

Távoli drónazonosítás Drone Remote Identification

Absztrakt

A kereskedelmi forgalomban kapható kisméretű pilóta nélküli repülőek elterjedésével kapcsolatban a tudományos világ és a közvélemény hasonló módon megosztott. Egyesek üdvözlik a drónok növekvő térnyerését és a lehető leggyorsabban munkára fognák őket, annak ellenére is, hogy számos kérdés megválaszolatlan a területen. Mások viszont kételkednek abban, hogy a drónhasználat trendjei fenntarthatóak lennének. Mára nyilvánvalóvá vált, hogy ezek az eszközök túlnőtték a játék kategóriát. A legnagyobb darabszámban eladott modellekben számos pozitív felhasználási lehetőség mellett komoly kockázat is rejlik. A két tábor éppen ezért abban egyetért, hogy a drónok további elterjedésének és a kapcsolódó ipari szegmens növekedésének, egyik legnagyobb akadályára, a drónok azonosíthatósági problémáira mielőbb hatékony megoldást kell találni. A publikáció bemutatja a drónok azonosításával kapcsolatban felmerülő problémákat, majd kitér arra, hogy ezek milyen összefüggésben vannak a drónok elleni védekezéssel. Ismertetésre kerülnek a távoli drónazonosítás különböző definíciói, követelményei, végül bemutatásra kerülnek az alkalmazható technológiák csoportjai és konkrét példákon keresztül azok előnyei és hátrányai.

Kulcsszavak: távoli drónazonosítás, egyedi drónazonosító, UAS távoli azonosítás, UAS RID

Abstract

The public and the scientific world is divided by the widespread of commercially available small aircraft systems. Some people welcome the increasing capability of drones and would use them as soon as possible despite the many unanswered questions. Others are doubting the sustainability of current commercial drone usage trends. It's obvious that drones cannot be treated as toys anymore. There are numerous risks beside the many positives in case of the most selling drones. Therefore the two sides are agree on that one of the biggest obstacles in front of the drone industry is the identification, thus it has to be addressed and solved as soon as possible. The publication presents the problems of drone identification, highlights the relationship with counter unmanned aircraft vehicle technologies. Describes the definitions and requirements of remote drone identification. Finally presents the groups of available technologies through examples and compares their advantages and disadvantages.

Keywords: drone remote identification, unique drone identifier, UAS remote identification, UAS RID

1. Bevezetés

A kereskedelmi forgalomban szabadon hozzáférhető, kisméretű pilóta nélküli repülőek, elterjedt nevükön drónok, növekvő népszerűségnek örvendenek. Különösen igaz ez az utóbbi évekre visszatekintve. Azonban a szegmenshez kapcsolódó legfrissebb gazdasági mutatók elmaradtak az előrejelzésektől. Néhány évvel ezelőtt számos vállalkozás jött létre világszerte melyek tevékenységi körei szorosan kapcsolódtak a drónok ipari és üzleti felhasználásához. A kezdeti elvárások és a szektorba investált óriási tőke ellenére számos drónipari cég ment csődbe az elmúlt években. A drónok körüli felhajtás egyre inkább visszatér a realitások talajára. Ennek egyik oka a nagyon lassan alakuló szabályozói környezet. E területen azonban érzékelni lehet

¹ Doktorandusz, Nemzeti Közszerológiai Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: huszar.peter.92@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6169-3777>

a folyamatos munkát, az Európai Unióban például az Európai Repülésbiztonsági Ügynökség (European Union Aviation Safety Agency – EASA), az Egyesült Államokban többek között az Szövetségi Légügyi Hivatal (Federal Aviation Administration – FAA) részéről. 2020-ban hatályba lép az Európai Unió ide vonatkozó rendelete is. Ezek természetesen még nem teljes körűek és sok tekintetben vitatott intézkedések, de a folyamat elindult. A drónszektor szabályozatlansága miatti bizonytalanság, amely egy vállalat számára, mint negatív externália jelentkezik, némiképp mérséklődni látszik, de a szabályok önmagukban nem elegendőek, ha azok ellenőrzésére és betartatására nincsen lehetőség.

A szabályok betartatására és ellenőrzésére, a szabályos drón használat biztosítására, a publikáció írásának idejében nincs hatékony módszer. Nem áll rendelkezésre széles körben elterjedt technológiai megoldás a drónok és operátorok azonosítására. Ezzel pedig elérkeztünk a fenti probléma másik okához a drónok azonosíthatóságához, vagy éppen annak hiányához. A szabályokat megsértő operátorokat a legritkább esetben tudják csak felelősségre vonni. Csak speciális engedéllyel kivitelezhetőek olyan drón műveletek, amelyek nagy jelentőséggel bírnának. Ilyen például a látóhatáron túli repülés (Beyond Visual Line of Sight - BVLOS), ami nélkül nincs értelme többek között a drónos csomagküldésnek vagy az olyan hosszú nyomvonalú infrastruktúrák monitorozásának, mint a táv- és csővezetékek. Az emberek feletti és az éjszakai repülés is egy sor új kihívást rejtenek.

A drónok újabb és újabb felhasználási területei feltételei biztosítása mellett fontos, hogy megoldás szülessen egy másik égető problémára, a magánszférára és az információbiztonságra jelentett kockázatok mérséklésére is. Számos szervezetet és magánszemélyt érthető módon aggodalommal tölt el a jelenlegi „drón forradalom”. A veszélyek mérséklésére pedig különböző megoldásokkal állnak elő, de a drónok elleni védekezés folyamata és eszközzrendszere nem lehet teljes a hatékony azonosítási eljárások nélkül.

A fenti problémák megoldásának kulcsa a drónok azonosíthatóságában rejlik, de adódik a kérdés, hogy egyáltalán mit értünk drónazonosítás alatt? Hogyan függ ez össze a drónok elleni védekezéssel? Milyen technológia erre a legalkalmasabb? Milyen követelményeknek kell megfelelnie? Milyen adatok alapján lehet azonosítani egy drónt és annak operátorát úgy, hogy az ne sértsen személyiségi jogokat és adatvédelmi szabályokat? A továbbiakban ezekről lesz szó.

2. A távoli azonosítás és a drónok elleni védekezés

Az azonosítás kulcsfontosságú szerepet játszik a drónok elleni védekezés (CUAV: Counter Unmanned Aerial Vehicle – drónokkal szembeni védekezésre használható technológiák és módszerek összefoglaló neve) folyamatában is, ahogy arra egy másik tanulmány² is rámutat. E folyamat három főbb részre osztható, melyek a következők: 1. felderítés, 2. azonosítás, 3. ellentevékenységi. A folyamat egyes részei eltérő eszközöket és képességeket igényelnek a védekező féltől. Ezek birtoklása és használata, főként az ellentevékenységi fázisához tartozó eszközöké, (pl.: rádiófrekvenciás zavarók) szigorú szabályozás alá esik. A drónazonosítás a védekezési folyamat egy olyan sarkalatos pontja, ahol meg kell határozni, hogy milyen eszközökkel lépünk fel a drónnal szemben. A védekezés megpróbálhatja pusztán elriasztani a drónt de azonosító hiányában olyan eszközt is bevetethetne, amely leszállásra kényszeríti vagy megsemmisíti azt. Napjaink kereskedelmi forgalomban kapható drónjai, akár egy autó árát is elérhetik, hasznos tehertől függően. Az azonosítás során elkövetett hiba és az ebből fakadó CUAV eszközök megalapozatlan használata, akár büntető jogi felelősségre vonást, kártérítési pert is vonhat maga után. Emiatt fontos, hogy minél megbízhatóbban azonosítható legyen egy drón és annak az operátora. El lehessen dönten, hogy egy eltévedt eszközről van szó, ami az operátor felkészületlenségéből vagy tapasztalatlanságából repül éppen olyan terület felett, ahol azt nem lenne

² Bódi Antal, Szabó Tivadar, Wühl Tibor: *Drónok követése közhiteles módon, Repüléstudományi Közlemények* XXVIII. évf. 2. sz. 2017. 111-118.

szabad vagy szándékos behatolás, adatgyűjtés, csempészés, bűnös tevékenység zajlik. Ekkor indokolt lehet a drón földre kényszerítése is szemben az első esettel.

Jelenleg a CUAV kontextusában egy drón azonosíthatósága merőben mást jelent, mint klasszikus értelemben véve egy személyé vagy egy járműé. A CUAV eszközök fejlesztői és gyártói számára azt jelenti, hogy meghatározzák egy drón fizikai jellemzőit, például pozícióját, haladási irányát, sebesség vektorát és esetleg a méretét. Egyes technológiák segítségével, akár még a drón típusa és gyártója is megismerhető. Ez az azonosítás viszont csak arra elegendő, hogy a riasztási mechanizmusok és az ellentevékenység megkezdődhessenek. Az operátor személye azonban továbbra is ismeretlen marad, felelősségre vonás nem történik. Ezért fontos tisztázni, hogy egy drón azonosíthatósága a CUAV technológiák és a távoli drónazonosítás területein eltérő tartalommal bírnak. Míg a fogalom az első esetben nem terjed ki az operátor személyére, addig az a második eset, a távoli drónazonosítás szerves része. A két értelmezésnek a jövőben közlelednie, sőt egymást fednie kell, hiszen a távoli azonosítás a drónok elleni védekezés eszközszerkezetének szerves részévé kell, hogy váljon.

3. A drónazonosítás definíciója és követelményei

Napjaink járműveit jellemzően rendszámmal, lajstromszámmal azonosítjuk. Ezek az azonosítók bizonyos távolságon belül jól láthatóak és leolvashatóak. Segítségükkel egy hatósági adatbázisból az arra jogosultak ellenőrizhetik a tulajdonos vagy üzemeltető személyét és az ő személyes adatait. Ezzel biztosítva egyrészt a felelősségre vonhatóságot, másrészt pedig a tulajdonos személyes adatainak védelmét. Visszatartó erőt jelenthet a közlekedési kihágásokkal szemben, mivel a jármű vezetője tudja azt, hogy ha nem tartja be a rá vonatkozó szabályokat, vagy szándékosan kárt okoz járművével, akkor az egyedi azonosító alapján kideríthető a saját személyazonossága. Így a későbbiekben felelősségre vonhatóvá válik.³

A kisméretű pilóta nélküli repülő eszközök, kiváltképp a kereskedelmi forgalomban szabadon hozzáférhető esetében a probléma egyik forrása, hogy azok nem rendelkeznek ilyen azonosítóval. Méretükből kifolyólag a hagyományos, rendszám jellegű azonosítás nem jöhet szóba. A másik probléma a pilótanélküliségből fakad. A hagyományos járművekkel ellentétben, a drónoperátor nincs a légi jármű fedélzetén, hanem attól akár több kilométer távolságban is lehet, ami miatt csökken a tettenérés és a felelősségre vonás esélye.

A távoli drónazonosítás elterjedésével elkerülhető a terület túlszabályozása. Segítségével növelhető a közbizalom a drónokkal szemben. Érthető módon sokakat zavar, ha például a háza felett vagy a közvetlen közelében meglát egy drónt, aminek nem tudja a célját. Ez bizonyos körülmények között az illető személyiségi jogait is sértheti, hiszen információkat gyűjthetnek róla a bejegyzése nélkül. Viszont, ha lenne egy olyan módszer, amivel gyorsan és egyértelműen azonosíthatóak lennének a közelben működő drónok, akkor enyhítené az aggodalmakat és növelné a bizalmat a drónalkalmazásokban is. Mint egy rendszám az autók esetében. A szabályokat megszegő operátorok kiszűrhetők és felelősségre vonhatók. Ez ösztönözi a szabályos és etikus drón felhasználást.

A távoli drónazonosítás alapul szolgál, sőt követelménye a pilóta nélküli légi járművek forgalmi menedzsmentjét biztosító rendszereknek (Unmanned Aircraft System Traffic Management – UTM), valamint az U-Space kezdeményezéseknek is, amelyek célja, hogy nagyfokú automatizáltság mellett lehetővé tegye komplex UAV műveletek végrehajtását 500 láb alatti légtérben.⁴

³ Michael Crenshaw: License Plates for Drones: Resolving Privacy Concerns Using Remote Identification Technology. *Journal of Engineering and Public Policy* 20. 2016. 08.

⁴ Dobi Sándor Gábor, Fekete Róbert Tamás, Rohács Dániel: Az európai UTM helyzete és jövője. *Repüléstudományi Közlemények* XXX. 2. 2018. 189-204.

3.1 Európai Unió

A területre vonatkozó legújabb, 2019 május 24-én megjelent, a pilóta nélküli légi jármű-rendszerekről és a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek harmadik országbeli üzemeltetéseiről szóló (EU) 2019/945 és a pilóta nélküli légi járművekkel végzett műveletekre vonatkozó szabályokról és eljárásokról szóló (EU) 2019/947 rendeletek ugyan nem kifejezetten a távoli azonosítást írják le és határozzák meg, de a definíciója és a minimális követelmények már megtalálhatók bennük. Ezek alapján a drónok közvetlen távoli azonosítása egy olyan folyamatot és az ahhoz kapcsolódó rendszert jelöl, amely a műveletet végző drónról információkat közöl úgy, hogy ahhoz nem szükséges a fizikai hozzáférés. Ezeknek az információknak természetesen része az azonosító, de nem kizárólag csak abból áll.⁵ Az (EU) 2019/945 rendelet 6. része alapján a közvetlen távoli azonosítás megvalósulásához a drónnak, vagy az azon elhelyezett kiegészítő eszköznek a repülés során, valós időben egy nyilvános protokoll használatával sugározni kell a következő adatokat:

- Az üzemeltető regisztrációs számát;
- Egy egyedi, ANSI/CTA-2063 szabványnak megfelelő eszköz azonosítót, ami négy karakternyi gyártói kódból, egy karakter szériaszám hosszúságát leíró hexadecimális értékből és végül a termék szériaszámából álló karaktersorozat;⁶
- A drón földrajzi helyzetét, felszíni vagy felszállóhely feletti magasságát;
- Valódi északhoz viszonyított útvonalát és földhöz viszonyított sebességét;
- Az operátor vagy a felszállási pont földrajzi helyzetét.

Mindezt úgy, hogy hatótávolságon belüli mobil eszközökkel azt venni lehessen.⁷

3.2 Egyesült Államok

Az Egyesült Államokban a drónok távoli azonosításával kapcsolatos törvényjavaslatot⁸ az FAA 2019 december 31-én nyújtotta be és 2020 március 2-ig lehetett azzal kapcsolatban kritikával élni. Amit számos ipari szereplő, vállalkozó és magánszemély meg is tett. Ennek okairól a későbbiekben lesz szó. A pilóta nélküli légi jármű-rendszer távoli azonosítás (UAS RID – Unmanned Aircraft System Remote Identification) az FAA definíciója alapján az UAS egy olyan funkciója, amely a saját, egyedi azonosításához szükséges információ sugárzására képessé teszi a pilóta nélküli légi járművet repülése során, mások által érzékelhető módon. Anélkül, hogy ennek vételéhez speciális eszközre lenne szükség. Az FAA törvényjavaslatában a következő követelményeket fogalmazta meg a távoli pilóta nélküli rendszer azonosítással kapcsolatban:

- Szükséges az azonosítás a felszállástól egészen a leszállás pillanatáig;
- Sugározni kell az UAS egyedi azonosítóját;
- A drón helyzetének hosszúsági és szélességi koordinátáit, barometrikus magasságát;
- A földi állomás koordinátáit és barometrikus magasságát;
- Az adatokhoz tartozó időbélyeget;
- Valamint egy vészhelyzeti státuszkódot, ha azt a körülmények megkívánják.

⁵ EU 2019/947: Az Európai Bizottság végrehajtási rendelete a pilóta nélküli légi járművekkel végzett műveletekre vonatkozó szabályokról és eljárásokról, 2. cikk, 1. bekezdés

⁶ ANSI/CTA-2063-A: Small Unmanned Aerial Systems Serial Numbers, 2019. 09.

⁷ EU 2019/945: A pilóta nélküli légi jármű-rendszerekről és a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek harmadik országbeli üzemeltetéseiről, Melléklet 6. rész

⁸ FAA 2019-1100: Remote Identification of Unmanned Aircraft Systems, Proposed Rule, 2019.

Ezen kívül az FAA megkülönbözteti a távoli azonosítás két eltérő formáját is, amelyek az általános távoli azonosítás (Standard UAS RID) és a korlátozott távoli azonosítás (Limited Remote Identification)

Az általános távoli azonosítás két részből tevődik össze. Az azonosításra szánt üzeneteket, ha van arra lehetőség, az interneten keresztül továbbítani kell egy arra megbízott szolgáltató számára (USS – UAS Service Supplier), aki ezeket az adatokat továbbítja a hatóságok és további felhasználók felé, elérhetővé teszi és kezelni fogja. Az általános azonosítás másik részeként ugyanezeket az üzeneteket a drónnak kisugározni is kell, hogy azt a közvetlen közelében internet kapcsolat nélkül is venni tudják. Tehát egyszerre két módon kell elérhetővé tenni az azonosításra szánt adatokat. Ennek a BVLOS repülések esetén van nagy jelentősége.

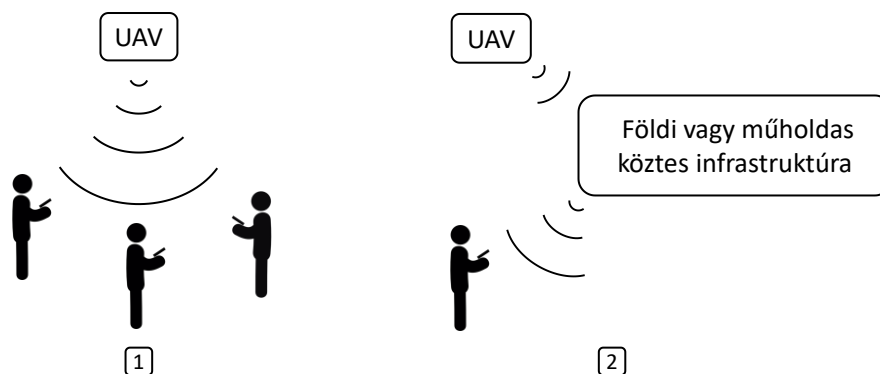
A korlátozott távoli azonosítás kifejezetten olyan UAS-ek számára lett definiálva, amelyek maximum 400 láb, azaz 122 m távolra képesek csak elrepülni az operátortól, tehát látóhatáron belül (VLOS – Visual Line of Sight) maradnak. Az azonosítóüzenet kisugárzását azonban kifejezetten tiltja ez esetben. Helyette azt a földi állomásnak az interneten keresztül kell küldenie folyamatosan a már korábban említett USS-nek.⁹

3.3 Nemzetközi szabványosítás

Az ASTM¹⁰ is elkészítette a drónok távoli azonosítására vonatkozó szabvány javaslatát, mely az ASTM F3411-19 azonosítót viseli.¹¹ Alapvetően ez is két formáját különbözteti meg a távoli drónazonosításnak ezek pedig a kisugárzott RID és hálózatos RID.

A kisugárzott RID, amikor a drón folyamatosan sugározza a saját azonosítóját, anélkül, hogy lenne egy kitüntetett címzettje és azt a közvetlen közelében egy alkalmas eszközzel bárki érzékelni képes. Internetkapcsolat vagy bármilyen más kiegészítő földi infrastruktúra nélkül is működik. Elméletben bárhol, bármilyen körülmények között elérhetőnek kell lennie. Fontos, hogy a szabvány szerint a kisugárzott RID hálózatosra változtatható kell, hogy legyen egy földi kiszolgáló infrastruktúra-réteg kialakításával.

A hálózatos (networked) RID az azonosítás egy olyan formája, ami egy köztes infrastruktúris és szolgáltatási réteget használ az azonosításhoz. Ilyen lehet például a mobilkommunikációra használt hálózat vagy egy műholdas kapcsolat, de az azonosítás csak ezeken keresztül, egy köztes réteg segítségével történhet meg a kisugárzott RID-től eltérően.¹²



1. ábra: Távoli drónazonosítási módok az ASTM F3411-19 szerint. 1: Kisugárzott RID, 2: Hálózatos RID¹³

⁹ FAA 2019-1100 (2019) i.m. (8. lj)

¹⁰ ASTM: American Society for Testing and Materials

¹¹ ASTM F3411-19: Standard Specification for Remote ID and Tracking, 2019.

¹² Christian Ramsey: *Why Bluetooth is a Bad Idea for Drone Remote Identification*. 2019.

¹³ Ramsey (2019) i.m. (12. lj.)

A szabvány és az FAA javaslata között számos hasonlóság van, mivel ezt az ajánlást vették részben alapul, azonban több különbség is fellelhető. Például az FAA általános UAS RID a szabványban szereplő két módszer, a kisugárzott és a hálózatos kombinációját írja elő egyidejűleg. Ennek a BVLOS repülések során az akadályérzékelés és elkerülés (SAA - Sense and Avoid) megvalósításánál van jelentősége. Az itt szereplő köztes infrastruktúra sem egyezik meg az előbbi FAA definíció szerinti USS-sel, ugyanis itt a köztes réteg csak továbbítja az információt, aminek a címzettje lehet akár egy USS, valamilyen hatóság, vagy akár egy magán személy is.

3.4 A piaci szereplők és a felhasználók

Ezen a ponton fontos a felhasználók és az ipar elképzeléseit megemlíteni és összehasonlítani az eddigiekkel. Az előzőekhez nagyon hasonló módon, ám jóval általánosabban definiálja a drón távoli azonosítást a szegmens egyik jelentős ipari szereplője is a Kittyhawk. Meghatározásuk szerint az egy olyan rendszer koncepció, amely segítségével lehetőség nyílik a légtérrel használó drónok azonosítására. Egyfajta digitális rendszámként tekinthetünk a technológiára.¹⁴ Tehát a lehető legolcsóbbnak és legegyszerűbbnek kell lennie, pont úgy, mint egy rendszámtáblának, ami egyszerre biztosítja az azonosíthatóságot és a személyes adatok bizalmasságát is. A dróngyártók és az UAV szolgáltatásokat nyújtani kívánó vállalkozások egyáltalán nem zárkoznak el egy hatékony módszer kialakításától. Számukra ez létfontosságú, hiszen számos új lehetőséggel kecsegtet. Az FAA törvényjavaslatával a felhasználók és a meghatározó ipari szereplők sem értenek egyet maradéktalanul. A DJI Szerint a megvalósítás indokolatlanul költséges a felhasználókra és a gyártókra nézve egyaránt és szükségtelenül komplex is. A köztes adatszolgáltatási réteg, az USS pedig újabb adatvédelmi problémákat vet fel, csak ezeket éppen a drónoperátorok szemszögéből. Ezeknek a szolgáltatóknak ugyanis minden egyes drón összes repülését tárolnia kellene akár fél éven keresztül. A szolgáltatás költségeit pedig az operátoroknak kellene állniuk, amit a DJI úgy becsült, hogy az éves díj egy drón árának 20 %-át is elérheti. A díjért cserébe pedig a felhasználók közvetlenül semmilyen plusz vagy új szolgáltatást nem kapnak, az pusztán a hatóságok munkáját segíti.¹⁵ Számos felhasználót aggaszt, hogy a jelenlegi javaslat alapján az UAS-nek valamely részegységén (UAV vagy földi szegmens) keresztül folyamatosan elérhetőnek kell lennie az interneten keresztül, ami így lehetővé teszi akár a drónok valós idejű, folyamatos nyomon követését is és egy új eddig ismeretlen kiberbiztonsági kockázatot rejt magában.

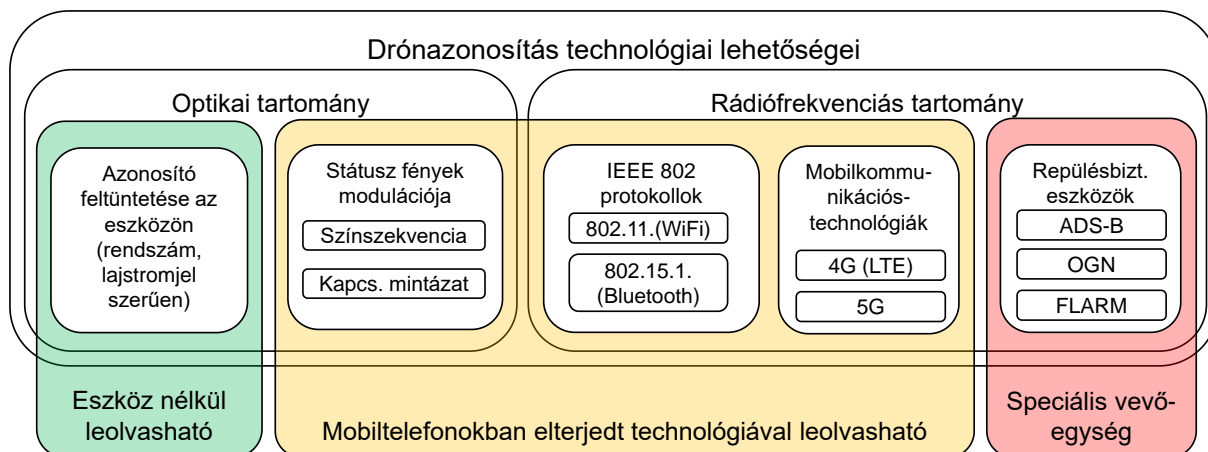
A felhasználók minél rugalmasabb szabályokat szeretnének a legalacsonyabb költségek mellett. A hatóságok számára pedig érthető módon a biztonság foglalja el a legmagasabb prioritást. A két oldal igényei így csak erős kompromisszumok árán egyeztethetők össze.

4. A drónazonosítás lehetséges technológiai

Az utóbbi években mérnökök és kutatók a drónazonosításra több különböző megoldást kifejlesztettek. Az előzőekben részletesen bemutatott igényeknek és követelményeknek ezek közül nem mind felel meg. Van, amelyik a felhasználók számára tökéletes lenne, mert diszkrét, olcsó és akár egy egyszerű szoftverfrissítéssel arra alkalmassá tehető egy drón, ugyanakkor nem teljesíti a hatóságok igényeit. Más megoldások pedig épp ellenkezőleg működnek. A továbbiakban ezek kerülnek bemutatásra. Az egyes módszereket és azok egy lehetséges felosztását a 2. ábra szemlélteti. A rövidítések feloldásra kerülnek a későbbiekben.

¹⁴ Kittyhawk: *Remote ID & Commercial Drones*. Kittyhawk White Paper, 2019.

¹⁵ Brendan Schulman: *We Strongly Support Drone Remote ID. But Not Like This*. 2019.



2. ábra: Drónazonosítás lehetőségeinek felosztása (Készítette a szerző)

4.1 Optikai tartomány

Ide olyan megoldások tartoznak, amelyek optikai úton leolvashatók, például a lehető legegyszerűbb módszer is, ami a drónon történő egyedi azonosító elhelyezése. Leggyakrabban azonban a drón saját helyzetjelző fényeinek modulációjáról van szó, amit egy speciális mobiltelefonos képfeldolgozó algoritmus segítségével lehet leolvasni. Ezek hatékonyságát jelentősen befolyásolják az aktuális fényviszonyok. Használatuk kedvezőbb a sötétebb napszakokban. A hatótávolságot illetően elmondható, hogy nagyjából pár tíz, esetleg száz méter távolságból, ideális körülmények között könnyedén leolvashatók, ám ez a hatótávolság igen csekély. Előnyük, hogy olcsók, sőt a legtöbbször egy szoftverfrissítéssel implementálhatóak a drón fedélzeti szoftverében és a leolvasáshoz szükséges eszköz a mobiltelefon, manapság már mindenki zsebében ott lapul folyamatosan.

4.1.1 Azonosító feltüntetése a drónon

Az Egyesült Államokban az FAA előírja a tulajdonosok számára, hogy a saját regisztrációs számukat fel kell tüntetniük a drónjaikon. Azonban ezek csak közvetlen közről olvashatók méretükből adódóan. Ez az egyedi drónoperátor azonosító összesen tíz karakterből áll. Az első kettő minden esetben az „FA” betűk, ezeket pedig további nyolc számjegy követ. A drónon való feltüntetéséről az operátornak kell gondoskodnia. Használhat matricát, de akár filctollal is ráírhatja az eszközre.¹⁶ Probléma viszont, hogy a jelenlegi szabályok alapján ezt nem kötelező jól látható, külső felületen feltüntetni. Akár belső felületekre, mint például az akkumulátor rekeszre is felkerülhet abban az esetben, ha szerszámok nélkül hozzáférhető. Ezzel lehetetlenné téve a leolvasását minimális távolságból is. Ennek az azonosítónak leginkább akkor van jelentősége, ha a drón használata során lezuhan egy repülés előtt elzárt területen és ezzel az operátor kárt okoz. Ilyen esetben lehetőség nyílik az operátor felelősségre vonására. Ez a módszer a távoli azonosítás kritériumait egyáltalán nem teljesíti.

4.1.2 Azonosítás színszekvencia alapján

A LightCense megoldása¹⁷ a látható fény tartományában működik. A kutatók által kifejlesztett koncepció lényege, hogy a drónok helyzetjelző fényeinek színe folyamatosan változik. Az egymást követő színek kombinációja pedig dekódolható egy-egy alfanumerikus karakterként. Mivel a fények színei viszonylag lassan, szabad szemmel is jól követhető módon váltakoznak, a

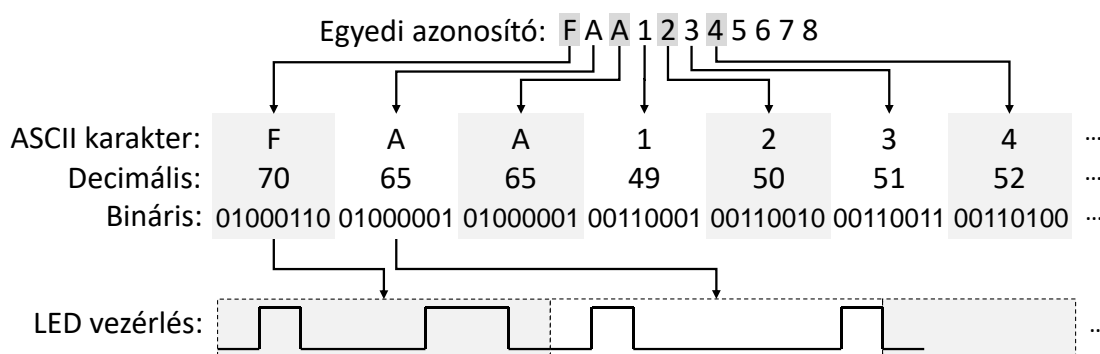
¹⁶ FAA: How to Label Your Drone. 2020.

¹⁷ LightCense DroneVisual ID: <http://www.lightcense.co/>

módszer kidolgozói szerint, így nincs szükség okostelefonra sem. Az azonosító egy egyszerűen leolvasható és megjegyezhető színsor. Később pedig egy alkalmazás vagy egy egyszerű táblázat segítségével bárki által visszafejthető az UAS üzemeltetőjének azonosítója. Ezzel megvalósít egy olyan azonosítási eljárást, ami egészen közel áll a napjainkban ismert közúti járművek rendszámaihoz. Jelenlegi formájában ez a megoldás a broadcast csoportba sorolható. Tehát a drón közvetlen közelében képes minimális információt szolgáltatni, de egyelőre ez jóval kevesebb, mint amennyit a fenti követelmények előírnak.

4.1.3 Kapcsolási mintázat alapján történő azonosítás

Egy nagy autóipari szereplő, a Ford is előállt egy, a látható fény tartományában működő azonosítási technológiai megoldással. A Ford, mint klasszikus autóipari szereplő létrehozott egy kutatóintézetet, amely a pilóta nélküli repülés technológiájával foglalkozik, ezzel is alátámasztva a szektorban rejlő lehetőségeket. Egy tanulmányukban¹⁸ pedig az azonosításra kifejlesztett megoldásukat mutatják be kutatóik. Szintén kihasználja a drónok gyári helyzetjelző fényeit.



3. ábra Drónhelyzetjelző fények modulációja egyedi UAS azonosító alapján.¹⁹

Ennek köszönhetően nincs szükség hardveres módosításra. Elegendő egy szoftver frissítés, amely így lényegében egy ingyenes és könnyen hozzáférhető módosításnak tekinthető. Az implementált szoftver lehetővé teszi a helyzetjelző fények előre meghatározott baudráta alapján történő modulációját. Ezzel a drón képessé válik az operátor egyedi azonosítójának folyamatos sugárzására. Az egyedi azonosító ez esetben is lehet egy ASCII²⁰ karaktersorozat, melyet az operátornak felszállás előtt meg kell adnia a repüléstervező és konfigurációs szoftver segítségével a drón számára. Ezt egy bináris kódsorozattá alakítja az általuk implementált szoftver és ez alapján vezérli a helyzetjelző fények ki-be kapcsolását. A kapcsolási frekvencia olyan magas, hogy azt szabad szemmel nem lehet látni, de egy speciálisan erre a célra fejlesztett, gépi látáson alapuló mobil alkalmazás segítségével dekódolni lehet. A tanulmány szerint egy átlagos mobiltelefon kamerájával elérhető 80 láb (24,4 m) hatótávolság is. Speciális objektívvel pedig akár a tíz-húszszorosát is elérheti.

4.2 Rádiófrekvenciás tartomány

Ebben a kategóriában részben repülésbiztonsági eszközök és azok UAS változatai szerepelnek, részben pedig mobiltelefonokban elérhető vezeték nélküli kommunikációs technológiák. Összességében elmondható mindről, hogy nagyobb hatótávolsággal rendelkeznek, mint az optikai

¹⁸ Adi Singh et alii: A Zero-Cost Solution for Remote Identification and Tracking of sUAS in Low Altitude Flights 2018.

¹⁹ Uo.

²⁰ ASCII: American Standard Code for Information Interchange – szabványos amerikai kód információcseréhez

megoldások, azonban nem mindegyik érhető el régebbi vagy jelenlegi drónokon, így azoknak esetleges használatát hardveres módosítás kell, hogy megelőzze. Költségesebbek és némelyikhez speciális vevőberendezés szükséges.

4.2.1 Repülésbiztonsági eszközök

Az általános, pilótás légi forgalomban elterjedten használnak olyan technológiákat, amelyek különböző módosításokkal vagy akár módosítás nélkül a pilóta nélküli repülés során is felhasználhatóak lennének UAS azonosításra. Ilyen például az ADS-B²¹, FLARM²² és az OGN²³.

4.2.1.1 ADS-B

Az ADS-B lehetővé teszi repülőgépek helyzetének és azonosítójának meghatározását, de egyéb, például repülési útvonallal kapcsolatos információkat is sugároz. Két különböző ADS-B berendezés érhető el. Ezek az ADS-B-Out adó és az ADS-B-In vevőegység. Az adó 1090 MHz-en folyamatosan, meghatározott időközönként sugározza saját adatcsomagjait, amelyet a hatótávolságon belüli vevőegységek képesek venni, dekódolni és megjeleníteni. A vevőberendezéssel ellátott légi járművek ezt az információt akár ütközés elkerülésre is felhasználhatják.²⁴ Kezdetben az ADS-B adók és vevők relatív nagy tömegük és energiaigényük miatt nem lettek volna alkalmasak a kisméretű pilóta nélküli repülőgépek számára. Az utóbbi években azonban ezen a téren is folyamatos fejlődés tapasztalható. Egyre kisebb méretű, tömegű és energiaigényű adók, illetve vevők válnak elérhetővé a piacon. Ennek hatására a DJI bejelentette, hogy 2020 januárjától minden általa gyártott 250 g felszálló tömeg feletti drónjában implementálja az úgynevezett AirSense technológiáját, amely lényege, hogy ADS-B vevőkkel látják el az eszközöket, hogy azok észlelni tudják a közelükben lévő más ADS-B adóval ellátott légi járműveket és ezáltal figyelmeztetni tudják a drónoperátort az esetleges veszélyekre.²⁵ Ennek hatására több cég is drón kompatibilis ADS-B eszközöket fejlesztett. Az uAvionix termékei²⁶ között néhány tíz gramm tömegű, nagy kimeneti teljesítményű, plug-and-play ADS-B adó-vevőket is lehet találni, amelyek kompatibilisek a legelterjedtebb drón fedélzeti számítógépekkel. Ezek ára viszont még mindig összemérhető vagy meg is haladja a legtöbb kereskedelmi forgalomban szabadon hozzáférhető drón árát.

²¹ ADS-B: Automatic Dependent Surveillance – Broadcast – légi járművek nyomon követésére szolgáló technológia

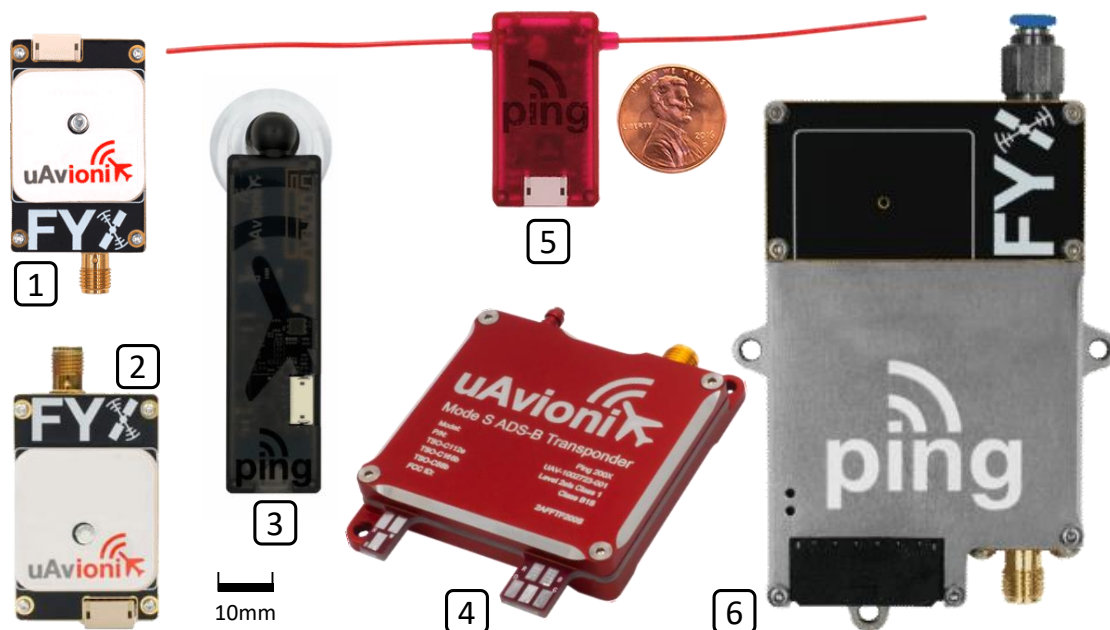
²² FLARM: Flight Alarm – ütközések elkerülésére használt repülés biztonsági eszköz

²³ OGN: Open Glider Network – vitorlázógépek nyomon követésére létrehozott nyíltforrású hálózat

²⁴ Makkay Imre: *Ütközések elkerülése a kisméretű és a pilóta nélküli repülésben*. Repüléstudományi Közlemények, XXIX. 1. 2017. 59-66; Makkay Imre: *ADS-B és a drónok*. Repüléstudományi Közlemények, XXXVII. 2. 2015. 272-278.

²⁵ DJI: *DJI Adds Airplane And Helicopter Detectors To New Consumer Drones*, 2019.

²⁶ uAvionix: PING-200SR MODE S ADS-B Transponder datasheet, 2018; PING-20SI MODE S ADS-B Transponder datasheet, 2019; PING-200X Certified MODE S ADS-B Transponder datasheet, UAV-1002852-001 Rev B2019.



4. ábra UAS felhasználásra készült S módusú ADS-B eszközök. 1: ping20Si ADS-B transzponder, 2: ping1090i ADS-B adó, 3: pingUSB ADS-B vevő, 4: ping200X ADS-B adó és transzponder, 5: pingRX UAS fedélzeti ADS-B vevő, 6: ping200Sr ADS-B-Out transzponder.²⁷

Az ADS-B felhasználását drónazonosítási célra viszont az FAA expliciten ki is zárja a törvényjavaslatával. Ezt azzal magyarázzák, hogy véleményük szerint az ADS-B protokollja, definiált üzenetei és a szükséges vevő infrastruktúra nem felel meg az általuk támasztott UAS RID követelményeknek. Nem szolgáltat információt a földi állomás helyzetéről, csak a drónról. Földfelszín közelében nem biztosít az ADS-B megfelelő lefedettséget. Az FAA UTM törekvéseivel nem hozható összhangba. Végül úgy ítélték meg, hogy az UAS-ek ADS-B adókkal történő tömeges ellátása szükségtelen kockázatot jelentene a hagyományos pilótás légi közlekedés számára. Azzal, hogy az ő esetükben a jól bevált ADS-B adások frekvenciasávjain számos másik UAS adó működne egy időben, egymáshoz viszonylag közel, telítődhetnek a használt sávok.²⁸ Az (EU) 2019/945 és (EU) 2019/947 rendeletek nem érintik a közvetlen távoli drónazonosítás technikai részleteit, így az ADS-B-t sem vagy az azzal kapcsolatos esetleges aggályait. Viszont az egyértelműen megtalálható a követelmények között, hogy azt a hatótávolságon belüli mobil eszközökkel venni lehessen. Egyelőre az ADS-B nem sorolható ide. A drónok ADS-B vevővel való ellátása, azonban egy kifejezetten jó ötlet, ami segítségével elkerülhetők a pilótás repülőgépek és a drónok közötti konfliktusok. A drónokban automatikus elkerülő manővereket lehet implementálni ilyen szituációkra, de ez inkább már egy másik fontos területhez az SAA-hoz tartozik.

4.2.1.2 FLARM

A FLARM is egy elterjedt kisméretű repülésbiztonsági eszköz, amit kifejezetten azért fejlesztettek, hogy segítségével elkerülhetők legyenek a kisméretű ütközések. Működési elve szintén azon alapul, hogy a fedélzeten elhelyezett adóberendezés sugározza a légi jármű koordinátáit, sebességvektorát, egyedi azonosítóját és egyéb információkat. A környezetében lévő, FLARM vevővel ellátott többi légi jármű ezt képes venni és a pilóta számára előre jelezni egy esetleges konfliktust, ütköző pályát más környező repülővel. A FLARM 868 MHz-es frekvenciasávban

²⁷ uAvionix: UAS termékek weboldal, url: <https://uavionix.com/uas/>

²⁸ FAA 2019-1100 (2019) i.m. (8. l.j.)

működik.²⁹ Létezik már ebből is UAS kompatibilis adó és vevő eszköz is. Ehhez fejlesztői kiegészítőket lehet kapni, amelyek szintén pár tíz grammnyi tömegűek és a kisméretű pilóta nélküli repülőkhöz is használhatóak. Ilyen például a PowerFLARM UAV DevKit is.³⁰ A problémák itt is hasonlóak, mint az ADS-B esetén. Vételéhez speciális vevőre és infrastruktúrára van szükség annak ellenére, hogy ISM³¹ sávban működik. Az adatsomagok más információkat tartalmaznak, mint amik a követelményekben szerepelnek és ráadásul teljesen zárt ökoszisztéma. Ez is inkább drónok és repülők közötti konfliktusok elkerülésére, automatikus kitérő manőverek végrehajtására lehet hasznos és így az SAA-hoz tartozó eszköz.

4.2.1.3 OGN

Az OGN a FLARM-hoz nagyon hasonló, de nyílt forrású szoftveren és hardveren alapuló repülésbiztonsági eszköz. A közösségi fejlesztésnek és a hobbisták köreiben népszerű alkatrészek felhasználásának köszönhetően jóval olcsóbb, mint a FLARM. A fedélzeti eszköz az OGN-TRACKER, szintén helyzet-adatokat sugároz, de saját, nyíltforrású protokollt használ. A szomszédos, hatótávolságon belüli más eszközök adását veszi és képes azt tovább relézni is. Fontos elemei a rendszernek a földi OGN vevők, amelyek segítségével kerülnek megjelenítésre a vevő hálózat által érzékelt légi járművek adatai.³² ISM sávban működik és szintén speciális vevőt igényel. A publikáció alapján a titkosítatlanság, a gyenge hitelesítés és gyenge engedélyezés miatt könnyen hamis információk juttathatók az OGN hálózatba, melyet a szerzők szemléltettek is.³³

4.2.2 IEEE 802 protokollok

Szinte mindegyik, manapság eladott mobiltelefonban megtalálhatók az ebbe a kategóriába tartozó vezeték nélküli kommunikációs megoldások közül kettő. Az IEEE 802.15.1. (Bluetooth) és az IEEE 802.11. (WiFi). A legtöbb ember számára ezért könnyen hozzáférhető és olcsó technológiák. A mobiltelefonok továbbá ideális platformot jelentenek az azonosítót leolvasni képes alkalmazások számára is. Segítségükkel azok könnyen terjeszthetők és eljuttathatók bárki számára interneten keresztül. Bár ezek is ISM sávban működnek, így kevésbé zavarvédett frekvencia tartományokról van szó, mint például az ADS-B esetén, amely engedélyköteles tartományban működik, mégis ezek azok, amelyek a legjobban megfelelnek mind a felhasználók, mind pedig a hatóságok követelményeinek. Hatótávolságuk kisebb, mint a korábban bemutatott repülésbiztonsági eszközöké, viszont jóval nagyobb, mint az optikai kategóriába sorolható módszereké. Az azonosíthatóság hatékonysága nem függ az aktuális fényviszonyoktól és sokkal kevésbé kitett a környezeti körülményeknek.

4.2.2.1 IEEE 802.15.1 – Bluetooth

A Bluetooth esetében annak negyedik és ötödik generációs változatai jöhetnek szóba. A Bluetooth 5. generáció nagysebességű működési módjának (High Speed Mode) segítségével kétszer akkora adatmennyiséget lehet továbbítani, mint a Bluetooth 4.2-vel. A nagy hatótávolsági módban (Long Range Mode) történő használat során a korábbi 200-300 m helyett elérhető

²⁹ Makkay (2017) im. (24. l.)

³⁰ FLARM: Solutions for UAS operators.

³¹ ISM: Industrial, Scientific and Medical – Ipari, tudományos és egészségügyi berendezések számára kijelölt frekvencia sávok.

³² Makkay Imre: *Másodlagos információforrások a légtérben*. Repüléstudományi Közlemények XXXI. 1. 2019. 103-112; Makkay (2017) im. (24. l.)

³³ Vráncs Dávid, Palik Máttyás, Bottyán Zsolt: *Esettanulmány egy nyílt repüléstámogató rendszer biztonságáról*. Repüléstudományi Közlemények XXX. 1. 2018. 185-194.

akár 1000 m körüli hatótávolság is drónos alkalmazások esetén, ahol gyakran biztosított a zavartalan optikai rálátás adó és vevő között. Ez a Bluetooth vevők megnövelt érzékenységének és egy a korábbinál hatékonyabb hibajavító kódolásnak köszönhető. A megnövekedett hatótávolság hatására kevesebb csomag újraküldésre van szükség, így a vezeték nélküli kapcsolat sokkal robosztusabbá és megbízhatóbbá válik. Az 5. generáció úgynevezett marketing jeladó vagy más néven hirdetési módja (Advertising Extension) segítségével átvihető eddigi minimális adatmennyiség és broadcast kapacitás is növekedett. Fontos, hogy ennek a működési módnak a segítségével kezdeményezni lehet egy eszköz számára a nagy hatótávolságú módban történő kapcsolat létrehozást.³⁴ Pontosan ezt használja ki az Intel Open Drone ID projektje is, amely célja, hogy létrehozzanak egy olcsó, mindenki számára elérhető és megbízható drónazonosítási módszert és olyan technológián alapuljon, amelyet a lehető legtöbben fogni tudnak a drón közlelésben. A projekt keretein belül kidolgozott eljárás ezért esetleg WiFi-n, de főként a Bluetooth 5. generációján alapulna. Lényege, hogy előzetes eszköz párosítást nem igénylő módon kisugározza a drón az azonosításra szánt adatcsomagokat. Erre nyújt kézenfekvő megoldást az advertising extension szolgáltatás, amit többek között arra találtak ki, hogy bizonyos helyeken (pl.: üzletekben) telepített Bluetooth adók (proximity marketing beacon) közvetlen közelükben különböző, az adott helyszínhez kapcsolódó információkat automatikusan és kérés nélkül elküldhessen a hatótávolságon belülre került mobiltelefonok számára. Az Open Drone ID specifikációi szolgáltak alapul a korábban részletezett ASTM szabványnak is. Kisugárzott azonosítási célra a Bluetooth és annak is kifejezetten az ötödik generációja az FAA és az ASTM szabvány által a leginkább preferált technológia.

4.2.2.2 IEEE 802.11 – WiFi

A Wifi segítségével megvalósított távoli drónazonosításra jó példa a DJI által implementált technológia, az úgynevezett Direct Drone-To-Phone Remote Identification, vagyis a közvetlen távoli telefonos drónazonosítás. 2019 végén jelentették be az újításukat, mely hardveres beavatkozás nélkül, pusztán szoftverfrissítést követően minden DJI drón képessé válhat saját azonosítójának sugárzására ennek a technológiának köszönhetően.³⁵ Egy telefonos alkalmazás segítségével pedig bárki észlelni tudja a környezetében lévő drónokat és azok azonosítóit. A sugárzott azonosító adatcsomagok a drón egyedi azonosítóján felül annak helyzetét, magasságát, sebességét, irányvektorát és az operátor helyzetét is tartalmazzák, tehát a korábbi azonosítási információkkal kapcsolatos követelményeknek megfelel, olcsó és széles körben elérhető. Az azonosítójuk a WiFi Aware protokollra épül, mely legjelentősebb újítása, hogy kettő vagy több WiFi Aware képes eszköz anélkül is tud egymás között adatokat küldeni és fogadni, hogy azok között az eszközök tulajdonosai kapcsolat létrehozását kezdeményezték volna hasonlóan, mint a korábban ismertetett Bluetooth 5 Advertising Extension esetében. A WiFi Aware már elérhető, viszont kevésbé elterjedt. Az IoT³⁶ alkalmazások szempontjából nagy jelentőséggel fog bírni. A DJI erre épülő azonosítója még nem érhető el a felhasználók számára csak demonstrációs célra hozták létre.

4.2.3 Mobilkommunikációs-technológiák

Az előzőleg bemutatott módszerek a távoli azonosítás kisugárzott kategóriájába sorolhatók. Azonban jól látszik, hogy a jövőbeni pilóta nélküli repülőkkel elvégezhető műveletek során az eddigieknél sokkal nagyobb hatótávolságra lesz szükség. Erre nyújtanak megoldást a távoli drónazonosítás hálózatos kategóriájába sorolható mobilkommunikációs-technológiák negyedik

³⁴ Texas Instruments: Bluetooth 5. 2020.

³⁵ DJI: *DJI Demonstrates Direct Drone-To-Phone Remote Identification*. 2019.

³⁶ IoT: Internet of Things - dolgok internete

és a legújabb ötödik generációja. A 4G LTE³⁷ segítségével már ma is lehetőség van egy drón monitorozására interneten keresztül. A küszöbön lévő 5G azonban a jóval nagyobb adatátviteli sebesség, a közel valós idejű, pár milliszekundumos késleltetésű és magas rendelkezésre állású M2M³⁸ kommunikációnak, valamint az IoT-re optimalizált szolgáltatásainak köszönhetően a pilóta nélküli légi jármű rendszerek számára is ideális megoldás lesz. A drónazonosítás hálózatos formája ugyan kiterjedt földi infrastruktúrát igényel, azonban a mobilszolgáltatók számára ez nem jelent problémát, mivel szolgáltatásaikkal már most is óriási területeket fednek le. A mobilhálózatokhoz használt engedélyköteles frekvenciasávok és a tudatosan menedzselt hálózati kialakításnak köszönhetően jóval megbízhatóbb és robosztusabb alapokra helyezhető a drón és földi szegmense közti kommunikáció mellett a távoli drónazonosítás is az ISM sávokhoz képest. Ebből fakadóan ez egy magasabb költségű és szolgáltató függő megoldás.

5. Összegzés

A publikációban bemutattam a drón szegmens egyik kulcsfontosságú problémáját. Megvizsgáltam, hogy pontosan mit is értünk jelenleg egy drón azonosítása alatt és rávilágítottam arra, hogy eltérő értelemmel bír egy drón azonosítottsága a drónok elleni védekezés és a távoli drónazonosítás kontextusában. A drónok elleni védekezés esetében ez a fogalom inkább a drón aktuális koordinátáira, sebességvektorára, fizikai jellemzőire, esetleg a gyártóra és típusra korlátozódik, azonban a távoli drónazonosítás esetében ez nem elegendő. Ezeknek az információknak ki kell egészülniük olyan egyedi azonosítókkal, amelyek segítségével nem csak a drón, hanem annak operátora, üzemeltetője is azonosítható.

Ezt követően ismertettem a drónazonosítás követelményeit és a pontos definícióit különböző érdekeltségi körök szemszögéből, mint például az európai és az egyesült államokbeli jogalkotás, a nemzetközi szabványosítás, az ipar és a felhasználók. Jól megfigyelhetők az egyes szereplők által támasztott igények közötti eltérések, annak ellenére, hogy abban láthatóan mindenki egyetért, hogy azonosításra szükség van. A hatóságok a maximális biztonságra és felelősségre vonhatóságra törekednek, akár a drónok folyamatos valós idejű követése árán is, de a felhasználók érthető módon a lehető legrugalmasabb és legolcsóbb megoldást preferálják. Az ipari szereplők pedig valahol a két tábor között próbálják érvényesíteni érdekeiket. Számukra kulcsfontosságú, hogy minél hamarabb megoldással álljanak elő az azonosítás problémájára. A termékeiket és azok felhasználását nem bonyolíthatja és drágíthatja meg annyira, hogy az már kontra produktívvá váljon, emiatt pedig csökkenjenek az eladások.

A publikációban kitértem a távoli drónazonosítás lehetséges formáira is, majd bemutattam azokat a legfontosabb technológiai megoldásokat, amelyek segítségével megvalósítható az ismertetett követelményeknek megfelelő távoli drónazonosítás. Megvizsgáltam ezek előnyeit és hátrányait egyaránt. Megállapítható, hogy jelenleg leginkább mobiltelefonokban és az IoT területén elterjedten használt vezeték nélküli kommunikációs technológiák a leginkább preferáltak erre a célra. Hosszú távon pedig ki fogják ezeket egészíteni a mobilkommunikációs hálózatok negyedik, de főként az ötödik generációja által nyújtott szolgáltatások, amire szükség is lesz a látóhatáron túli repülések elterjedése esetén. A klasszikus repülésbiztonsági eszközök, mint az ADS-B, FLARM és az OGN a drónok esetében is inkább az ütközésselkerülésre alkalmasabbak. Az azonosítás több, fontos kritériumának viszont nem felelnek meg.

³⁷ LTE: Long Term Evolution – negyedik generációs vezeték nélküli adatátviteli szabvány

³⁸ M2M: Machine-to-machine Communication – Gép-gép kommunikáció, azaz emberi közreműködést nem igénylő adatáramlás olyan gépek között, amelyek képesek azt feldolgozni, tárolni és továbbítani.

A drónszegmens fejlődésének és drónok további elterjedésének jelenleg az egyik legnagyobb akadálya az azonosíthatatlanságukban rejlik. Az egyre fejlettebb és olcsóbb drónok így növekvő kockázatot jelentenek.³⁹ Hiába szabályozza a jogalkotás a területet, ha azok betartatására és ellenőrzésére nincs eszköze. Hiába fejlesztenek egyre jobb és hatékonyabb CUAV eszközöket, amíg azok képtelenek nagy hatékonysággal beazonosítani az operátort.

Ha az azonosítás kérdésére sikerül találni egy olyan megoldást, amely mind a hatóságok, mind pedig a felhasználók számára is elfogadható, valamint széles körben elterjed, akkor az újabb lendületet fog adni a szektornak. Lehetővé téve a pilóta nélküli repülőket további, széleskörű állami, üzleti és magáncélú biztonságos felhasználását.

Köszönetnyilvánítás:

AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÚNKP-19-3-I-NKE-69 KÓDSZÁMÚ
ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.



Hivatkozások

ANSI/CTA-2063-A: Small Unmanned Aerial Systems Serial Numbers. 2019. 09. url.: <https://shop.cta.tech/products/small-unmanned-aerial-systems-serial-numbers> (Letöltve: 2020. 03. 22.)

ASTM F3411-19: Standard Specification for Remote ID and Tracking, DOI: 10.1520/F3411-19, 2019. url.: <https://www.astm.org/Standards/F3411.htm>, (Letöltve: 2020. 03. 28.)

Bódi Antal, Szabó Tivadar, Wühl Tibor.: *Drónok követése közhiteles módon*. Repüléstudományi Közlemények XXVIII. 2. 2017. 111-118. url.: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_2/2017-2-10-0374_Bodi_A-Szabo_T-Wuhl_T.pdf (Letöltve: 2020. 03. 20.)

Crenshaw, Michael: *License Plates for Drones: Resolving Privacy Concerns Using Remote Identification Technology*. Journal of Engineering and Public Policy vol.20. 2016. 08. url.: https://www.researchgate.net/publication/306091407_License_Plates_for_Drones_Resolving_Privacy_Concerns_Using_Remote_Identification_Technology (Letöltve: 2020. 03. 15.)

DJI: *DJI Adds Airplane And Helicopter Detectors To New Consumer Drones*, DJI News, 2019. 05. 22. url.: <https://www.dji.com/newsroom/news/dji-adds-airplane-and-helicopter-detectors-to-new-consumer-drones> (Letöltve: 2020. 03. 15.)

DJI: *DJI Demonstrates Direct Drone-To-Phone Remote Identification*, 2019. 11. 13. url.: <https://www.dji.com/newsroom/news/dji-demonstrates-direct-drone-to-phone-remote-identification>, (Letöltve: 2020. 03. 20.)

Dobi Sándor Gábor, Fekete Róbert Tamás, Rohács Dániel: *Az európai UTM helyzete és jövője*. Repüléstudományi Közlemények XXX. 2. 2018. 189-204. url.: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2018_2/2018-2-17-0467_Dobi_Sandor_Gabor_et_al.pdf, (Letöltve: 2020. 03. 20.)

EU 2019/945: A pilóta nélküli légi jármű-rendszerekről és a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek harmadik országbeli üzembentartóiról, Melléklet 6. rész, 2019. 05. 24. url.: <https://eur->

³⁹ Huszár Péter: Ukrajna közösségi finanszírozású, katonai célokat szolgáló oktokoptereinek elemzése. Hadmérnök XIV. 2. 2019. 34-43.

lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0945&from=EN (Letöltve: 2020. 03. 15.)

EU 2019/947: Az Európai Bizottság végrehajtási rendelete a pilóta nélküli légi járművekkel végzett műveletekre vonatkozó szabályokról és eljárásokról, 2. cikk, 1. bekezdés, 2019. 05. 24. url.: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=EN> (Letöltve: 2020. 02. 24.)

FAA 2019-1100: Remote Identification of Unmanned Aircraft Systems, Proposed Rule, 2019. url.: <https://www.federalregister.gov/documents/2019/12/31/2019-28100/remote-identification-of-unmanned-aircraft-systems> (Letöltve: 2020. 03. 15.)

FAA: *How to Label Your Drone.* url.: https://www.faa.gov/uas/getting_started/register_drone/media/UAS_how_to_label_infographic.pdf (Letöltve: 2020. 03. 15.)

FLARM: Solutions for UAS operators. url.: <https://flarm.com/solutions/for-organizations/uav-drone-operators/> (Letöltve: 2020. 03. 20.)

Huszár Péter: *Ukrajna közösségi finanszírozású, katonai célokat szolgáló oktokoptereinek elemzése.* Hadmérnök XIV. 2. 2019. 34-43. url.: http://www.hadmernok.hu/192_03_huszar.pdf (Letöltve: 2020. 03. 20.)

Kittyhawk: *Remote ID & Commercial Drones.* Kittyhawk White Paper, 2019. url.: <https://kittyhawk.io/resources/Remote-ID-White-Paper.pdf?dl=1> (Letöltve: 2020. 03. 15.)

Makkay Imre: *ADS-B és a drónok.* Repüléstudományi Közlemények, XXXVII. 2. 2015. 272-278. url.: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015_2/2015-2-20-0221_Makkay_Imre.pdf (Letöltve: 2020. 03. 15.)

Makkay Imre: *Másodlagos információforrások a légtérben.* Repüléstudományi Közlemények XXXI. 1. 2019. 103-112. url.: <http://journals.uni-nke.hu/index.php/reptudkoz/article/view/266/38> (Letöltve: 2020. 03. 15.)

Makkay Imre: *Ütközések elkerülése a kisgépes és a pilóta nélküli repülésben.* Repüléstudományi Közlemények, XXIX. 1. 2017. 59-66. url.: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_1/2017-1-04-0378_Makkay_Imre.pdf (Letöltve: 2020. 03. 15.)

Ramsey, Christian: *Why Bluetooth is a Bad Idea for Drone Remote Identification.* url.: <https://uavionix.com/drone-remote-identification/>, 2019. 10. 07. (Letöltve: 2020. 03. 20.)

Schulman, Brendan: *We Strongly Support Drone Remote ID. But Not Like This.* 2019. url.: <https://content.dji.com/we-strongly-support-drone-remote-id-but-not-like-this/> (Letöltve: 2020. 03. 20.)

Singh, Adi et alii: *A Zero-Cost Solution for Remote Identification and Tracking of sUAS in Low Altitude Flights* 2018. url.: <https://media.ford.com/content/dam/fordmedia/North%20America/US/2018/03/07/Ford-A-Zero-Cost-Solution-for-Remote-Identification.pdf> (Letöltve: 2020. 03. 10.)

sz.n.: LightCense Drone Visual ID, url.: <http://www.lightcense.co/> (Letöltve: 2020. 03. 15.)

Texas Instruments: Bluetooth 5. url.: <http://www.ti.com/wireless-connectivity/simplelink-solutions/bluetooth-low-energy/overview/bluetooth-5.html> (Letöltve: 2020. 03. 20.)

uAvioni: PING-200SR MODE S ADS-B Transponder datasheet, 2018. url.: <https://uavionix.com/downloads/ping200s/Ping200Sr-Data-Sheet-API.pdf> (Letöltve: 2020. 03. 15.)

uAvioni: PING-200X Certified MODE S ADS-B Transponder datasheet, UAV-1002852-001 Rev B2019. url.: <https://uavionix.com/downloads/ping200X/Ping200XDataSheet.pdf> (Letöltve: 2020. 03. 15.)

uAvioni: PING-20SI MODE S ADS-B Transponder datasheet, 2019. url.: <https://uavionix.com/downloads/ping20s/Ping20Si-DataSheet.pdf> (Letöltve: 2020. 03. 15.)

uAvionix: UAS termékek weboldal, url: <https://uavionix.com/uas/> (Letöltve: 2020. 03. 22.)

Vránics Dávid, Palik Mátyás, Bottyán Zsolt: *Esettanulmány egy nyílt repüléstámogató rendszer biztonságáról*. Repüléstudományi Közlemények XXX. 1. 2018. 185-194. url.: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2018_1/2018-1-13-0460_Vranics_D_F-Palik_M-Bottyán_Zs.pdf (Letöltve: 2020. 03. 15.)