

Makkay Imre

MÁSODLAGOS INFORMÁCIÓFORRÁSOK A LÉGTÉR BEN

DOI: 10.32560/rk.2019.1.9

A légtér forgalma és telítettsége egyre növekszik, ami egyre nagyobb kihívások elé állítja annak résztvevőit. A polgári és katonai légi járművek helyzetének, mozgásának követése „klasszikusan” a radarok által mért primer adatok alapján történik – és ez a katonai repülésben várhatóan nem változik. A polgári légiforgalomban ugyanakkor alkalmazhatóak a saját helyzet jelentő rendszerek, melyek radar-lefedettség hiányában is tudnak információkat szolgáltatni. A közforgalmi-, kisépés és egyre nagyobb számú drónrepülés résztvevői azzal, hogy GNSS alapú adataikat megosztják a légtérben közlekedőkkel és a földi irányítással nagymértékben hozzá tudnak járulni a biztonság növeléséhez. Az írásműben ezeket mutatjuk be – kiegészítve az egyetemi kutatás-fejlesztés során szerzett tapasztalatokkal.

Kulcsszavak: légtér, információ, GNSS, ADS-B, FLARM, OGN

BEVEZETŐ

A légiforgalomra különösen jellemző – ami a többi dimenzióban sem elhanyagolható – hogy „látni és látszani” a résztvevők számára a Shakespeare-i „lét és nemlét” kérdést is felvetheti. A tét még nagyobb, hiszen az ütközések elkerülésére az országúton-, vízen közlekedők számára általában megvan a megállás, várakozás lehetősége – ez a levegőben a merevszárnyú légi járművekkel nem, a forgószárnyas kivitelűekkel csak korlátozott ideig hajtható végre.

A globális helymeghatározó rendszer – GNSS¹ már nemcsak az amerikai GPS² hanem az egyre gyarapodó egyéb – GLONASS, Galileo, BeiDou – műholdas navigációs eszközök adataira is támaszkodhat. Kézenfekvő a megoldás: ha a légtérben közlekedők a saját helyzetüket a GNSS segítségével pontosan meg tudják határozni, akkor azt egy adatcsomag részeként tegyék „közkinccsé” – azaz tudassák a többi résztvevővel. A földi irányító/tájékoztató szolgálatok és a légi járművek vezetői így „első kézből” kapnak információt egy objektum jelenlétéről – a kiléte, szándéka, mozgása és más kiegészítő adat mellett.

Az „önkéntes” adatszolgáltatás elvárható minden polgári légtérfelhasználó részéről – ezzel polgári repülésirányítás megszabadulhat a primer radarrendszere fenntartásának hatalmas költségétől. A katonai légi járművek erre csak a békeidős, közös légtérben folyó gyakorlatok alkalmával kötelezhetők, így a katonai radarok továbbra is nélkülözhetetlenek maradnak a „nem együttműködő” betolakodók felderítésére.

A továbbiakban sorra vesszük a már több formában/rendszerben jelen lévő légtérrel kapcsolatos másodlagos információkat és megosztjuk a velük kapcsolatos egyetemi kutatások eredményeit.

¹ GNSS – Global Navigation Satellite System

² GPS – Global Positioning System

ADS-B – MINDENKI SZÁMÁRA

Az ADS-B³ a polgári légi irányítás/forgalom számára a helyzet-adatokat automatikusan kisugárzó, a légtér biztonságát nagymértékben növelő rendszer mára bizonyította életképességét és nélkülözhetetlenségét. A primer és szekunder radarok nem tudnak versenyezni sem a megnövekedett forgalommal, sem az ezt igénylő korszerűsítés költségeivel. A radarlefedettség a világ légtereinek 70%-án hiányzik – így a forgalom szervezése, a repülések útvonalai és a kutató-mentő szolgáltatások is csak egy viszonylag szűk térre korlátozódhatnak.

Ezeket kíván javítani az ADS-B [1]: radar-szintű elkülönítést biztosítani a radar lefedettség nélküli légterekben, növelni a VFR⁴ repülések követésének képességét, csökkenteni a futópálya használat és a földi gurulások közben jelentkező veszélyforrásokat, pontosabb információkat biztosítani a kutató-mentő szolgálatok számára, segíteni a pilótákat a „látni és elkerülni” manőverek végrehajtásában – tájékoztatni a környező forgalomról, leszállás előtti légtér és futópálya foglaltságról, MVFR⁵ időjárási körülmény kialakulása esetén a közeli légi járműveket észlelni, a fedélzeten elhelyezett kijelzőkön a légtér foglaltság valós idejű megjelenítését biztosítani.

Az „ADS-B Out” adóberendezés is az SSR⁶ (szekunder radar) által használt 1090 MHz-es válaszfrekvencián sugároz. Az S-módú transzponderek is átalakíthatók ADS-B adásra – amit „Extended Squitter” néven használnak. Ezek az SSR válasz mellett a 120 µs-os ADS-B adatcsomagokat is – másodpercenként többször – kisugározzák. A rövid adásidő, változó periodicitás, hibajavító kódolás csökkenti az adatütközések veszélyét – ugyanakkor a vevőállomások megsokszorozása a többutas jelfeldolgozás is nagymértékben hozzájárul a felderítés folyamatosságához.

A polgári repülés biztonsága érdekében a kommunikációs rádióforgalom, a navigációs és telemetriai, valamint vészfrekvenciás adások titkosítás nélkül, egyszerű vevőkészülékkel elérhetők. Az ADS-B adások protokollja is ismert [2] – ami biztonsági kockázatként is felmerülhet. A manipulált adások kiszűrésére a WAM⁷ rendszer alkalmazása is indokolt. A multilaterális véttel – széttelepített vevőállomásokkal, azok késleltetési időit kiértékelve – ellenőrizhető a forrás koordinátája.

Az ADS-B adásokat „virtuális radar”-ként megjelenítve számos szolgáltató a honlapján elérhetővé teszi. Különösen népszerűek az utasforgalom számára releváns információk – repülőgépek helyzete, indulása, érkezése, járatok késése stb. A honlapokat üzemeltetők nemcsak megosztanak, hanem gyűjtnek is információkat – olyan lelkes közreműködőktől, akik hajlandók ADS-B vevőberendezést telepíteni, üzemeltetni. Napjainkban már komoly „amatőr légtérfigyelő” mozgalom működik – feltöltve a világhálóra a helyi repülések adatait. A vevőberendezés összeállítása nem kíván külön képzettséget – a digitális TV adások vételére fejlesztett USB tuner és egy Raspberry Pi a szolgáltatótól letölthető programmal már működőképes. Az antenna egyszerű negyedhullámú (87 mm) dipól körsugárzó – például a koaxiális antennakábel végéből „kifaragva” – amely megfelelő rálátással akár 250–300 km-ről is vesz ADS-B jeleket.

³ ADS-B - Automatic Dependent Surveillance - Broadcast

⁴ VFR – Visual Flight Rule

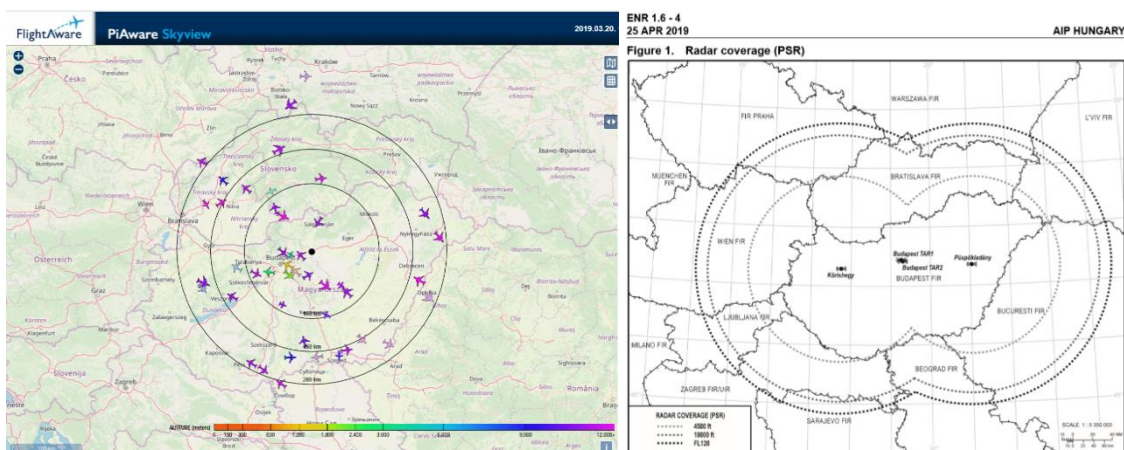
⁵ MVFR – Marginal Visual Flight Rule

⁶ SSR – Secondary Surveillance Radar

⁷ WAM – Wide Area Multilateration

Aki hajlandó az ADS-B/S-mode felderítők taborát gyarapítani azt több szolgáltató is szívesen fogadja. A weblapok szerint a világon sok-sok ezer önkéntes adatszolgáltató táplálja az adatbázisait, amit „jutalmul” számukra kedvezményekkel tesznek hozzáférhetővé. Van olyan kevésbé lefedett térség – hazánk nem tartozik ide – ahová vevőkészüléket is küldenek az üzemeltetésért. A szándék érthető: minél nagyobb biztonsággal, több forrásból származó, megerősített adatot szolgáltatni – a „fizető” vásárlóknak.

Az 1. ábrán egy amatőr FlightAware vevő és a hazai radarok hatótávolsága összehasonlítható. A mérleg serpenyői – bár a végeredmény tekintetében hasonló a cél – eltérő játékszabályok mentén telnek meg. A körülmények és a befektetett energia nagyon különböznek és nem azonos az értékrend.



1. ábra Egy amatőr ADS-B vevőállomás és a három légiforgalmi felderítő radar által lefedett tér [3]

A primer radarok visszavert jeleket érzékelnek – a nagynyereségű antenna 8 másodpercenként tesz egy fordulatot. A szekunder radar antenna együtt forog a primerrel, „rákérdez” a primer által felderített objektumra és annak válaszadását veszi. A szekunder radar – mint az ADS-B vevője – nagyteljesítményű (120–200 W) aktív adást vesz, ezért kedvezőbb helyzetben van. Ugyanakkor a primer radar előtt nem lehet/nehéz elbújni, míg a szekunder – és az ADS-B – csak azt látja, aki „együttműködő”, azaz kisugároz azonosítható jeleket. Egyes repülőtereken – mint LHBP-n – a földi kiszolgáló járművekre is telepítenek ADS-B adót – fokozva ezzel a guruló utak biztonságát.

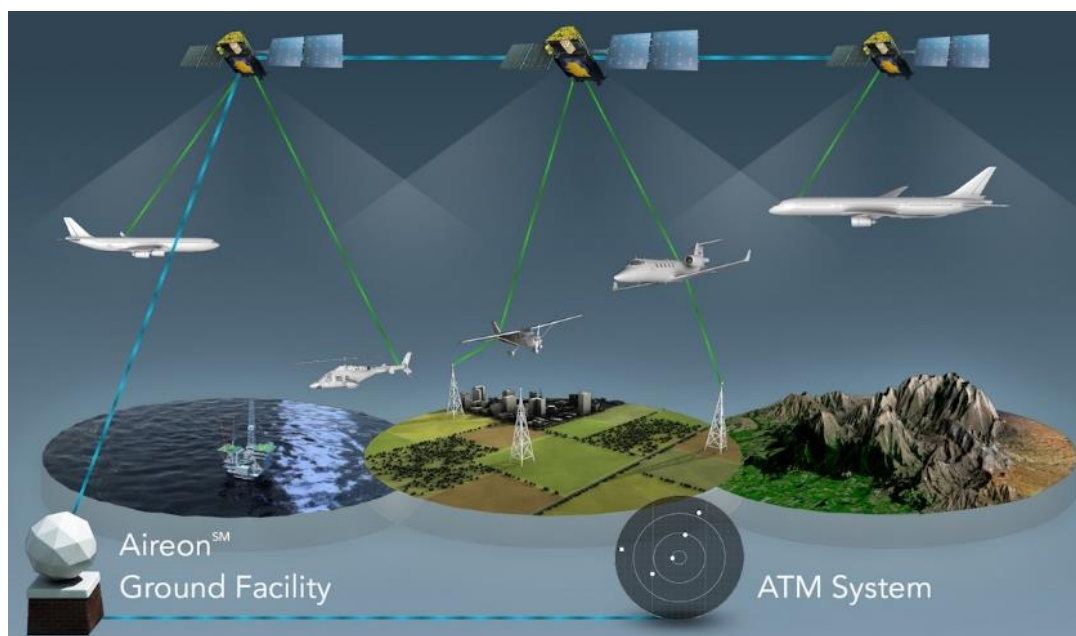
A 2005-ben alapított FlightAware (Houston, Texas, USA) [4] mára 10 000 légiforgalmi szolgáltatót, 12 000 000 utast lát el információkkal – 55 országban működő földi és 175 országot műholdas összeköttetéssel lefedő ADS-B információkkal. A FlightAware-nek adatokat szolgáltatók késleltetés és szűrés nélkül láthatják a felderítésük eredményeit, statisztikákat - a társak tevékenységéről is. A nyilvánosan elérhető felületeken már nem minden jelenik meg – például hiányoznak a katonai repülések, vagy azok, amelyeket a tulajdonosok nem engedélyeztek. A FlightAware szakmai támogatás nyújt a közreműködőknek – a PiAware otthoni építésű vevőállomás megalkotásához részletes útmutató, letölthető program áll rendelkezésre. A légiforgalmi útvonalaktól távoli területeken élő szerencsésebbek (!?) a lefedettség biztosítására ingyenes vevőkészüléket is igényelhetnek.

A Flightradar24 [5] a másik népszerű honlap a légiforgalom iránt érdeklődők között – nemcsak Európában. A 2006-ban alapított stockholmi székhelyű cég adatszolgáltatóinak száma több

mint 20 000 – a honlap szerint. A napi „forgalmuk” 150 000 repülőjárat, amit több mint 2 millióan tekintenek meg. Az Airbus, Boeing, Embraer és a nagy légitársaságok is a felhasználók között szerepelnek. Aki vállalkozik vevőberendezés üzemeltetésére – Magyarországon közel százan – annak hozzáférést adnak az évi 500 \$ összegért elérhető „Business” szolgáltatásokhoz.

Az ADS-B adások vétele egyre népszerűbb a rádióamatőrök, repüléstechnika és légiforgalom iránt érdeklődők között. Számos nonprofit szerveződés található a „nagyok” árnyékában – amelyek nem kisebb szakmai értékeket közvetítenek a résztvevők számára. Ebbe a kategóriába tartozik az RTL1090, PlanePlotter és bizonyos szempontból az ADS-B Exchange is. Az utóbbi nem zárja ki adatbázisa üzleti felhasználású értékesítését és aki a FlightAware -nek dolgozik az ADS-B Exchange-nek is elküldheti ugyanazokat az adatokat.

Az ADS-B vevőhálózatok már (többé-kevésbé) lefedik a légi járatok útvonalainak szárazföld fölötti részét, azonban az óceán fölött repülő gépeket (ugyanúgy, mint a radarok) csak 3–400 km-ig tudják követni. Az igazi áttörést a 2019-re teljesen elkészült AIREON [6] rendszerbe állítása jelenti, mely az ADS-B adások műholdakon telepített vevőivel gyakorlatilag 100%-os lefedettséget biztosít a Föld-körüli légtérben. Az alacsony pályán (780 km) keringő 66 Iridium NEXT műhold olyan tengerek-, hegyes-dombos vidékek feletti repülések ADS-B adásait is venni tudja, melyek a földi telepítésű vevőkkel nem voltak elérhetőek.



2 ábra Az Aireon szolgáltatásai – „felteszik az i-re a pontot” [7]

Az AIREON tekintélyes közreműködő/támogató/vásárló környezettel (Nav Canada, UK NATS, ENAV, IAA, Naviair, Isavia, CAAS of Singapore, ATNS of South Africa, DC-ANSP, ASECNA, Seychelles) vághat neki a következő nagy kihívás – a világméretű szolgáltatás felé vezető útnak.

Az ADS-B rendszer a radarokkal összemérhető hatótávolságot biztosít – ugyanakkor korlátot is jelent a teljesítményigénye miatt a vitorlázó, siklórepülő, drón osztály számára. A továbbiakban azokat a lehetőségeket vesszük sorra, amelyek az egyre növekvő kisgépes forgalomban is használhatók.

A drón-üzemeltetők is kénytelenek lesznek „világítani” valamilyen módon, hogy – méreteik, sebességük, manőverező képességük miatt – a VFR repülésből kizárt státuszukon változtassanak. Jelenleg az elkülönítés az egyetlen megoldás – ennek csak eseti légtérrel lehet megfelelni. A FLARM, OGN-TRACKER alapú követés mellett még van „tartalék” az IT tárházában arra, hogy a drónok tovább közeledjenek integráció feltételeihez [14].

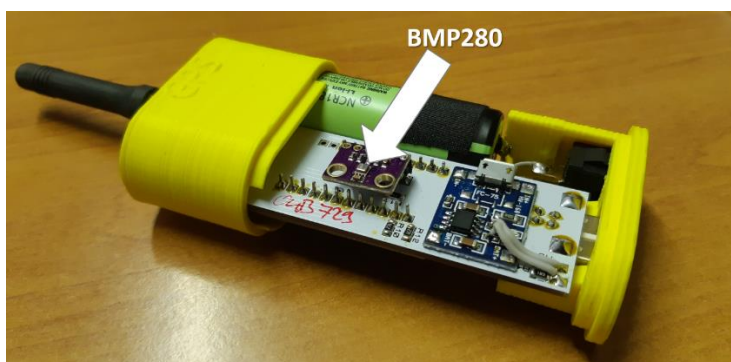
„LÉGBŐL KAPOTT” METEOROLÓGIA

Eddig a meteorológiai érzékelők jelentős része a földi telepítésű meteorológiai állomásokon működött, a légtér meteorológiai szondázására csak korlátozott helyen, időben, magasságon nyílt lehetőség.

A szél, hőmérséklet, nyomás, páratartalom, ózontartalom, széndioxid tartalom mérésére szolgáló szenzorok és a rögzítést/lesugárzást biztosító elektronika napjainkra méretben és teljesítményfelvételben is olyan mértékben lecsökkent, hogy UAV-k fedélzetére telepítve is működtethetők. A távirányított eszközök széles skáláját lehet hordozóként alkalmazni – az aktuális feladatnak megfelelően.

A NKE „VOLARE” GINOP pályázatának „UAS-ENVIRON” csoportja a repülésbiztonság egyik alapvető tényezője az időjárás és annak változása témában folytat innovatív, kutatásokat. Felhasználva az ezirányú hazai és nemzetközi K+F eredményeket az eddig „fehér foltnak” számító légi érzékelés területén kívánunk új eredményeket felmutatni. A mérések során 3 m feszítávú elektromos meghajtású merevszárnyú repülőgépet és multirotoros helikoptereket használunk. A szenzorok funkcionális működésének – ugyanakkor megfelelő védelmének – biztosítása jelenti a legnagyobb kihívást.

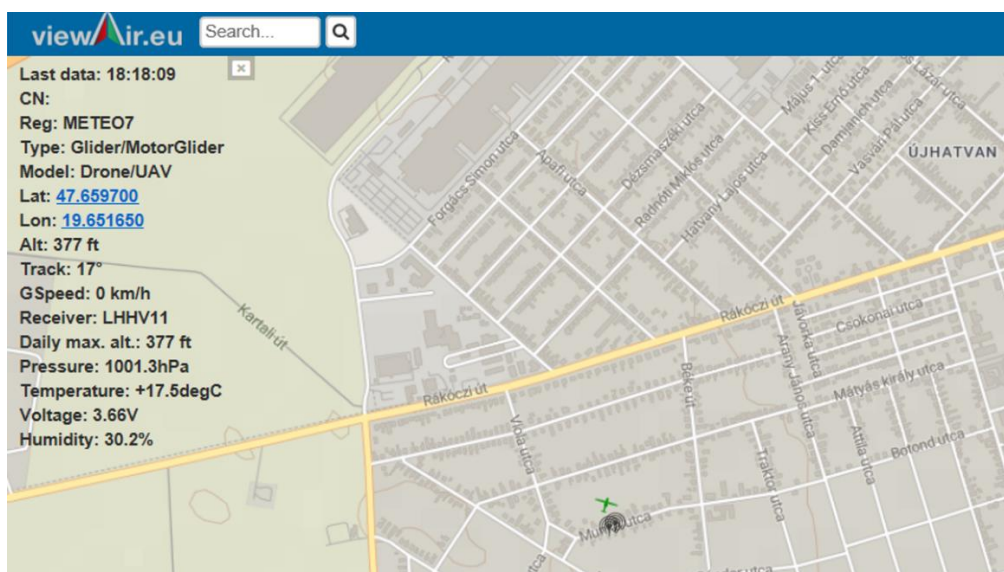
Az OGN-TRACKER-ek is használhatók meteorológiai adatok gyűjtésére és alkalmasak BMP280 (hőmérséklet, nyomás) illetve BME280 (hőmérséklet, nyomás, páratartalom) mérésére szolgáló szenzor adatainak lesugárzására. Az OGN rendszer széles felhasználói köre – motoros, vitorlázó, sárkányrepülők, siklóernyősök, drónok – szenzorhordozókká lépnek elő.



4 ábra BMP280 (hőmérséklet, nyomás) szenzor az OGN-TRACKER-ben [15]

Az útvonalukról lesugárzott meteorológiai adatok WRF rendszerbe asszimilálhatók – az éppen ide tartók számára közölhetők. A frekvenciált légtérekben gyűjtött friss légköri információk – például nyári, viharos, csapadékos időben – jelentős segítséget nyújthatnak a levegőben tartózkodóknak és az irányító/tájékoztató szolgálatoknak.

Az adatok feldolgozása, megjelenítése és közzététele a következő nagy feladat, melynek kivételben széleskörű ismeretekkel rendelkező IT szakemberek vesznek részt – a NKE munkacsoport koordinálásával. Ennek egyik példája a PEVIKTERA – NAUBIT összefogással készült „ViewAir” [16] felület, amely a drónok fedélzetén működő meteorológiai szenzorok adatait is megjeleníti.



5 ábra A METEO7 drón fedélzetén működő szenzorok adatai [17]

Az adatok az OGN hálózathoz tartoznak – így bárki számára elérhetőek. A saját feltöltésűek természetesen „primer” formában is rendelkezésre állnak. Az OGN hálózat meteorológiai adatforrásként való felhasználása – bár az alapítók ezzel feltehetően számoltak – nem egyszerű feladat és ezért az UAS-ENVIRON munkacsoportjának egyik új kutatási iránya az adatfúzió megoldása mellett az adat-disztribúció lehetőségeinek felmérése lesz.

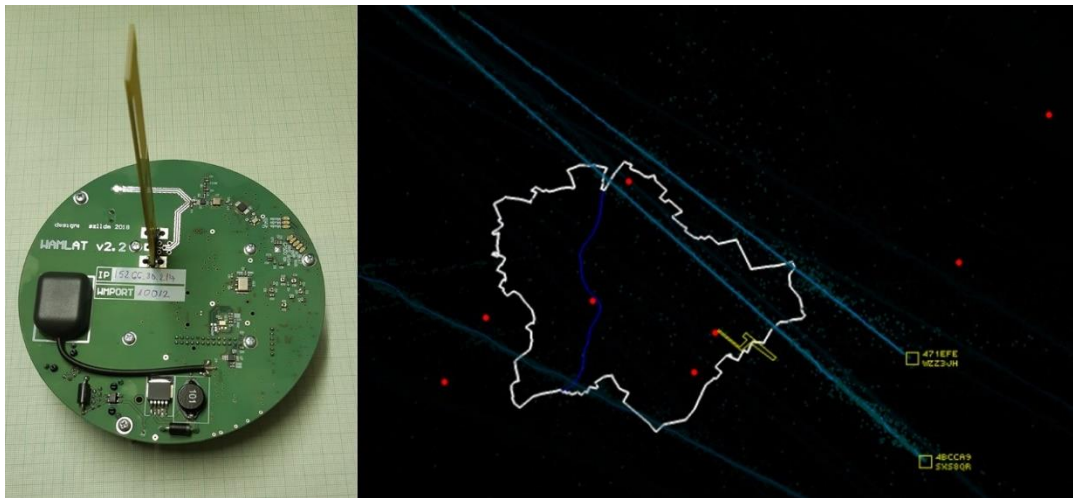
INFORMÁCIÓSZERZÉS – MULTILATERÁLISAN

Az ADS-B adások „névjegyei” megkönnyítik az azonosítást, ugyanakkor felvetik a hamisított helyzet-információk létrehozásának lehetőségét. Ha valaki (tréfából/rossz szándékkal) szimulál egy hamis pozícióadattal rendelkező légitörvényt és azt kisugározza – nyilvánvalóan nem a megadott koordinátájú helyről – akkor ez a széttelepített vevőállomásokon az időkésleltetésekkel azonnal kiderül. A multilaterális – több vevő szinkron idejű működtetéséből származó – adatfeldolgozás egyik feladata tehát az ADS-B környezetben az imitált jelek kiszűrése lehet.

A másik, nagyon értékes szolgáltatás az S-módú transzponderek adásának helymeghatározása. Ez hasonló feladat, mint az ADS-B validálása – csak itt nem áll rendelkezésre a jelcsomagban a (GPS-, GNSS forrású) helyzet-adat, amivel össze lehetne hasonlítani. Az ADS-B népszerű megjelenítő felületein (FlightAware, FlightRadar24, ADS-B Exchange) is látható azon repülőgépek jele, amelyek nem működik ADS-B adó, viszont az S-módú transzponderük alapján követhetőek.

Azt, hogy a rendszer működőképes, a BMGE Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék (HVT) Mikrohullámú Távérzékelés Laboratóriuma (MTL) 2012-óta folyó WAMLAT kutató-

sainak eredményei igazolják [18]. A jelenleg folyó kísérletekben – egy állomás üzemeltetésével – a szerző is részt vesz. A cél a lefedettség és az érzékelési tartomány kiterjesztése – az utóbbi az OGN (868 MHz) frekvenciatartomány irányába.



6 ábra Egy WAMLAT vevőállomás és két repülőgép útvonala - multilaterális mérés eredményeként [19]

A multilaterális mérések kulcsfontosságú feltétele a közös időalap, melynek (műholdas időszinkron, vagy Ethernet hálózat) biztosításával a rendszer minden eleme azonos „időszámítási zónába” kerül.

A multilaterális vevőhálózat használható visszavert jelek helymeghatározására is. Az energiaforrás egy rádióadó (lehet akár egy műsorszóró is) amely valamilyen objektumról (légijármű, felhő) visszaverődött rádióhullámait több széttelepült vevőállomás érzékeli. Az állomások időkésleltetéseit egy központi szerver a besugárzást végrehajtó adó jeléhez hasonlítja – ez alapján a visszaverő felület koordinátája kiszámítható.

Nagyon előremutató fejlesztésről adott hírt a HungaroControl.[20] Az alapgondolat, hogy multilaterális eljárással meghatározható a GSM hálózatban működő telefonok térbeli helyzete már ismert.[21] A mérést a cella kiszolgáló állomások végzik, amelyet – a tulajdonos hozzájárulásával – nyilvánosságra hozhatnak. A helyzetinformációk felhasználhatók azon járművek követésére – amelyen a telefon használója utazik. A földfelszíni járművek három, a levegőben közlekedők négy cella adatai alapján követhetőek. A rendszer pilóta nélküli légijárműveknél is alkalmazható – itt telefon helyett elegendő a mobil-internet stick.

A GPS/GNSS alapú navigáció zavarhatóságát kiküszöbölő rendszer a légiforgalom számára új dimenziót nyithat: szükségtelenné válik a transzponder, hiszen a SIM kártya egyértelmű azonosítóval rendelkezik; a légiforgalom irányítás számára eddig „láthatatlan” légijárművek (vitorlázó, UL., siklóernyős, sárkányrepülő, drón) is megjelennek az információs rendszerben. A kétoldalú adatkapcsolatot kihasználva a földi irányítás is tud forgalmi, időjárás, statikus és dinamikus légtér és NOTAM információkat a fedélzetre küldeni. A nem túl távoli jövőben tehát előfordulhat, hogy nem kell jelentenünk a helyzetünket, hanem azt éppen a tájékoztató hozza majd tudomásunkra. Bár ez technikailag akár már ma lehetséges, még számos jogi, műszaki, infrastrukturális feladatot kell megoldani a rendszeresítésig.

ÖSSZEGZÉS

A polgári repülésben a radarkorszak a végéhez közeledik – amint ezt a cikkben felsorolt műszaki megoldások alapján látni lehet. A helyzetinformációk már más (radar szempontból másodlagos) forrásokból is megszerezhetők, amelyek elterjedésével a sűrűsödő légiforgalom igényei jobban kielégíthetők. A másodlagos információforrások emellett számos kiegészítő adattal is szolgálhatnak – amely egy radarimpulzus „egyszerű” visszavert jeléből nem várható. Ilyen adat a repülésben rendkívül fontos légköri meteorológia, melynek adatait az új hordozók az adott térből szerzett információkkal tudják naprakészen szolgáltatni.

Az UAS rendszerek biztonságának növelését, annak irányítói és alkalmazói szegmensét támogató egyetemi kutatások sikeresen kapcsolódnak az egyetemes légiközlekedés-biztonság nagyléptékű feladataihoz – a VOLARE program célkitűzésének megfelelően.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Automatic dependent surveillance – broadcast url: https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_dependent_surveillance_-_broadcast
- [2] ADS-B Introduction url: https://www.icao.int/APAC/Mee-tings/2012_SEA_BOB_ADSB_WG8/SP01_AUS%20-%20ADS-B%20Basics.pdf
- [3] Szerző saját felvétele – baloldali ábra. AIRAC AIP AMDT 003/2019 ENR 1.6-4 url: <https://ais.hungarocntrl.hu/aip/2019-04-25/> - jobb oldali ábra.
- [4] About FlightAware url: <https://flightaware.com/about/>
- [5] Flightradar24 url: <https://www.flightradar24.com/about>
- [6] SPACE-BASED ADS-B MAKING GLOBAL AIR TRAFFIC SURVEILLANCE A POWERFUL REALITY. url: <https://aireon.com/>
- [7] NATS Takes \$69 Million Stake in Aireon url: <https://www.ainonline.com/aviation-news/air-transport/2018-05-16/nats-takes-69-million-stake-aireon>
- [8] A KIS HATÓTÁVOLSÁGÚ ESZKÖZÖK (SRD-k) FELHASZNÁLÁSÁRÓL url: http://nmhh.hu/dokumentum/319/kis_hatotavolsagu_eszkozok_srdk.pdf
- [9] PowerFLARM url: <https://flarm.com/products/powerflarm/>
- [10] Open Glider Network url: <http://wiki.glidernet.org/>
- [11] Cheap Do-It-Yourself OGN tracker url: <http://wiki.glidernet.org/ogn-tracker-diy>
- [12] Szerző saját felvétele
- [13] Peviktera Consulting Kft url: <https://www.peviktera.hu/index.php/hu/>
- [14] Áttörés a pilóta nélküli légi járművek helymeghatározásában url: <https://www.netbriefing.hu/HU/mydronespace.html>
- [15] Szerző saját felvétele
- [16] ViewAir url: <https://viewair.eu/>
- [17] Szerző saját felvétele
- [18] Multilateráció a gyakorlatban – WAMLAT pilotrendszer url: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2013_cikkek/2013-2-53-Szullo_Adam.pdf
- [19] Szerző saját felvétele
- [20] Blazsovszky György: NetBriefing és MyDroneSpace url: <https://www.youtube.com/watch?v=RD0gq0Ahngc&t=944s>
- [21] Mobile phone tracking url: https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_phone_tracking

SECONDARY INFORMATION SOURCES IN AIRSPACE

Airspace traffic and saturation are growing, putting ever greater challenges on its participants. Tracking the position and movement of civil and military aircraft is "classically" based on primary data measured by radars - and is not expected to change in military aviation. At the same time, civil aviation systems can also be used for self-reporting systems that can provide information in the absence of radar coverage. Participants in public, small and large-scale drone flying are sharing their GNSS-based data with airspace users and can greatly contribute to increased security with ground control. These are presented in the article, supplemented by the experience gained during the university research and development.

Keywords: Airspace, Information, GNSS, ADS-B, FLARM, OGN

Dr. Makkay Imre, CSc
nyugalmazott egyetemi tanár
drmi48@gmail.com
orcid.org/0000-0003-3513-1310

Dr. Makkay, Imre CSc
professor emeritus
drmi48@gmail.com
orcid.org/0000-0003-3513-1310

A GINOP 2.3.2-15-2016-00007 „A légitörlekedés-biztonsághoz kapcsolódó interdiszciplináris tudományos potenciál növelése és integrálása a nemzetközi kutatás-fejlesztési hálózatba a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen – VOLARE” című projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

A kutatás a fenti projekt „UAS ENVIRON” nevű kiemelt kutatási területén valósult meg.



<http://journals.uni-nke.hu/index.php/reptudkoz/article/view/266/38>