.

Vegyük sorra – először azokat, amelyek nehezítik a közös repülést:

- az első nehézség, hogy a DRÓN nem (úgy) lát, mint az ember – tehát (VFR – Visual Flight Rules alapján) nem repülhet GA repülőkkal egy légtérben;
- a másik ok, hogy nem (úgy) látszik, mint egy általános (6–23 m) fesztávú/méretű repülőgép – tehát nehéz észrevenni;
- a harmadik ok, hogy nem lehet kiszámítani a mozgását – képes sok-tíz G-t meghaladó irányváltoztatásokra;
- végül, nem (úgy) kommunikál, mint az ember – nincs lajstromjele, azonosítója traszponder kódja.

A válaszok, magyarázatok, melyek talán közelebb hozzák a megoldást:

- A DRÓN (UAV, PRV) repülésében nincs szerepe a környezet, horizont „látásának” hiszen a műszeres navigáció – GPS helyzet, műhorizont, barometrikus magasságmérés, torló nyomás alapú légsebesség mérés, elektronikus iránytű – alapján közvetlenül, vagy előre beírt program alapján irányítja a kezelője. Ez még az FPV repülések alatt is érvényesül, hiszen első sorban ezért jelenítik meg a „Glass Cockpit” képernyőn (OSD – On Screen Display) a fedélzeti műszereit – megtoldva a hazavezető irány, motor fordulatszámmal, akkumulátor energiatartaléka és egyéb szenzorok mért értékeinek kijelzésével. Tehát nem „lát”, viszont annak sincs (műszaki) akadálya, hogy teljes sötétben, ködben, felhőben a kijelölt útvonalat úgy végigrepülje, mint azt nappal, jó látási viszonyok között tenné – ami előnyére fordíthatja a mérleget, például egy pilótás GA kategóriájú szolgáltatóval szemben.
- A DRÓNOK többsége valóban kisméretű, a földfelszín háttérében nehezen észrevehető, ezért a lehetőségek függvényében villogó fényjelzéssel, „láthatósági” festésekkel szükséges a megjelenésüket hangsúlyozni.
- A DRÓNOK mozgását egy külső szemlélő valóban nem láthatja előre – kivéve, ha előre bejelentett, tervezett útvonalat repül (amit a megfelelő módon nyilvánosságra hoztak).
- Az azonosítás, helyzet, sebesség, útirány, úti cél, és más kiegészítő információk – nos, éppen ezek azok, melyek egy ADS-B-Out – típusú üzenetben a légiforgalom irányítás és a többi légi jármű vezetőjének az ADS-B-In monitorján megjelenhetnének – világossá téve az első három kérdést is.

Az ADS-B technika tehát segítheti a beilleszkedést. A lehetőség első sorban a nagyobb méretű, kereskedelmi és közszolgálati alkalmazású DRÓNOK számára nyílik meg, amelyek így a légi irányítás számára ugyanolyan szintű információkat biztosítanak, mintha pilóták vezette IFR – Instrument Flight Rules gépről származnának. Az ADS-B-Out adatok helyi repülések számára is elérhetőek és – megerősítve a légiforgalmi tájékoztató figyelmeztetésével – a biztonságot nagymértékben növelik.

Persze még marad így is több nyitott kérdés:

- A DRÓN irányítójának kétoldalú rádióösszeköttetést kell fenntartani (légterektől függően) a légiforgalmi irányító, forgalmi tájékoztató/tanácsadó szolgálatokkal, amelyek utasítása/tanácsa érvényesítésére a légi járművel folyamatos kapcsolatot kell biztosítani.

- Hogyan kerül a DRÓN az IFR repülésre engedélyezett légtérbe? Ez légtér osztály függvénye, mert pl.: F osztályú légtérben át kell „törnien magát” egy alapvetően VFR légtéren hogy elérje minimum 4000 láb (1200 m) és 9500 láb (2900 m) AMSL közötti tartományt – és amint már megállapítottuk, DRÓN nem képes VFR szabályoknak megfelelő repülésre. (Erre persze lehet „barkácsolni” eseti légtereket, ami az adott időben, légtérben védett „lépcsőházat” biztosít a fel-le közlekedéshez.) [7]

Az ADS-B tehát a „látni és látszani” technikai megoldása lehet a DRÓNOK számára is. A kivitelezés még rejt nehézségeket – a tömeg, teljesítményigény, hatótávolság, rendszer túlterhelés, stb. kérdésekben – de ezek, a várható előnyök reményében feltehetően megoldást nyernek. A saját, egyedi fejlesztések számos példája igazolja, hogy több jó műszaki megoldás is létezik – mindemellett az európai CS-ETSO (Certification Specifications for European Technical Standard Orders) [8] illetve az amerikai FAA TSO (Technical Standard Order) [9] minimum követelményeket figyelembe kell venni.

Az európai alkalmazások számára mérvadó ajánlásokat tartalmazó „Concept of Operations for Drones” az integráció első számú követelményeként az érzékelést és ütközés elkerülést jelöli meg. [10]

(A német Euro-Hawk UAV program emiatt állt le 2013 májusban – amikor kiderült, hogy az EASA követelményeket teljesítő rendszer pótlólagos beszerelése az egyébként is felfelé gyűrűző költségeket még tovább növeli.)

Az ausztráliai Polgári Repülés Biztonsági Hatóság (Civil Aviation Safety Authority – CASA) az elmúlt évben már kiadta az első DRÓNRA a 24 bites ADS-B kódot. [11]

A SAGETECH már komplett ADS-B adó-vevő rendszert kínál a pilóta nélküli repülőgépek számára. Részt vesz az FAA által kijelölt hat kísérleti légtérben folyó teszt sorozatban, amely célja a NEXTGEN programban az amerikai nemzeti légtérben „helyet” biztosítani számukra. [12][13]



2. ábra A Sagetech megoldás: ADS-B-Out, ADS-B-In és egy iPad – mint megjelenítő⁴

A „Clarity” vevőberendezés mindkét ADS-B frekvenciát (987 MHz és 1090 MHz) kezeli, ezen kívül a magasság-irány repülési paraméterek alapján szintetizált 3D terepfelszint jeleníti meg a WiFi kapcsolatú iPad képernyőn. [14]

⁴ <http://www.unmannedsystemstechnology.com/2014/04/sagetech-introduces-nextgen-ads-b-tracker-kit-for-unmanned-aircraft/sagetech-ads-b-uav-tracker-kit/>



A Sagetech XP ADS-B-Out eszközökkel felszerelt pilótás és pilóta nélküli repülőgépek együttes repülését is bemutatták, ahol a pilóta és a földi irányító is „Clarity” vevők és iPad képernyők segítségével követte a gépek mozgását – biztosítva az elkülönítést. [15]

ADS-B K+F+I

Az elmúlt néhány évben szinte amatőr mozgalommá nőtte ki magát a légi járatok útvonalainak követése – a fedélzeti ADS-B-Out berendezések adásainak vétele és dekódolása útján. A közkedvelt PlanePlotter, a Radar-24, a Virtual Radar a térben ábrázolja – az egyéb adatokkal körbeírt – légi járműveket. Az „app”-ok sokasága kínálja magát az asztali-, notebook-, tábla gépek, „okos” telefonok Windows, Linux, Android, IOS... operációs rendszerei alá. A siker kulcsa a vevőberendezésben keresendő, amelyik forradalmi előrelépést jelent a hagyományos, diszkrét áramköri elemekből épült rádiókhoz képest. A „szoftverrádió” SDR – Software Defined Radio alapja a nagysebességű analóg/digitális átalakítás, a további műveletek során a digitális jelfeldolgozás, végül (ha szükséges) az analóg kimeneti jel biztosítása. A tervezők nagy szabadságot élveznek, hiszen a programlépések megváltoztatásával átalakítható, hangolható eszközzel dolgozhatnak, a felhasználók pedig a korábbiaknál jóval kisebb méretű, sokoldalúbb rádió-berendezésekhez jutottak. [16]

Az eredetileg földi digitális TV adások vételére készült USB-n keresztül a számítógépek képernyőjét használó „Dongle”-k rövid idő alatt kedvelt eszközévé váltak az egyébként is szívesen kísérletező rádióamatőröknek és a szaporodó „spotter” társadalomnak. Az utóbbiak a nagyon kedvező árú (~20\$) pendrive méretű SDR vevővel az ADS-B adásokat veszik és a dekódolt jeleik alapján a légi járművek helyzetét, típusát, azonosítóját, repülési sebességét, – magasságát, – irányát, induló és célállomást a képernyőn megjelenítik. A programok – amatőr mozgalom révén – a világhálón elérhetők és a video megosztókon számos jó tanáccsal támogatják az alkalmazókat. [17][18][19][20]

A másik izgalmas téma lehet a távirányító földi lépcsőn működtetett ADS-B adó. A DRÓN által lesugárzott telemetriai adatokból szabványos ADS-B protokoll generálható és itt a kellő teljesítmény is rendelkezésre áll. A DRÓN helyzete, repülési paraméterei – pl.: az előzőekben vázolt egyszerű vevő és a megjelenítő segítségével – ezután már bárki számára (úgy mint a „nagyok”) láthatóvá válik. Ez iránt különösen a DRÓN ~ 50 km-es körzetében tevékenykedő GA, mentő-, rendőr repülők érdeklődhetnek – természetesen akkor, ha van ADS-B vevőjük és megjelenítőjük.

A K+F+I tehát több szálon is kapcsolódhat a DRÓNOK és az ADS-B alapú helyzetjelentő rendszerük kidolgozásához, ami az intézeti és ipari háttér mellett a felsőoktatás kutató helyeit is erre inspirálhatja.

ÖSSZEFOGLALÁS

A DRÓNOK számának növekedésével a biztonságos működtetés egyre sürgetőbb műszaki és üzemeltetési eszközöket és eljárásokat követel. A vizuális repülési szabályoknak megfelelő légtérben a DRÓNOK – kis méretüknél és kiszámíthatatlan mozgásuknál fogva – „láthatatlanok” ezért más módot kell biztosítani az észlelésük elősegítésére.



A megoldást a légi forgalom számára általánosan bevezetésre kerülő ADS-B jelentheti – ami a közös légtérben munkát végző DRÓNOK helyzetét, mozgását – a pilótás repülőgépekkel azonos formában – teszi láthatóvá. Néhány külföldi példa már jelzi, hogy a gyártók és az alkalmazók keresik a megoldásokat – amihez a hazai kutatók, fejlesztők is tudnak kapcsolódni.

A szerző – fontosnak tartva mind a pilótás, mind a pilóta nélküli repülés biztonságát – ehhez kívánt néhány gondolattal hozzájárulni.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] http://www.skybrary.aero/index.php/Mode_S
- [2] <http://easa.europa.eu/system/files/dfu/Annex%20II%20-%20AMC%2020-24.pdf>
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_dependent_surveillance_%E2%80%93_broadcast
- [4] http://www.icao.int/APAC/Documents/edocs/cns/ADSB_AIGD7.pdf
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Traffic_collision_avoidance_system
- [6] <http://www.aopa.org/Advocacy/Air-Traffic-Services-,a-,Technology/Air-Traffic-Services-Brief-Automatic-Dependent-Surveillance-Broadcast-ADS-B>
- [7] <http://w3.datanet.hu/~eger/compdoki/uj/legter.htm>
- [8] <http://easa.europa.eu/certification-specifications/cs-etso-european-technical-standard-orders>
- [9] https://www.faa.gov/aircraft/air_cert/design_approvals/tso/
- [10] <http://easa.europa.eu/system/files/dfu/EASA%20Concept%20of%20Operations%2012-03-2015.pdf>
- [11] <http://www.uasvision.com/2014/12/15/ads-b-approved-for-rpas-in-australia/>
- [12] <http://southernhelicam.com/ads-bin-for-uav-pilots-for-3/>
- [13] <http://www.unmannedsystemstechnology.com/2014/04/sagetechnology-introduces-nextgen-ads-b-tracker-kit-for-unmanned-aircraft/>
- [14] <http://www.sagetechnology.com/general-aviation-solutions/clarify-ads-b.cfm#.VQc2RGx0zcs>
- [15] http://www.sagetechnology.com/news/ottawa-flight-test-demonstrates-sense-and-avoid-capabilities-of-uavs.cfm#.VQc9_mx0zct
- [16] http://en.wikipedia.org/wiki/Software-defined_radio
- [17] <http://www.rtl-sdr.com/>
- [18] <http://sdr.osmocom.org/trac/wiki/rtl-sdr>
- [19] <http://rtlsdr.org/softwarewindows>
- [20] <http://joubert.hu/radiotech/ismertet-anyagok/dvb-t-usb-eszkoek-mint-sdr-radio>