

Mini UAV rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre

BEVEZETÉS

A repülés gondolata már a kezdetektől fogva izgalommal telítette meg az ember tudatát, mivel a földi és a vízi közeg meghódítása testi adottságokból adódóan lehetséges volt, azonban a magasság birodalma évszázadokon keresztül elérhetetlen célnak bizonyult. Már az ókori legendák és mítoszok világában is fellelhető ez a repülés iránti vágy, ahogyan azt megtalálhatjuk Daidalosz és Ikarosz történetében is, ahol Ikarosz vesztét az ég felé vágyódás okozta, mivel eufórikus állapotában túl közel repült a Naphoz. [1] Az emberiség fejlődésével a 21. században már bárki könnyen hozzáférhet olyan eszközökhöz, amiknek az alkalmazásával megtapasztalhatja a repülés érzését. Az ilyen típusú vezető nélküli légi járművek felhasználása tekintetében egy új irányzat jelent meg, amit az emberiséget körbeölelő természet megfigyelése, értelmezése és lemodellezése ihletett és a benne rejlő lehetőségek határai még nem láthatóak. Ez az új kutatási terület a raj technológia.

Tanulmányom során a pilóta nélküli légi járművek (UAV¹) egy speciális eszközcsoportjával foglalkozok, ami többek között a technikai paraméterei alapján került megkülönböztetésre. A kategorizálás alapjául a Föld legnagyobb UAV flottájával rendelkező országának, az Amerikai Egyesült Államoknak (USA²) az aktuális katonai ütemtervét vettem alapul, ami iránymutatást biztosít az elkövetkező évtizedekre nézve a pilóta nélküli légi jármű rendszerek (UAS³) tekintetében. A doktrína 5 különböző csoportba sorolja a drónokat, a pár centiméteres harcászati szinten alkalmazható egyedektől egészen a pilóta által vezetett repülőgépek méretével megegyező és stratégiai szinten alkalmazott társaikig. Az 1. ábrán láthatóak az egyes kategóriákhoz hozzárendelt paraméterek intervallumai. Az 1-es és 2-es csoportba tartozó UAV-re a miniatűr pilóta nélküli légi jármű, vagy a kis pilóta nélküli légi jármű (SUAV⁴) specifikált megnevezés használható. Jellemzőjük az egyszerű hordozhatóság, ami kis méretükből és könnyű szerkezetükből ered. Tömegük nem haladja meg a 25 kg-t ezért a tárolásuk probléma mentesen kivitelezhető, valamint tömeges alkalmazásuk, rajban történő szervezésük anyagigénye és logisztikai kiszolgálása is minimális. Felhasználásukat tekintve

¹ Unmanned Aerial / Air Vehicle – Pilóta nélküli légi jármű

² United States of America – Amerikai Egyesült Államok

³ Unmanned Aerial / Aircraft System – Pilóta nélküli légi jármű rendszer

⁴ Small Unmanned Aerial / Air Vehicle – Kis pilóta nélküli légi jármű

dandár szint alatt alkalmazhatóak hírszerzési, megfigyelési és felderítési (ISR⁵) feladatok végrehajtására, illetve célkövetésre (TA⁶), azonosításra. A drón rajok megvalósításának szempontjából ez a két csoport előnyös.[2][3]

UAS kategória	Maximum felszállási súly (kg)	Normál üzemi magasság (m)	Repülési sebesség (km/h)
1-es csoport	< 9	< 365	< 185
2-es csoport	9 – 25	< 1067	< 463
3-as csoport	< 600	< 5490	< 463
4-es csoport	< 600	< 5490	> 463
5-ös csoport	> 600	> 5490	> 463

1. ábra Amerikai Egyesült Államok jelenlegi UAS csoportosítása⁷

Napjainkban már a konvencionális hadviselés részévé váltak a pilóta nélküli légi eszközök. Alkalmazásukkal előerő kockáztatása nélkül lehetséges a jelenlét biztosítása veszélyes területeken. Azonban a stratégiai és hadászati szinten alkalmazható típusok logisztikai igénye vetekszik a hagyományos, pilóta által vezetett repülőgépekével, valamint beszerzési és fenntartási költségeik is jelentősek. Ezzel szemben a SUAV-k olcsón beszerezhetőek, egyszerűbb a felépítésük, esetleges meghibásodások esetén könnyen pótolhatóak, javíthatóak. Az előbb említett jellemzők is lehetővé teszik a tömeges alkalmazásukat, ami rajba szervezve és kellő kollektív intelligenciával ellátva optimális megoldást jelenhet. Ugyanakkor nem szabad figyelmen kívül hagyni fizikai korlátaikat, akár területfelügyeletre, védelemre is alkalmazhatóak közepes bevetési távolság mellett, amennyiben biztosított az akkumulátorok és autonóm töltése.

A továbbiakban a pilóta nélküli légi járművek rajba történő szervezésében rejlő lehetőségeket fogom részletezni, figyelmet szentelve azok potenciális felhasználási területeire.

⁵ Intelligence, Surveillance and Reconnaissance – Hírszerzés, megfigyelés, felderítés

⁶ Target Acquisition – Célkövetés

⁷ Szerző szerkesztette [3] p.12., 2-2 táblázat alapján, szerkesztés ideje: 2018.03.23.

A MINI PILÓTA NÉLKÜLI LÉGI JÁRMŰ RAJOK NEM KATONAI CÉLÚ FELHASZNÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

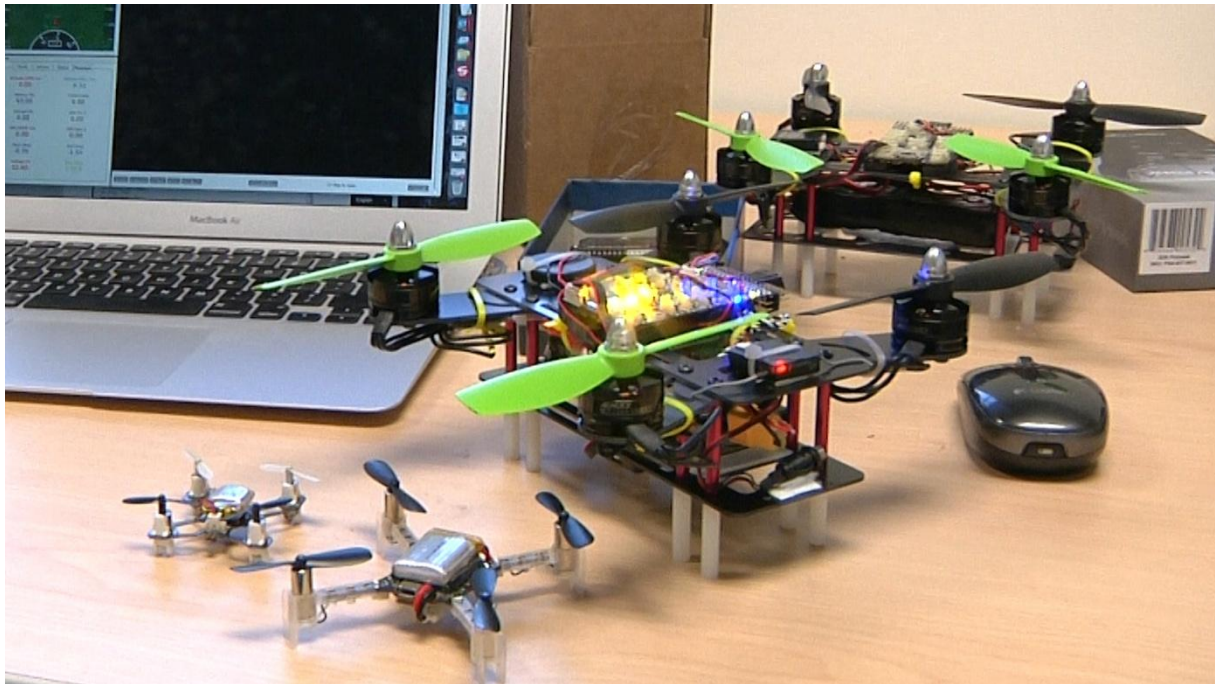
A pilóta nélküli légi eszközök technológiájának 21. századi rohamos fejlődésével csak idő kérdése volt, hogy mikor jelennek meg típusok a kereskedelmi forgalomban is. Ehhez szükséges volt az UAV-k piaci árának csökkenése, de a tendenciában igazán nagy lendületet az Amazon vezérigazgatójának a 2013-as bejelentése okozta, hogy kereskedelmi drónokat fog a cég használni kiszállítási célból. Ettől kezdve virágzik a civil felhasználása az UAV-nek, olyan szinten, hogy 2020-ig a kereskedelmi forgalmú UAV-k éves piacára 19% növekedést becsülnek, míg a katonaira 5%-t. A robbanásszerű elterjedéséből következik, hogy napjainkban az élet majdnem minden területén kísérleteznek az alkalmazásukkal. A következő nagy előrelépést a pilóta nélküli légi jármű rajok kereskedelmi megjelenése fogja okozni, amivel kapcsolatos eseményeknek már most szemtanúi lehetünk különböző látványos drón show-k példájában, ez azonban még kiforratlan technológia. A fejezetben a mini UAV rajok alkalmazásának lehetőségeit fogom felvázolni többek között a civilszféra, rendvédelmi erők és katasztrófavédelem területein.[4][5]

Katasztrófavédelem

A mini UAV rajok egyik potenciális alkalmazási területe a katasztrófavédelem szerveinek a támogatásában nyilvánul meg a keresési és kutatási feladatok során. A raj bevetésével emberi élet kockáztatása nélkül lehetséges veszélyes területek vizsgálata. Egy földrengés, földcsuszamlás, hurrikán vagy cunami bekövetkezése esetén az érintett terület közlekedési infrastruktúrája is nagyban sérül, elszigetelt területek alakulnak ki. Erre a problémára nyújtana megoldást a mini UAV raj alkalmazása több szempontból is. A SUAV raj mozgási tartományára nincsen hatással a földfelszínen kialakult akadályok, így szabadon végezheti a kutatási feladatait. A kutatásra szükséges időben jelentős redundancia érhető el, mert a raj magas tagszámának köszönhetően kevesebb idő alatt lényegesen nagyobb területet tudnak átkutatni az áldozatok után, mint a földi egységek, vagy egy hagyományos UAV. A kis méretükből kifolyólag nehezen hozzáférhető helyeket is át tudnak vizsgálni, így növelve az esélyét, hogy egy az épület alá beszorult személyre sikeresen találjanak. Végül az eszközök hasznos terhére olyan szenzorok szerelhetők, amik az optikai tartományon kívül is képesek felderítést végezni, így túlélők után kutatva a testhőmérséklet detektálható infravörös (IR⁸) szenzorokkal. Több jelenlegi kutatás is felelthető a témában. Közülük egy olyat emelnék ki,

⁸ Infra Red – Infravörös

ahol maga a raj helyszínre történő transzportálása is egy nagyobb méretű pilóta nélküli légi járművel történik, ami kibocsátja a kisebb egyedeket, ahogyan az a 2. ábrán is látható.[6]



2. ábra Katasztrófák esetén rajban alkalmazható szállító és kutató UAV-k⁹

Földfelszín térképezés

A mini pilóta nélküli légi jármű rajok alkalmazhatóságuk tekintetében a földfelszín háromdimenziós (3D¹⁰) térképezésre is biztosítanak megoldást. Az eljárás előnye, hogy a hagyományos földfelszín térképezéssel szemben kellő raj taglétszám megléte esetén valós idejű 3D-s térkép kapható, amire egy példa látható a 3. ábrán. Ez az információ felhasználható különböző objektumok védelmének a kialakítása során. A valós idejű térképen időben detektálható az illetéktelen behatoló és lekövethető a tevékenysége a biztonsági erők kiérkezéséig.. Azért elengedhetetlen a drónok rajban történő alkalmazása, mert a 3D-s térkép kialakításához egy adott időpillanatban több szögből történő rálátás szükséges, ami csak több egyed bevetésével kivitelezhető.[7]

⁹ https://images.techhive.com/images/article/2015/08/wtu_082415_disasterdrones-100609837-orig.jpg, letöltés ideje: 2018.04.02.

¹⁰ Three – diemnsional – Háromdimenziós

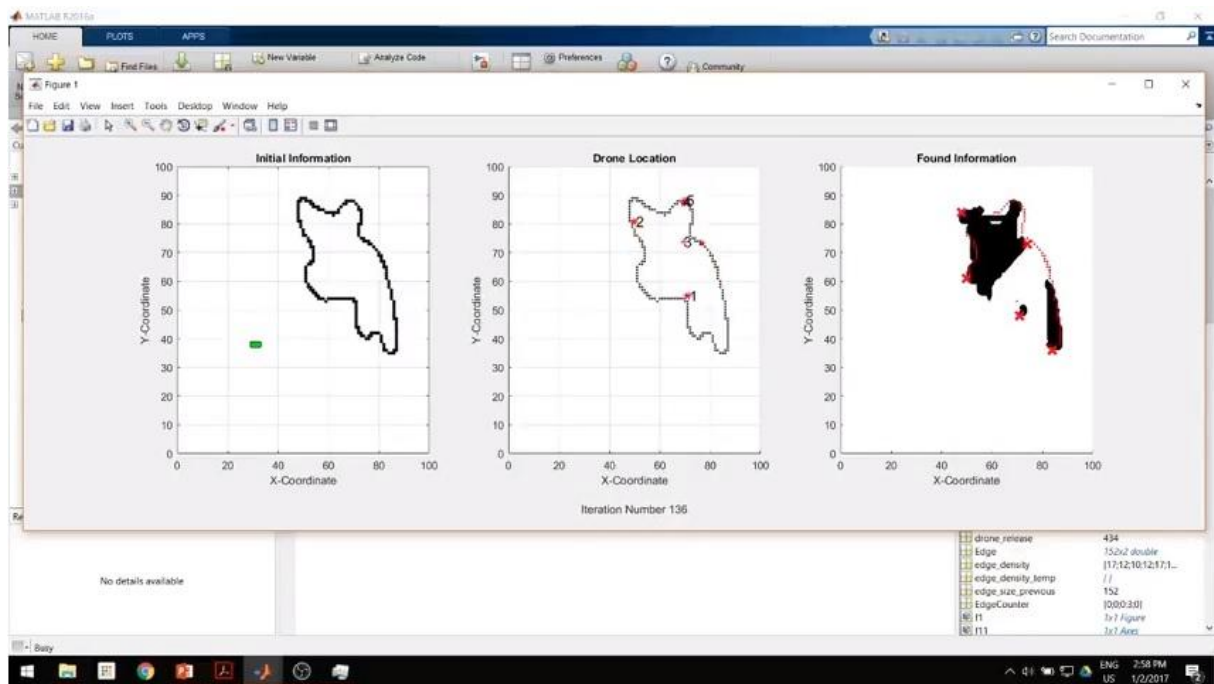


3. ábra 3D térkép egy objektumról és a környező területről¹¹

Környezetvédelem

Napjaink egyik fő energiahordozója a kőolaj, viszont sajnálatos módon előfordulnak olyan esetek, hogy egy vezeték meghibásodása vagy tanker hajó sérülése ökológiai katasztrófát eredményez. A jelentős károk elhárítása érdekében elsőként a kiömlött olajfolt kiterjedését kell meghatározni, amiben az UAV raj nyújt gyors megoldást. A levegőben szállva rövid idő alatt nagy területeket képesek átvizsgálni, ami tovább növelhető magasabb raj létszám alkalmazásával. Az eljárás során a felbocsájtott botok apró területeket vizsgálnak meg, ami során eldöntik, hogy az alattuk víz, olaj, vagy az olajfolt széle. Majd ezt továbbítják egymás felé, annak érdekében, hogy ugyan azt a területet ne elemezzék kétszer feleslegesen. A továbbítandó adatmennyiség csökkentése érdekében, célszerű a raj tevékenységét irányító programot úgy kialakítani, hogy az észlelt olajjal szennyezett szakasz mellett elhelyezkedő területről automatikusan azt feltételezzék a drónok, hogy szintén olaj, így csak az állapot változás adatait továbbítják. A raj tagjai által felderített terület adataink a fúziójából kapható meg a teljes olajjal szennyezett szakasz, ahogyan azt a 4. ábrán is. A felderített terület ismeretében már hatékonyan lehetséges a szennyezés menetesítése.[8]

¹¹ <http://www.easternuas.com/wp-content/uploads/2018/01/3D-Mapping-images-2.png>, letöltés ideje: 2018.04.05.



4. ábra Olajjal szennyezett terület meghatározása UAV raj alkalmazásával¹²

Szórakoztatóipar

A szórakoztatóipar területén belül található a legtöbb gyakorlati példa mini UAV rajok alkalmazásának tekintetében, amik során a raj tagjai fénykibocsátó diódákkal (LED¹³) vannak ellátva, amiknek a színe változtatható. Az ilyen pilóta nélküli légi járművek alakzatba szervezése, különböző formációk alkotása látványos légi jeleneteket, egyféle „drón show”-t eredményez. Az UAV rajok efféle hasznosítása alternatív lehetőséget biztosít a tűzijátékok kiváltására, valamint nagyobb megvalósítási teret enged a műsorok tervezőinek, de akár egy új terület, az égbolt felülete is kitérülhet a reklámok megjelenésének általuk. A legfrissebb adatok alapján a kínai EHang cég jelenleg a Guinness-rekord tartó a „*legtöbb pilóta nélküli légi jármű egyidejű levegőben tartózkodása*” kategóriában. Ezt a rekordot 2018.04.29-én állították fel, amikor Xi'an városa felett 1374 drónt reptettek egyidejűleg, ahogyan azt az 5. ábra is mutatja.[9]

¹² Szerző szerkesztette <https://www.youtube.com/watch?v=dyE7FIIfNyo> alapján, szerkesztés ideje: 2018.04.10.

¹³ Light Emitting Diode – Fénykibocsátó dióda

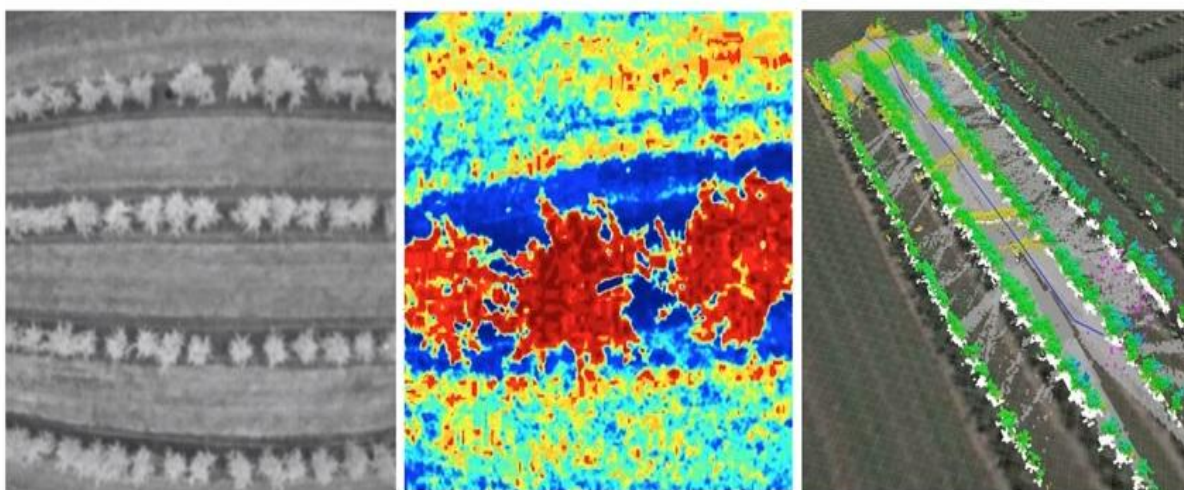


5. ábra EHang cég sikeres világrekord kísérlete 1374 UAV reptetésével¹⁴

Mezőgazdaság

A 21. század egyik problémája a Föld túlnépesedésével járó élelmiszerhiány, amire a mezőgazdaság fejlesztése jelent megoldást. Ebben jelenthet segítséget az UAV rajok alkalmazása. A kiterjedt agrárterületek növény állományát a raj tagjai probléma mentesen képesek berepülni, miközben szenzoraikkal információt gyűjtenek a termés állapotáról. Az érzékelt információk feldolgozásából különböző térképek készíthetők, amik alapján nyomon követhető a várható termés mennyisége, minősége, kikövetkeztethető a betakarítás valószínű időszaka, amihez hozzárendelhetővé válik a szükséges tárolási, valamint szállítási kapacitás igénye, ezzel optimalizálva a termelés folyamatát. Három térkép látható a 6. ábrán is. Már léteznek olyan koncepciók, amelyek szerint a mezőgazdasági területek mellett elhelyezett konténerekből felszállva az UAV teljesen autonóm módon képes kivitelezni a felszállást, repülést, információgyűjtést, leszállást, töltődést és az adatok feldolgozását, kiértékelését. A raj elemeit megfelelő érzékelőkkel látják el, a gyakori monitorozások alkalmával korai betegség előrejelzést is képesek kivitelezni, megállapítva azok kiindulási gócpontjait. Ezáltal lehetőséget biztosítva a hatékony védekezés kivitelezésére és a keletkező károk minimalizálására.[10]

¹⁴ Szerző szerkesztette <https://www.youtube.com/watch?v=4mHDDG3FCjs> alapján, szerkesztés ideje: 2018.05.04.



6. ábra Mezőgazdasági terület monitorozása UAV raj alkalmazásával¹⁵

Rendőrség

A rendfenntartó erők eddig is alkalmaztak hagyományos helikoptereket, azonban a pilóta nélküli légi jármű rajok alkalmazása új lehetőségeket hordoz magában aminek a következők az előnyei. A helikopterrel szemben a raj gyorsabb reagálási képességgel bír, a magas egyedszámnak köszönhetően kiterjedtebb területeket képesek lefedni, valamint a bevetésük jelentősen olcsóbb. Az urbanizált, sűrűn szegdelt területek esetén is jó manőverező képességgel bírnak, valamint a kis méretükből kifolyólag könnyedén képesek épületek között is feladatot véghez vinni. Felhasználásuk tekintetében tömeges rendezvények, zavargások alkalmával biztosíthatnak megfelelő helyzetismeretet a rendőri erőknek. A drónokra szerelt szenzorok segítségével nappal és éjszaka, rossz látási viszonyok között is képesek valós idejű képet szolgáltatni, ezzel is támogatva a rendőrséget, ahogyan az a 7. ábrán is megfigyelhető. Viszont ugyan ezekkel a szenzorokkal ellátva, nem csupán tüntetések során alkalmazhatóak, hanem kutatás és mentési (SR¹⁶) feladatok során is, ahol minden elvesztegetett idő számít egy eltűnt személy megtalálása érdekében. Ilyen esetekben az UAV raj tagjai képesek pontos és gyors kutatást kivitelezni, összevetve a földi kereső egységekkel.[11]

¹⁵ Szerző szerkesztette <https://www.youtube.com/watch?v=mUeyfLIGtLQ> alapján, szerkesztés ideje: 2018.05.10.

¹⁶ Search and Rescue – Kutatás és mentés

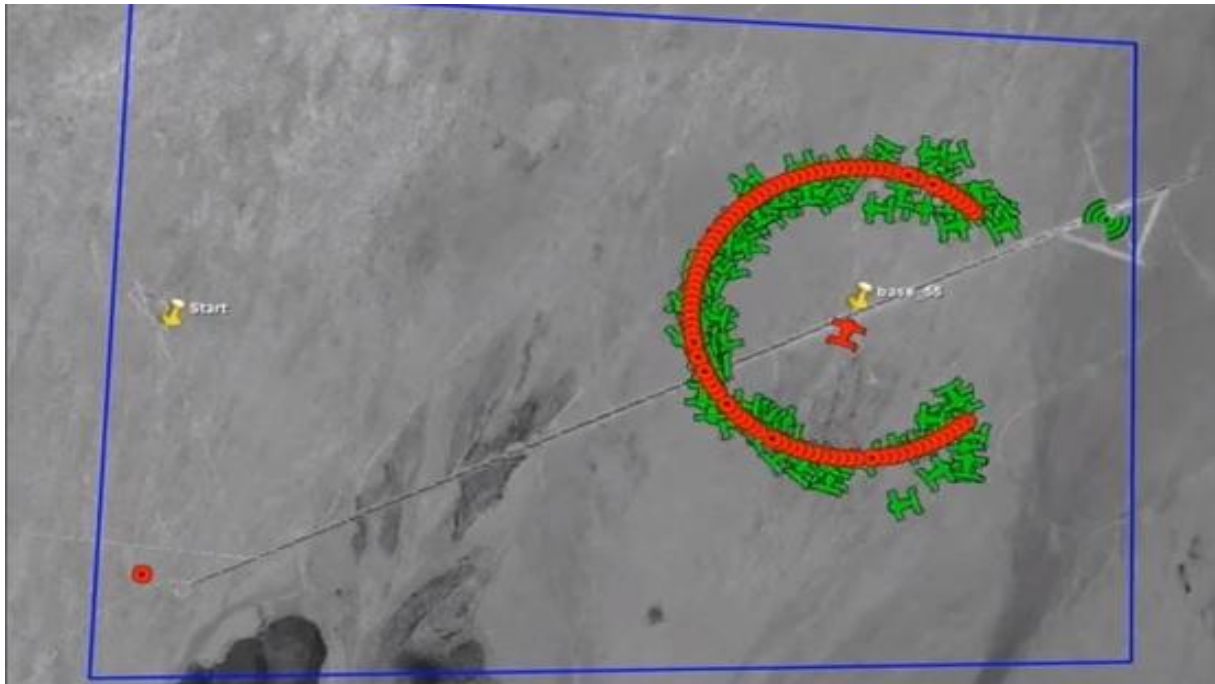


7. ábra Rendőrségi UAV-ről készített termál kép¹⁷

A MINI PILÓTA NÉLKÜLI LÉGI JÁRMŰ RAJOK KATONAI CÉLÚ ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

A pilóta nélküli légi eszközök története során végig követhető, hogy az egyes háborús konfliktusok milyen hatással bírtak a fejlődés irányára és ütemére. Ez a tendencia jelenleg is megmaradt, és a legújabb kísérletek, a raj technológia alkalmazása felé tartanak. A katonai szféra is felismerte a rajokban rejlő lehetőségeket, amelyik területen a legújabb gyakorlati alkalmazás 2016. október 25-én került sor, a Mojave-sivatagban található China-Lake elnevezésű, amerikai légierő kísérleti támaszpontján, ahol sikeresen teszteltek egy több mint 100 tagú UAV rajt. A gyakorlat során 3 db F/A-18 Super Hornet vadászgép szárnyai alá felerősített gondolákból összesen 103 db Perdix mini UAV-t szórtak ki, amik a levegőbe jutást követően önállóan rajba szerveződtek, kialakították a kommunikációs összeköttetést a társaik között és végrehajtottak 4 küldetést. Ebből 3 feladat egy megadott célpont feletti körözés volt, míg a 4. pedig egy 100 méter széles kör kialakítása, ahogyan az a 8. ábrán is látható.[12][13]

¹⁷ Szerző szerkesztette <https://www.youtube.com/watch?v=7qxRTRXsHW0> alapján, szerkesztés ideje: 2018.05.13.



8. ábra Perdix raj 4. küldetésének végrehajtása közben¹⁸

A gyakorlat jelentősége abban nyilvánul meg, hogy a bevetési környezet komplexitása miatt nem programmal előre szinkronizált egyedek vesznek részt a rajban, hanem kollektív szervezetet alkotnak, közös tudattal rendelkeznek, amin keresztül megvalósul a döntéshozatal, valamint az adaptív formációrepülés, így külső beavatkozás nélkül képesek ellátni a feladataikat. A kollektív tudat kialakítása azért is elengedhetetlen a raj működésében, mivel nem rendelkezik vezető egyeddel, minden tagja egyenrangú, ezért bizonyos fokú veszteség ellenére is sikeresen képes elérni célját. A fejezet további részében a mini pilóta nélküli légi jármű rajok katonai felhasználásának a lehetőségeit fogom ismertetni három csoportra bontva.[12][13]

Mini pilóta nélküli légi jármű raj támadásban való alkalmazása

A mini UAV rajokat támadásban precíziós csapásmérésre kiváló módon lehet felhasználni. Jelentős mértékben növelhető a fegyverek pontossága a raj egyedeivel kombinálva, és mint platform juttatnák az ellenséghez. A hagyományos kazettás bombák hatékonysága sokszorosára emelhető, ha a bombából kizúduló általános robbanótöltetek helyett megannyi robbanószerral megrakodott drónt szórnak ki. A hagyományos kazettás bomba töltetei csak egyszerűen becsapódnak, míg a rajjal kombinált verzió esetén pontos csapásmérés végezhető.

¹⁸ Szerző szerkesztette <https://www.youtube.com/watch?v=bsKbGc9TUHc> alapján, szerkesztés ideje: 2018.05.16.

Még zuhanás közben az UAV-k autonóm módon összegyűlhetnek, ezzel növelve a pusztítás koncentráltságát egy erőbben védett célpont esetén, vagy nyomban szétszórhatnak különálló, előre meghatározott, gyengén páncélozott célokra. A raj minden tagja tartalmaz egy meghatározott mennyiségű robbanószert, amivel eltalálva a célpontját megsemmisíti vagy harcképtelenné teszi azt. Az ilyen típusú pilóta nélküli légi eszközöket, amik robbanófejjel, vagy robbanóanyaggal vannak ellátva és az ellenség felrobbantására tervezték őket, úgynevezett „*intelligens löszereknek*” is nevezik.. Rendszerint magas felbontású kamerával vannak felszerelve, ami az infravörös tartományban is érzékel, ezzel biztosítva, a célpont hibátlan azonosításának a lehetőségét még a csapás kiváltása előtt. A jövőben egyre több helyen fognak előfordulni, mivel magas precizitású támadásokat lehet kivitelezni velük a járulékos károk minimalizálása mellett.[14]

Mini pilóta nélküli légi jármű raj védelemben való alkalmazása

A mini UAV rajok felhasználása védelemben két alkalmazásban nyilvánul meg, az elektronikai megtévesztésben, csali célok formájában, valamint fix telepítésű bázis védelemben. Csali cél alkalmazása esetén hasonlóan működnek, mint egy szögviszaverő. A besugárzásukra küldött radar jelet minél nagyobb mértékben visszaveri és ennek az a következménye, hogy nagyobb kiterjedésű vagy több célnak látszik a radar indikátorán. A raj csali célként való alkalmazása esetén képes megtéveszteni az ellenség erejét, ha pedig csapást mérnek rá, akkor az különösebb károk nélkül túlvészeli azt, hisz nagy a műveleti rugalmassága és csak pár botot kell átpozícionálni. Míg az ellenség oldaláról egy költséges légvédelmi rakétába került a művelet, addig a rajból elpusztult néhány egyed összege elenyésző. A megfelelő módon használva a csali célokat ilyen módon a másik félnek idővel finanszírozási problémák okozhatók. Ugyanakkor vadászgépek önvédelme képen is lehet alkalmazni őket. Amint a rajt szállító gép elérkezik az ellenséges légvédelem közelébe egy rajnyi csali célt kibocsájtva átmenetileg megzavarhatja a légvédelmi erőket, elegendő időt biztosítva a vadászgépnek, hogy csapást mérjen, vagy elhagyja a veszélyes területet.

Védelem esetén a mini UAV rajok rugalmasan alkalmazhatóak ezért alkalmasak pilóta nélküli légi járműtámadások elhárítására is, egyféle „*kamikaze*” eljárást alkalmazva, belecsapódva a betolakodó gépbe, ezáltal megsemmisítve azt. Jelentős szerepet tölthet be nagyobb, stratégiai katonai komplexumok biztosításáért, valamint a már kiépített biztonsági rendszereket támogatva növelhető a légi védelem szintje. Ilyen hely többek között a saját erők

reptere, légi bázisa, rakéta-, űrhajó indító állások környéke. Statisztikai kutatások kimutatták, hogy a drón rajtámadás ellen a leghatékonyabb védekezés egy másik mini UAV raj. Ez a kettősség könnyen fegyverkezési versenyhez vezethet, amit az a fél fog megnyerni, aki magasabb szintű algoritmussal képes vezérelni a raját.[15][16]

Mini pilóta nélküli légi jármű raj támogatásban való alkalmazása

A mini UAV rajok felhasználása kiemelkedő a támogató feladatokban. A kis méretük miatt remekül használhatóak harci kutatásra és mentésre (CSAR¹⁹). Akár egy szakasz néhány elszigetelt tagját, vagy lelőtt gép pilótáját kell felkutatni a SUAV raj mozgékonyságának köszönhetően gyorsan és hatékonyan képes átfésülni az ellenséges területet. A magas egyedszám bevetésével pedig nagyobb földfelszínt képesek átkutatni egységnyi idő alatt, így növelve a sikeres megtalálás esélyét. A keresett személy felfedése után a raj tagjai folyamatos képi összeköttetéssel támogatják a helyszínre érkező mentő csapat tevékenységét. A kis méretükből kifolyólag veszélyes területekre is berepülhetnek a raj egyedei, mert nehezebb felfedni és hatékony csapást mérni rájuk.[15][16]

A következő támogatási tevékenység, amit képes ellátni a SUAV raj a felderítés. Az ISR az UAV-hez tartozó klasszikus funkció. A variálható hasznos teher függésében különböző kamerák, szenzorok helyezhetők rájuk, egy rajon belül így akár külön specifikus csoportosulásokat is létre lehet hozni, ezzel biztosítva, hogy minél több forrásból szerezzenek információt, így akár lehetséges, hogy egy rajon belül lehetnek olyan tagok amik rádióelektronikai felderítést (SIGINT²⁰), képi felderítést (IMINT²¹), műszeres felderítést (MASINT²²) végeznek, vagy harci kárbecslést (BDA²³). Esetleges tűzjelöléshez szükséges célzás pontosságának a növelése érdekében eredményes lehet a raj pár tagját lézeres célrávezetővel ellátni, így biztos találat válik kivitelezhetővé. Ez olyan esetekben különösen fontos, amikor a felderítésük során olyan célpontot találnának, ami kiemelt prioritásúnak számít, így a felderítést megszakítva a célpont közelében maradva, megfigyelve azt, észrevétlenül várják, amíg megérkezik a kért csapás. Az ilyen típusú csapás akár érkezhethet egy nagyobb méretű UAV-ről is, így az eszközök kombinált használatával maximalizálva ki a

¹⁹ Combat Search and Rescue – Harci kutatás és mentés

²⁰ Signal Intelligence – Rádióelektronikai felderítés

²¹ Image Intelligence – Képi felderítés

²² Measurement Intelligence – Műszeres felderítés

²³ Battle Damage Assessment – Harci kárbecslés

bennük rejlő képességeket. A mini UAV rajok jól használhatóak kisalegység szintjén, mivel egyszerű szerkezetűek és a katona alapvető felszerelését képezhetik, ezáltal alkalmazásuk esetén a harcolókat folyamatos és friss helyzetismerettel (SA²⁴) láthatnák el.[15][16]

ÖSSZEGZÉS

Kijelenthetjük, hogy a pilóta nélküli repülőeszközök története során az esetek többségében mind katonai fejlesztések voltak, azt is hozzá téve, hogy legtöbb újítás a világban zajló háborúk, konfliktusok generálták. Ez a tendencia van megváltozóban a 2010-es évektől kezdve, amikor is széles körben elterjedtek a kereskedelmi UAV-k. A civil piac az évek folyamán pedig folyamatos és gyors ütemű növekedést tanúsít miközben egyre több újítással áll elő. Ugyanakkor mindenképpen ki kell emelni, hogy a raj technológiának is vannak korlátai, ami az irányításért felelős algoritmusok hiányában nyilvánul meg. Ennek ellenére a mini UAV rajok alkalmazása jelentős szerepet fog betölteni a jövő hadviselésében, különös képen, ha minél magasabb szintű autonóm viselkedés párosul a raj intelligencia mellé. A technológia maga még kiforratlan, de a költséghatékonysága miatt minden országnak érdemes elgondolkodnia beruházásokon a raj intelligenciával kapcsolatos projektekbe, mivel a globális piacon még nem alakultak ki jelentős különbségek. A mini UAV rajok mellett szól a gazdaságosság érve is, mivel egy teljes raj minden egyes tagjával is töredék annyiba kerül, mint egy hagyományos UAV, a fenntartási és szerelési költségeket nem is említve.

²⁴ Situational Awareness – Helyzetismeret

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] TRENCSENYI – WALDAPFEL Imre: Görög regék, Móra Könyvkiadó, Budapest, 1976.
- [2] Defense Spending by County, <https://www.globalfirepower.com/defense-spending-budget.asp>, letöltés ideje: 2018.03.23.
- [3] „*Eyes of the Army*” U.S. Army Roadmap for Unmanned Aircraft Systems 2010-2035, p.12, <http://www.rucker.army.mil/usaace/uas/US%20Army%20UAS%20RoadMap%202010%202035.pdf>, letöltés ideje: 2018.03.23.
- [4] Amazon Prime Air, <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?node=8037720011>, letöltés ideje: 2018.03.27.
- [5] DESJARDINS, Jeff: The Emergence of Commercial Droens, <http://www.visualcapitalist.com/emergence-commercial-drones/>, letöltés ideje: 2018.03.27.
- [6] Inside Ames: Drone Swarms for disaster response, <https://www.computerworld.com/video/57163/inside-ames-drone-swarms-for-disaster-response>, letöltés ideje: 2018.04.02.
- [7] SCHROTH, Frank: From Insitu: A Swarm of Solos for Autonomous Mapping Missions, <https://dronelife.com/2017/08/21/insitu-swarm-solos-autonomous-mapping-missions/>, letöltés ideje: 2018.04.05.
- [8] POTTER, Grove: Coming soon: Oil spill-mapping swarms of flying droens, <http://www.buffalo.edu/news/releases/2017/02/034.html>, letöltés ideje: 2018.04.10.
- [9] EHang Egret's 1374 drones dancing over the City Wall of Xi'an, achieving a Guinness World Records title, <http://www.ehang.com/news/365.html>, letöltés ideje: 2018.05.04.
- [10] The first practical drone for farmers, <http://www.american-robotics.com/>, letöltés ideje: 2018.05.10.
- [11] ALDERTON, Matt: To the Rescue! Why Drones in Police Work Are the Future of Crime Fighting, <https://www.autodesk.com/redshift/drones-in-police-work-future-crime-fighting/>, letöltés ideje: 2018.05.13.
- [12] MIZOKAMI, Kyle: The Pentagon's Autonomous Swarming Drones Are the Most Unsettling Thing You'll See Today, <https://www.popularmechanics.com/military/aviation/a24675/pentagon-autonomous-swarming-drones/>, letöltés ideje: 2018.05.16.
- [13] Perdix fact sheet, <https://www.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/Perdix%20Fact%20Sheet.pdf>, letöltés ideje: 2018.05.16.
- [14] POWERS, Benjamin: How Intelligent Drones Are Shaping the Future of Warfare, <https://www.rollingstone.com/culture/features/how-intelligent-drones-are-shaping-the-future-of-warfare-w471703>, letöltés ideje: 2018.05.22.

- [15] United States Air Force, RPA Vector, Vision and Enabling Concepts 2013-2038, <http://www.af.mil/Portals/1/documents/news/USAFRPAVectorVisionandEnablingConcepts2013-2038.pdf>, letöltés ideje: 2018.05.27.
- [16] U.S. Air Force, Small Unmanned Aircraft Systems (SUAS) Flight Plan: 2016-2036, http://www.af.mil/Portals/1/documents/isr/Small_UAS_Flight_Plan_2016_to_2036.pdf, letöltés ideje: 2018.05.27.