

Bódi Antal, Szabó Tivadar, Wühl Tibor

DRÓNOK KÖVETÉSE KÖZHITELES MÓDON

Napjainkban a pilóta nélküli repülő eszközök és azok használata rohamos módon elszaporodott. A továbbiakban újabb robbanásszerű növekedés várható az új eszközök megjelenésében és az azokat használók terén. Mint minden technikai vívmány, így a pilóta nélkül közlekedő légi járművek is sok jó célra felhasználhatók, de akár rossz kezekbe is kerülhet, ugyanakkor egy figyelmetlen felhasználó is számos gondot, akár súlyos balesetet okozhat. Jelenleg a drónok felhasználásának és használhatóságának körülményei, az ezzel kapcsolatos jogszabályi háttér még hiányosak illetve kialakítás alatt vannak. Nagy előrelépést jelentene, ha a pilóta nélküli légi jármű felelős felhasználója egyértelműen azonosítható lenne, valamint az általa felügyelt eszköz nyomkövetése közhiteles módon történne. Erre minden technikai feltétel elvileg rendelkezésre áll.

Kulcsszavak: UAV, drón, követés, repülésbiztonság, közhitelesség, ellenőrizhetőség

BEVEZETÉS

Napjainkban egyre fontosabb kérdésként merül fel, ha egy autonóm módon mozgó eszköz „hibázik” és kárt okoz, akkor a kár okozásáért ki a felelős. Az UAV-k elterjedése és felhasználása egyre szélesebb körű [1]. Az ember vezette, ultrakönnyű kategória méret alatti UAV-k egyre alacsonyabb áron elérhetőek. Ezen eszközök hobby célból is használhatók, de akár egy profitorientált vállalkozás is használhatja azt. Az UAV-k közcélú- és katonai felhasználásáról is egyre több szó esik, ha a határvédelemre, erdőtüz felderítésre, árvízvédelemre, vadgazdálkodásra, katasztrófavédelemre, terrorizmus elleni harcra [2] stb. gondolunk. Az UAV-k közcélú feladatokra történő rendszerbe állítását nagymértékben akadályozza és hátráltatja a jogszabályi hiányosság és szabályozatlanság, ugyanakkor a hobby szintű felhasználásnak teret ad. A felelőtlenül használt UAV-k potenciális veszélyt jelentenek a vagyontárgyakra és veszélyeztethetik az ember életét is (például tömegrendezvényeket vagy sporteseményeket közvetítő drónok). Az autonóm módon küldetést végrehajtó drón esetében is elvárt, hogy az ilyen eszköz által okozott kár emberi felelősséghez köthető legyen.

A kontrollálatlanul a levegőben „kószáló” drónok akár az ember által vezetett repülőkre is közvetlen veszélyt jelenthetnek, illetve egyéb biztonsági kockázatok forrásai is lehetnek. Szélsőséges esetben szabálysértésen túl komolyabb bűncselekmények elkövetésére is fel lehet őket használni.

A KVANTITATÍV ITS

Fontos és jövőbe mutató kihívásokat rejtenek az intelligens közlekedési rendszerek kialakulása. Az ITS (Intelligens Közlekedési Rendszer) alatt értjük a közlekedésben alkalmazott infokommunikációs technológiák alkotta egységes rendszert, amelyek segítségével optimalizálhatók a közlekedési módok, javítható a költséghatékonyság, csökkenthető a környezeti terhelés, javítható a közlekedés biztonsága, informáltsága és komfortja mind társadalmi, mind egyéni

szempontból¹. A közúti² közlekedési rendszer kívánatosnak elképzelt jövőbeli állapotát, a jövő harmonizált alkalmazásait az alábbi átfogó „ITS vízió”³ mutatja be az alábbiak szerint:

„A fenntartható közlekedési rendszer lehetővé teszi az európai közúti személy- és áruforgalomban részt vevők számára a:

- biztonságos (balesetmentesség),
- hatékony (késések elkerülése) és
- tiszta (környezetbarát) utazást.

A felhasználókat mindenhol és mindenkor segítik az összehangolt és akadálymentes ITS szolgáltatások az utazás valamennyi fázisában (utazás előtt, utazás közben).”

A fenti „ITS vízió” elemei:

- a „jól informált utas” (utazási információs szolgáltatások) víziója,
- a „jól üzemeltetett úthálózat” (forgalmi menedzsment rendszerek) víziója,
- a „hatékony és biztonságos áruszállítás”, valamint
- a „kapcsolódó kiváló minőségű infokommunikációs infrastruktúra” víziója.

Az „ITS vízió” alapját adja a közlekedésben résztvevő eszközök menetadatai és azok kölcsönhatása, illetve a közlekedési eszközöket vezető (objektív felelősség elve alapján az üzembentartók) tudatába beépülő várakozás és ennek következtében a közlekedési szabályok betartása/ betartatása. A tachográfok⁴ már több flottába szervezett járművön belüli közlekedésbiztonságot támogató, kötelezően használandó megfigyelő rendszerként már napjainkban is elterjedtek. Az ITS kvantitatív alapját jelentheti, ha a tachográfokhoz hasonló kötelezően működtetett egyéni megfigyelő rendszerként kerülne egységesítése minden járműben úgy, hogy közben a személyes adatok⁵ védelme is teljesülne.

A cél, egy online smart mobilitás rendszer teljes körű megvalósulása, amely során a vezetési tevékenység releváns menetadatai egy fedélzeti eszközben és/vagy informatikai felhőben, utólag megmásíthatatlan módon kerül naplózásra és tárolásra.

A jármű periodikus időközönként tájékoztatja környezetében levő járműveket a saját egyedi azonosítójáról (ID-jéről) – ami például megegyezhet a rendszámmal –, a GPS/GNNS pozíciójáról valamint a pillanatnyi sebességéről a CAM⁶ üzenetekhez hasonlóan.

¹ Az intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások (Intelligent Transport systems and Services, ITS) feladata az információs technológiák integrálásával a közlekedési rendszerek hatékonyságának - kapacitás-kiaknázás, energiahatékonyság, közlekedésbiztonság és védelem – növelése (Van De Ven, T. -Long, J. -Wedlock, M. [2013]: ITS ACTION PLAN. Free Road Safety Traffic Information, (January). Retrieved from http://ec.europa.eu/transport/themes/its/studies/its_en.htm). A cikkben szereplő definíció újraértelmezése alapján megfogalmazott új definíció.

² A közútra korlátozott vízió helyett kisebb módosításokkal minden közlekedési módra értelmezhető, kiterjeszhető.

³ Európai tendenciák és együttműködés az ITS rendszerek területén – hazai eredmények és kihívások
Szerző(k) Dr.-habil. Lindenbach Ágnes <http://utugyilapok.hu/cikkek/europai-tendenciak-es-egyuttmukodes-az-its-rendszerek-teruleten-hazai-eredmenyek-es-kihivasok/>

⁴ A közlekedésbiztonságot javító intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások fejlődési lehetőségeinek, stratégiai célkitűzéseinek meghatározása Szerző(k) Dr. Török Árpád
http://epa.oszk.hu/02300/02390/00007/pdf/EPA02390_utugyi_lapok_2016_7_04.pdf

⁵ AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS (EU) 2016/679 RENDELETE (2016. április 27.) a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről (általános adatvédelmi rendelet)

⁶ Cooperative Awareness Message – CAM

További externáliaként az útmenti mérőpontok⁷ folyamatosan gyűjthetnek adatokat az elhaladó járművekről és ezzel az automatikus ellenőrzésen túl a közlekedés dinamikájáról is teljeskörű valós idejű mérésen alapuló dinamikus képet lehetne kapni.

Ez a rendszer balesetek esetén „feketedoboz” funkciót láthat el, mivel rögzíti a saját és a környezetében levő járművek menetadatait, speciális körülmények között pedig alkalmas lehet a védelmi kockázatot jelentő közúthasználók nyomon követésére.

Ezek adják azt a többletet, amivel a vezetők részéről a közlekedési szabályok betartása kikényszeríthető, valamint akár az olyan esetekben is egyértelműsíthetők a felelősségi viszonyok, amikor a balesetet nem gyorsajtás, hanem pl. a lassúhajtás okozza.

A fedélzeti smart eszköz társítható a tulajdonos-felhasználó okostelefonjával, így folyamatos távfelügyeletként is használható.

Maga a rendszer az e-CALL rendszertől függetlenül kerülne kialakításra. Az e-CALL rendszer vész helyzetben kerül csak alapvetően felhasználásra, illetve ennek beépülése a járműparkban már EU szinten eldöntésre kerül. A járműadatok rögzítésére és felhasználásra még nincs egységesen elfogadott elképzelés, Magyarországon lehetne egy országos pilotot indítani, amihez fel lehetne használni az e-SZIG kialakításakor gyűjtött tapasztalatokat, feltérképezni azokat az érdekcsoportokat, akiknek érdeke lehetne egy ilyen rendszer kialakítása.

A drónok veszélyeztethetik a földi közlekedést is, így a kvantitatív ITS elképzeléseket ennek megfelelően tovább kell gondolni.

DRÓN, MELY ELŐTT PIROS ZÁSZLÓS EMBER FUT?

A légtérben „kószáló” drónok problémájára igen hamar megoldást kell találni. A közlekedés történetében számos átmeneti megoldásra láthattunk példát, melyet manapság már megmosolygunk. Londonban, 1865-től 1896-ig érvényben volt a „vörös zászló törvénye”, melyet a világ első közúti szabályának tekinthetünk, miszerint a gőzgépjárművek előtt 50 méterrel nappal egy vörös zászlót lengető embernek kellett haladni, este pedig vörös lámpával kellett felvezetni egy személynek a gőzautót.

A szabályozásnak, ami majd 31 évig hatályos volt, nyilván az volt a célja, hogy a gőzhajtású eszköz jól látható és nyomon követhető legyen, illetve esetleges baleset esetén így az emberi felelősség is megállapítható. A drónok esetében is cél, hogy az „látható” legyen és minden eszközhöz egyértelműen egy emberi felelős személy legyen rendelhető. Nyilván senki sem várja el napjainkban a piros zászlós ember jelenlétét a drónok esetében, szerencsére napjaink technológiai fejlettsége és a közlekedési tapasztalatok alapján egészen más megoldásokkal is elérhetjük ezt a célt.

A cél tehát az, hogy az UAV-k egyértelműen azonosíthatók legyenek, minden UAV-hez humán felelős legyen rendelhető, és jól „látszódjanak” a légtérben, miközben a küldetést teljesítik.

⁷ <http://computerworld.hu/computerworld/infoter-2016-deutsch-szerint-brusszel-idiota-dontest-hozott.html>

KÖZHITELES MÓDON LÁTSZANI

Ahhoz, hogy egy drón jól beazonosítható legyen, egyedi azonosítóval kell rendelkezzen. Egy járművet a többitől egyértelműen megkülönböztető egyedi azonosító a közlekedési eszközök esetében már megszokott (rendszám, lajstromszám). Jelen esetben nem közlekedési eszközről beszélünk, mivel kisméretű UAV-k ember szállítására nem alkalmas, hanem egy távirányított eszközről, vagy autonóm működésű robotról. Ez esetben az eszköz beazonosításán túl, annak felügyeletét ellátó személyt is be kell azonosítani. A megfogalmazott cél elérése érdekében az UAV-nek egy intelligens azonosítóval kell rendelkeznie, mely jól érzékelhető és így „látható” a légteret használó többi résztvevő számára is. A „láthatóság” technikai megoldása az lehet, hogy a légteret használó drón meghatározott időközönként kisugározza az azonosítóját és az aktuális koordinátáit. Ennek módjáról, formátumáról és tartalmáról jogszabálynak kell rendelkeznie. A kisugárzott és rögzített tartalomnak utólag megmásíthatatlannak és hamisíthatatlannak kell lennie.

A fent, röviden vázolt elgondolás úgy valósulhat meg, ha a drón, illetve az azt felügyelő humán felügyelő, vagy irányító a repülés megkezdése előtt egy rendszerbe regisztrál, mintegy megkéri a „felszállási engedélyt”. Sikeres regisztrációt követően a drón a saját koordinátáit a küldetés ideje alatt folyamatosan (meghatározott időközönként) küldi fel egy rádiós csatornán a nyilvántartó rendszernek. A nyilvántartó rendszer a felküldött adatok hitelességét ellenőrzi és eltárolja, illetve egy dedikált csatornán egy adott koordináta környezetében a többi „közeli” szereplő számára hozzáférhetővé teszi azokat.

Egy ilyen rendszer tehát kettő alap komponensből épül fel:

- égi szegmens (drón által cipelt azonosító és kommunikációs egység);
- földi szegmens (beregisztrált drónok által küldött adatok tárolása és valós idejű közzététele, a befutott trajektória szükség szerinti tanúsítása).

RENDSZERMODELL

A rendszermodellünk felállítása során törekedtünk a technikai megoldásoktól és platformoktól való függetlenséget megőrizni. Az első alfejezeti pontban az „égi szegmens” funkcióit foglaltuk össze, a második alfejezetben pedig a „földi szegmessel” kapcsolatos elvárásokat adtuk meg.

Égi szegmens

Az „égi szegmenseket” megtestesítő eszköz, valójában egy nyomkövető, egy jeladó és adatrögzítő egyben, melynek a speciális felhasználás miatt speciális elvárásoknak kell megfelelniük. A nyomkövetőt tipikusan néhány kilógramm felszálló tömegű UAV-nek kell szállítania a küldetése teljesítése közben, ezért a nyomkövetőnek a tömegét jogszabályi szinten maximalizálni, illetve optimalizálni kell. A maximalizált tömeg lehetőségét biztosít figyelembe venni azt az UAV tervezésénél, illetve a hasznos teher elhelyezésénél.

További speciális elvárások:

- mérje megfelelő időpillanatonként a GPS/GNNS koordinátákat és az időt;
- tárolja a megmásíthatatlan kumulált repülési időt és repülési távot;
- a mérési adatokat – a saját trajektóriát titkosítva, időbélyeggel ellátva letárolja;

- képes saját jeladásra, amely az egyedi lajstromszámot, mint egyedi ID-t folyamatosan szórja a külvilág felé is vészhelyzet esetén;
- veszi a közeli eszközökről érkező jeleket és azt betárolja (fekete doboz funkció);
- fekete doboz szolgáltatás központi titkosított csatornán történő kiolvasását lehetővé teszi a szerveroldali alkalmazásnak a megfelelő jogosultság esetén és megfelelő hálózati kapcsolat esetén;
- BALE chipben tárolja a privát kulcsát;
- összerendelésre kerül a repülő eszköz egyedi lajstromszámával;
- egyedi azonosító;
- eIDAS, GDPR megfelelésség;
- Common Criteria minimum EAL 4+

Földi szegmens

A „földi szegmens” egy kvázi valós időben adatokat fogadó és közvetítő rendszer, ami telekommunikációs tekintetben nyilvános hálózathoz kapcsolódik. A kommunikáció célszerűen titkosított csatornán történik. Kommunikációra (koordináta adatok feltöltése és a közeli eszközök koordináta adatainak letöltése) a beregisztrált eszközöknek van jogosultsága. Elgondolkoztató lehet egy nyilvános kommunikációs csatorna, melyen a küldetést teljesítő drónok adatai érhetőek el folyamatosan, és a drónok aktuális helyzete egy térképre vetített formában web-es böngészővel megtekinthető, ugyan úgy mint például a „flightradar”⁸ esetében.



1. ábra Flightradar képernyő mentés

További speciális elvárások:

- egyedi szenzor rendelkezés;
- lajstromszám kiadás és nyilvántartás;
- repülési engedély kiadása;
- repülési korlátozások kijelölési lehetősége;
- a repülésért felelős eSZIG-jén levő eID-val NFC-n keresztül felelősségi hozzárendelés;
- kapcsolat az eID szerver és a KAÜ felé;

⁸ A www.flightradar.hu címen elérhető online repülőgép-követő alkalmazás.

- mérési frekvencia egyedi meghatározása;
- start és cél koordináták és a közben lerepült trajektória időbélyeggel együttes egyedi központi tanúsítása;
- adatarchiválás;
- eIDAS, GDPR megfelelésség;
- Common Criteria minimum EAL 4+;
- deanonimizált adatok előállítása és a trajektóriák ábrázolása;
- az aktív repülés engedélyezettség állapotának szolgáltatása;
- közhiteles adatszolgáltatás rögzített trajektóriából illetve fekete dobozból;
- területi kereshetőség.

RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ TECHNOLÓGIÁK ÉS AZOK ALKALMAZHATÓSÁGA

Az előző fejezetekben a cél a közhiteles drónkövető rendszer egyedi funkcióspecifikációját kívántuk megadni a technikai megvalósításoktól független módon. Ebben a fejezetben áttekintjük a rendelkezésre álló technikákat és technológiákat, melyek alkalmasak lehetnek a megfogalmazott célok elérésében.

Drón koordinátáinak meghatározása, navigációs rendszerek

A drón koordinátáinak meghatározására több műholdas navigációs rendszer is rendelkezésre áll. A GPS és Glonas rendszer kiszolgáltatottságot jelent, a Galileo pedig még nem készült el. A navigációs vevő (GPS, Glonas vagy Galileo) által meghatározott koordináták sok esetben bizonytalanságot, mérési pontatlanságot mutatnak, az egyes számított eredmények hibával terheltek [3]. A hiba okai a következők lehetnek:

- több utas jel terjedés a vevő bemenetére;
- órapontatlanságok;
- jel terjedési sebességének időjárás függése (8–12 km magasságban a terjedési sebesség változhat az időjárástól például páratartalom, hőmérséklet);

Rádió hullámok terjedési sebességének változása, inhomogenitása az Ionoszférában. Az Ionoszféra futásidő torzítása viszonylag állandó, ezért a korrekciós számításokkal viszonylag jól kiküszöbölhető. A fenti vételi problémák közül talán a legnehezebben a Troposzféra, mint időjárásfüggő torzítás jelentkezik. Az időjárásfüggő hiba nehezen korrigálható, gyakran az erősen felhős időben teljes, vagy részleges vétel kiesés is előfordulhat.

A fix, ismert koordinátájú pontba telepített vevő és az általa detektált pozícióból számított aktuális hiba meghatározható, így korrekciós adat nyerhető. A korrekciós adatok UAV fedélzetre küldésének akkor van jelentősége, ha a fix telepítésű navigációs vevő és az UAV közti távolság nem számottevő, vagyis mindkét vevő ugyanazon közegen keresztül „látja” a műholdakat.

Égi szegmens és földi szegmens kapcsolata

Az égi- és a földi szegmens között, nagy megbízhatóságú rádiós összeköttetést kell használni. Figyelembe kell venni azt, hogy az UAV fedélzetén rendelkezésre álló energia véges, ezért az

égi szegmens kommunikációs egységének alacsony teljesítmény igényű kialakítása fontos kritérium. Kommunikációra a földi mobil hálózatok (PLMN) is alkalmazhatók, kis magasságú repülések esetén, továbbá szóba jöhet a LoRa illetve az OGN hálózat.

A kommunikációs csatorna kialakítása szempontjából nagy előrelépés és potenciál rejlik a földi optikai szálak telepítésében. A jó földi lefedettséget biztosító optikai szálból kialakított hálózat lehetőséget jelent a földi rádiós interfészek viszonylag sűrű telepítésére, ezzel a rádiós interfésszel áthidalt távolságok pedig csökkenthetők [4].

A SZIP projekt és annak eredményei jó alap infrastruktúrája lehet a drónkövető rendszereknek⁹. Rádiós megoldások szempontjából pedig a mobilhálózatok fejlődése jelenthet igazi áttörést¹⁰.

KÖVETKEZTETÉSEK, ÖSSZEGLÉS

A feladat nagyon összetett, a felelősség pedig nagyon nagy. Az előre látható problémákra időben megoldást kell találni. Cikkünkben vízionáltuk és összegeztük a problémák sokaságát és komplexitását.

A témában különösen komoly a döntéshozók felelőssége, mert ha nem alaposan megfontolt kontrollrendszerrel megtámogatott környezetben engedik ki a „palackból a szellemet”, akkor a több ezer vagy akár több tízezer drón nagyon sok problémát (akár nemzetbiztonsági problémát) is okozhat.

Az a drón, amely nem a játék kategóriába tartozik, annak legyen feltétlen „rádiós láthatósága” ellenkező esetben a drónvadász a legnagyobb lelki nyugalommal vadászhatja le. Előzzük meg a vadnyugati kaotikus viszonyok kialakulását!

A drónkövető rendszer sok probléma megoldását jelentheti, de a rendszer kialakításánál figyelembe kell venni a GPS rendszer kiszolgáltatottságát, illetve a GNSS (Galileo) még nem teljeskörű elérhetőségét.

A rendszer kialakításánál fontos a költséghatékonyság és az EU szintű átjárhatóság.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Békési Bertold, Dr. Bottyán Zsolt, Dr. Dunai Pál, Halászné dr. Tóth Alexandra, Prof. Dr. Makkay Imre, Dr. Palik Mátyás, Dr. Restás Ágoston, Dr. Wühl Tibor: Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek ISBN 978-615-5057-64-9 Kiadó: Nemzeti Közszolgálati Egyetem
- [2] Dr. Kovács László, Dr. Ványa László: Pilóta nélküli repülőgépek a terrorizmus elleni harcban, Pilóta nélküli és szállító repülőeszközök katonai alkalmazhatósága konferencia kiadványa, Szolnok, 2007. április 20.
- [3] Wühl Tibor: GPS navigációs problémák UAV alkalmazásokban Hadmérnök különszám –Robothadviselés 6. Tudományos Szakmai Konferencia 2006. nov. 22.
- [4] Sallai Gyula, Horváth Pál, Abos Imre, Bartolits István, Bódi Antal, Huszti Gábor: A hazai szélessávú infokommunikációs infrastruktúra fejlesztése, url: http://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/2009/2009_1_2/HT09_1_2a3.pdf

⁹ <http://kifu.gov.hu/kifu/hu/projektek/projektleiras/szip>

¹⁰ <https://5g-ppp.eu/>

AUTHENTIC TRACKING OF UAVS

Nowadays the UAVs and their use proliferated in dramatic fashion. Further growth is expected in another explosive appearance of new users and their devices. As all technical achievements, such as UAVs can be used for many good purposes, but if it fall into the wrong hands that causes many problems and the careless use lead to serious injuries. Currently, the use and usability of the drones circumstances, the legal background on the matter are still incomplete or under construction. Great progress means that if a user is responsible for the unmanned aircraft would be clearly identified, and that it supervises asset tracking happens authentic way. For now, all technical conditions are available.

Keywords: UAV, Drone, tracking, safety of flying, authenticity, controllability

Bódi Antal
ITS tanúsítási irodavezető
Tanúsítási Igazgatóság
KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.
bodi.antal@kti.hu
orcid.org/0000-0002-6199-8025

Bódi Antal
Head of ITS Certification Office
Directorate of Transport Systems Certification
KTI Institute for Transport Sciences Non Profit Ltd.
bodi.antal@kti.hu
orcid.org/0000-0002-6199-8025

Dr. habil Wühl Tibor Ph.D
egyetemi docens, GSM-R szakértő
Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki
Kar Híradástechnika Intézet
wuhrl.tibor@kvk.uni-obuda.hu
orcid.org/0000-0002-7522-3511

Dr. habil Wühl Tibor Ph.D
associate professor, GSM-R expert
Óbuda University Telecommunication Department
wuhrl.tibor@kvk.uni-obuda.hu
orcid.org/0000-0002-7522-3511

Szabó Tivadar
tanúsítási igazgató, ERTMS szakértő
Tanúsítási Igazgatóság NoBo /DeBo
KTI Közlekedéstudományi Intézet
Nonprofit Kft.
szabo.tivadar@kti.hu
orcid.org/0000-0003-3759-6605

Szabó Tivadar
Director, ERTMS expert
Directorate of Transport Systems Certification
NoBo / DeBo
KTI Institute for Transport Sciences Non Profit Ltd.
szabo.tivadar@kti.hu
orcid.org/0000-0003-3759-6605



http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_2/2017-2-10-0374_Bodi_A-Szabo_T-Wuhrl_T.pdf