

DRÓNELHÁRÍTÓ RENDSZEREK AZ OBJEKTUMVÉDELEMBEN

DRONE PROTECTION SYSTEMS IN FESILITY MANAGEMENT

HELL Péter

(ORCID ID: 0000-0002-7894-3397)

hell.peter@kvk.uni-obuda-hu

Absztrakt

A személy- és vagyonbiztonság egyik legnagyobb és legszerteágazóbb területe az objektumbiztonság, vagy objektumvédelem. A XX. század közepéig élőerős, mechanikus védelmi megoldásokat alkalmaztak. Az elektronikus jelzőrendszerek megjelenése áttörést jelentett a biztonságtechnikában. Az objektumok őrzésére és védelmére alkalmazott komplex vagyonvédelem felkészült volt a földfelszínről és földalól érkező támadások kezelésére. A légtérből érkező veszélyek elhárítását nem minden szervezet tudta magának biztosítani. Ez a fajta veszélyforrás napjainkra került előtérbe a megfizethető drónok megjelenésével. Az növekvő drónhasználat szükségessé tette az objektumvédelem területén egy új eddig ismeretlen technológia kidolgozását és bevezetését, mely a nem kívánatos repülőeszköz használat elhárítására hivatott. Cikkemben bemutatom a már kifejlesztett és kifejlesztés alatt álló drón elhárító rendszereket.

Kulcsszavak: drón, objektumvédelem, információvédelem, vagyonvédelem, dróntámadás

Abstract

One of the largest and most relevant areas of personal and property security is fesility management. Until the middle of the XXth century manpowered, mechanical defense solutions were used. The emergence of electronic systems was a breakthrough in security technology. The complex property protection used to guard and protect fesility was prepared to deal with attacks coming from and below the Earth's surface. It was not possible for each organization to secure the threats from the airspace. This kind of danger has come to the fore today with the introduction of affordable drones. Increasing use of drones has made it necessary to develop and introduce a new, unknown technology in the field of fesility security to avoid undesired aircraft use. In this paper I present the drone protection systems that have been developed and are under development..

Keywords: drone, information security, fesility management

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2017.06.14.
A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2017.09.13.

BEVEZETÉS

A drónok használata az elmúlt évtizedben exponenciálisan megnőtt. Tudásuk, felhasználási területük egyre jobban bővül. Ezeket a repülőeszközöket a hobbi felhasználókon kívül ma már számtalan iparág alkalmazza, mint például filmkészítés, térképészet, csomagszállító cégek, határőrség, katasztrófavédelem, megfigyelő szolgálatok, távközlési cégek. Kutatásom aktuális szegmensében az objektumvédelem lehetőségét vizsgálom a véletlen, vagy szándékos dróntámadások ellen.

OBJEKTUM ÉS A DRÓN

Az objektum fogalmát a szakirodalom több féle képpen fogalmazza meg. A szakma a következő meghatározást részesíti előnyben:

„Személy és vagyónbiztonság szempontjából objektumok azok az épületek, létesítmények, bekerített vagy nyitott területek, melyek valaki, vagy valami által veszélyeztetettek és azt biztosítani kell.”[1]

Az objektumokat több szempont szerint csoportosíthatók, ilyen például funkció, elhelyezkedés, építészeti körülmények, működési rend, stb. A tulajdonság, amely mindegyikre jellemző az a nem átlagos kiterjedés, elhelyezkedés és tagoltság. [1]

Az objektumok védelmét és őrzését elsődlegesen még mindig a mechanikai védelem biztosítja és azt egészíti ki az élőerős őrzés-védelem, valamint az elektronikus jelzőrendszer. Az elmúlt évtizedek alatt ez a terület rengeteget formálódott és fejlődött és a három védelmi forma egymásra épülése, egymás kiegészítése ma már elképzelhetetlen komplexitás ad. Az objektumok őrzésében és védelmében talán a legnagyobb problémát a nagy (olykor több négyzetkilométeres) területek, nyitottsága és a tagoltsága jelenti. A komplex vagyónvédelem eddig felkészült volt a földfelszínről, esetleg földalól érkező támadások kezelésére és az elektronikus jelzőrendszerek sora állt rendelkezésre. Viszont az utóbbi években a ipar fejlődése lenyomta a mikroelektronikai és finommechanikai eszközök, berendezések árát. Ezzel a drónokat is bárki számára elérhetővé téve. A felhasználók többsége hobbi- és üzleti célra vásárolja, de ezeknél a nagy tudású szerkezeteknél hamar kiderült, hogy békés cél mellett rosszindulatú felhasználásra is alkalmas önmagában, vagy átalakítással. A drónok üzemeltetését egyre szigorúbb jogi szabályozások írják le, de az általános tudatlanságból eredő téves, jogtalan felhasználás mellett egyre nehezebb védekezni a rosszindulatú dróntámadások ellen. A névtelenül, engedély- és regisztráció nélkül vásárolt eszközök jogellenesen, gyakorlatilag észlelhetetlenül behatolva egy-egy területre készíthetnek felvételeket, vagy bejuttathatnak akár több kilogrammos csomagokat, robbanószert, fegyvert egy védett objektum területére. A drónok kezelése rendkívül egyszerű, használatuk semmilyen előképzettséget, gyakorlatot nem igényel, ezért gyakorlatilag bárki gyorsan elsajátítja a kezelését. A figyelmen kívül hagyott drón alkalmazás okozhat kényelmetlenséget a magánélet, magántulajdon megsértésével. De a rosszindulatú használat komoly károkat okozhat, ember-életeket követelhet.

Eddig még nem történt pusztító hatású drón támadás. De a kérdés nem az, hogy lesz-e, hanem az, hogy mikor és hol fog bekövetkezni. A támadás kockázata a drón eladások számával egyenes arányban nő. Az amerikai Szövetségi Légügyi Hivatal (FAA) adatai alapján csak az Egyesült Államok területén eddig mintegy 3 millió drón került forgalomba, 2020-ra pedig már több mint 7 millióval számolnak. [2]

Egy komolyabb drón előre programozott, úgynevezett autopilot üzemmódban akár 5-10 km távolságból is pontosan célra vezethető, könnyen bereptethető minősített kutatási, vagy védett területek fölé, hogy felvételeket készítsen, vagy célba juttasson akár több kilogrammos tárgyakat. Ezeket az eszközöket a méretükből és anyagfelhasználásukból és repülési magasságuk miatt a hagyományos légtérfigyelésre használt radarok nem észlelik, ezért

feltűnésmentesen közelíthetik meg a célt. Elektromos motorok hajtják, hangosak, de csendesebbek a belsőégésű motorokkal hajtott társaiknál. Üzemeltetésük éjszaka és szélsőséges időjárási körülmények közt is lehetséges, tápellátástól függően akár egy órát is képesek a leveőben maradni, több kilométerre eltávolodva az indítási ponttól. A drónok ezen kategóriája tehát úgy hatolhat be a védett területre, hogy jelenlétét még az őrsemélyzet sem észleli, így érdemben nincs mód a védelmi intézkedések foganatosítására. [3]

FELDRÍTÉS

A drónelhárítás kérdése azóta létező probléma, amióta megjelentek az első vezetők nélküli légi járművek és azok valamilyen formában kényelmetlenséget okoznak másoknak. A következőkben a kereskedelmi forgalomban repüléskészen kapható, vagy a kereskedelmi forgalomban kapható alkatrészekből összeszerelhető akár már autonóm működésre is képes [4, 5] drónok rosszindulatú használatának felderítését, elhárítását vizsgálom az objektumvédelem szempontjából. Az ilyen rosszindulatú támadások főbb célpontjai a lehetnek ipari objektumok, vegyi üzemek, büntetés-végrehajtási intézmények, katonai létesítmények, kormányzati objektumok, kutatóközpontok. [6] Ezek a fokozottan őrzött létesítmények eddig csak szárazföldi támadások ellen voltak felkészülve és az alkalmazott elhárító eszközök is erre voltak kifejlesztve. A légtérből érkező polgári támadásokat, kis méretük miatt nem érzékelték a technikai eszközök. A véletlen, vagy tudatos, de mindenképp jogtalan filmfelvétel készítésnél, nagyobb problémát jelentenek azok a drónok, amivel csomagot, robbanószert, vagy fegyvert is célba lehet juttatni. Az elmúlt években elszaporodtak az ilyen drónhasználatok. Például nagy problémát jelent az Amerikai-Mexikói zöldhatáron átrepülő drogcsempész drónok észlelése és hatástalanítása. A határsáv hossza miatt képtelenség folyamatosan figyelni a légteret és kiszűrni a drogfutár szerkezeteket. Amennyiben a határvadászok le is szednek egyet, akkor sem jutnak el a drónt vezérlő pilótához, ezért gyakorlatilag lehetetlen az ügy felkutatása. Egy másik élő probléma a börtönök elleni „támadás” - természetesen a támadások nem az épületek és az ott tartózkodó dolgozók és elítéltek ellen irányulnak. Ilyenkor a cél az, hogy illegális csomagot, drogot, cigarettát, mobiltelefont, fegyvert juttassanak be a fogvatartottnak, sok esetben, szó szerint a kezébe. Ezeket a repülőeszközöket az őrség képtelen a hagyományos módszerekkel észlelni és hatástalanítani. Amennyiben el is fogják az eszközt, a drón irányító pilótát és a célszemély szinte képtelenség felderíteni. [7]

ELHÁRÍTÁS

A drónok GPS-t használnak pozíciójuk meghatározásához és ez segíti őket a tájékozódásban. [8] A kereskedelemben kapható drónoknál ezt a helymeghatározó funkciót kikapcsolni csak hozzáértéssel lehet. Ezért a gyártó cégek ma már gyárilag felprogramozzák a repülőeszközök navigációért felelős vezérlőrendszerét úgynevezett No-Fly zónák (röviden NFZ) kezelésére. Ezt a folyamatosan bővülő adatbázist a drón az internetre csatlakoztatáskor automatikusan letölt és frissíti saját rendszerét. Amennyiben a drónt egy ilyen No-Fly zónában szeretnénk reptetni, az vagy fel sem száll, vagy Go Home (gyere haza) biztonsági funkció nem működik ezzel megnehezítve navigációt. A gyári drónok használatát még azzal is nehezítik, hogy az irányjelző (zöld, piros) fényjelzések mindenhol pirosan világítanak jelezve a tiltott légteret, ezzel elérve azt, hogy pár méter távolság után már ne legyünk képesek irányítani. A No-Fly zónák jellemzően a biztonsági szempontból kritikus helyek. Mint például repülőterek, kormányzati épületek, katonai bázisok, sportlétesítmények, valamint egyéb biztonsági szempontból érzékeny objektumok. (Magyarországon is vannak már ilyen zónák, például a Parlament, repülőtér környéke)

A professzionális, esetleg rosszsándékú felhasználók, a No-Fly zóna funkciót hackeléssel kiiktathatják így bárhol képesek lesznek drónukat használni. A házilag összerakott drónok esetében ez a biztonsági funkció be sem kerül a navigációs rendszerbe.

Az ilyen manipulált repülőeszközök rosszindulatú használata ellen csak a gyors észlelés és elhárítás segíthet. Ez feladat látszólag egyszerű, de a gyakorlatban nagyon is összetett hardverek és szoftverek együttműködése.

A drónpilóta szándékát tekintve három kategóriát különböztetünk meg

1. kategória: Véletlen behatolás - függetlenül attól, hogy a drónpilóta milyen képzettségi szinten van
2. kategória: Tudatos behatolás - képzett drónpilóta által (nincs konkrét feladat)
3. kategória: Szándékos behatolás - képzett drónpilóta által. A drónt alkotó hardver és szoftver komponenseket módosítják egy adott feladat elvégzésére. (pl. drogcsempészet)

A behatolások első két kategóriája No-Fly zónák létrehozásával, célhardveres felderítéssel, mérsékelhető. Mozgást érzékelő radarral, akusztikus úton mikrofonnal és optikai úton, kamera segítségével detektálhatók.

A drónos behatolások harmadik csoportjának azonban sokkal nehezebb ellenállni. Egy képzett, rosszsándékú pilóta egy „kamikaze” repülőeszkőzzel akár robbanószeret is képes a célpont felé irányítani. (Ebben a cikkben kimondottan a forgószárnyas drónokról esik szó, aminek a levegőben tartásához minden esetben járó motor szükséges. Ez akusztikusan érzékelhető, viszont, ha egy merevszárnyas repülőeszköz motorját leállítjuk a cél előtt száz méterrel, a rádiós kommunikációt és GPS navigációt kikapcsoljuk és autopilot, vitorlázó üzemmódban a célra irányítjuk, akkor, gyakorlatilag lehetetlen felderíteni. És a radar sem érzékeli, ha a szárnyszerkezet radar-reflektív anyagból (pl. Styrofoam) készül. [4])

VÉDEKEZÉS

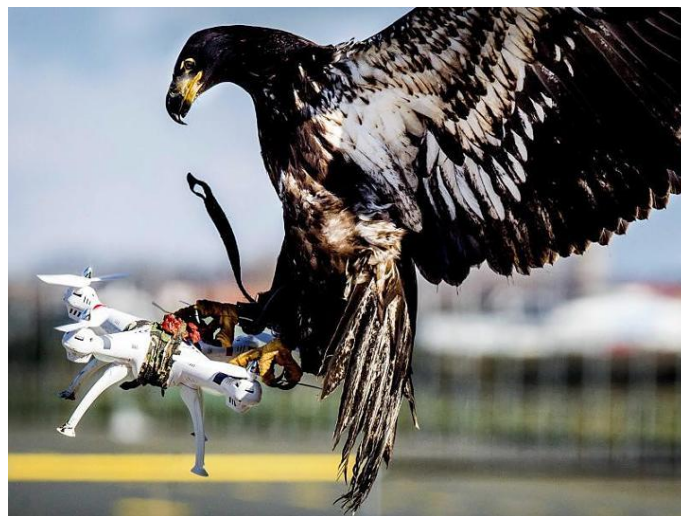
A drónok megjelenésével megkezdődött az ellenük való védekezésre alkalmas rendszerek fejlesztése is. A kritikus infrastruktúrák, mint például a légi közlekedés is veszélyeztetett lehet a különféle drón akciók által. [9, 10] Számtalan drónelhárító eszköz és elv látott már napvilágot és akad közöttük kimondottan hatékony védekezési módszer is, ami alkalmas a kereskedelmi forgalomban kapható drónok észlelésére és elhárítására. Az eddigi elhárító eszközök igen széles ötletskálán mozognak, a betanított drónelkapó sasmadártól egészen az automatikusan működő komplex megfigyelő, kiértékelő- és elhárító rendszerig. Az elhárítás legfontosabb lépése, idejében felismerni a közeledő drónt.

A kezdeti elhárító eszközök manuálisan működtek. Egy operátor szabad szemmel, vagy kamerákon keresztül kémlelte az eget, figyelte a gyanús drón hangokat. Ha meggyőződött arról, hogy drón közeledik, elindították a hálókilövő (drónelhárító) drónt. 1. ábrán látható nagyteljesítményű, gyors elfogó drón összetekerve szállítja a hálót, amit a rosszsándékú drón közelébe érve a megfelelő pillanatban ráenged és foglyul ejti. A háló az üldözés során egészen kilövéséig nem befolyásolja az elfogó drón sebességét és manőverezési képességeit. Az elfogó drón sérülésmentesen elszállíthatja áldozatát egy biztonságos területre, ahol a szolgálat munkatársai megvizsgálhatják azt.



1. ábra A hálókilövő drónelhárító drón [11]

A drónelhárításra egy igen különleges megoldást fejlesztette ki a Holland rendőrség. Madarakat, jellemzően sasokat tanít be a rosszsándékú drónok elfogására. A 2. ábrán látható betanított madarak számára a drónok olyanok, mint a zsákmány, amelyet a levegőben kapnak el, majd biztonságos helyre visznek. Ez a megoldás kisméretű, pár kilogrammos drónok elfogására alkalmas. A nagyobb repülőeszközök forgószárnya sérülést okozhat az azt elfogó madárnak így ez a megoldás inkább csak szokatlan módszere a drónelhárításnak, széles körben nem alkalmazzák az összetettsége és veszélyessége miatt.



2. ábra A drón elhárító sas betanítása [12]

A hálókivető drón és a sasmadaras elfogás esetében is előbb valamilyen audiovizuális módon észlelni kell a drón közeledését. Amennyiben veszélyeztetés áll fent az illetékes szolgálat intézkedik az elfogásról. Mind két esetben a kritikus paraméter az idő. A gyakorlat azt mutatja, hogy a drónok sebessége miatt a berepülések és támadások másodpercek alatt zajlanak le. Egy átlagos nyitott, kerítéssel körbezárt objektum néhány 10-méter kerítés hosszától néhány km-es hosszra terjed. Könnyen kiszámolható, hogy ha a drónunk 40 km/óra sebességgel halad és a célpont a kerítés vonalától 100 m-re van, akkor alig 10 másodperc elég a célbaéréshez. Ezalatt az idő alatt képtelenség érdemben intézkedni. De még ennek az időnek a sokszorososa alatt sem élesíthető egy manuálisan vezérelt drónelkapó rendszer.

Egyetlen 100%-os megoldás sincs, de egy biztos. A jövő drónelhárító eszköze nem a sasmadaras elfogó és a hálókilövő technológia lesz. A célt olyan összetett, komplex automatikusan működő elektronikus rendszer jelentené, ami már a drón közeledését észleli, beazonosítja a típus, követi és ennek megfelelően intézkedik. Ha kell, hatástalanítja is azt. Egy ilyen rendszer javíthatja az okos város biztonságosságát is. Ahogyan Tokody D. is felhívja a figyelmet cikkében az európai stratégiában megfogalmazott a katasztrófavédelem, bűnözés- és terrorellenes küzdelem, külső határőrizet és védelempolitika és a digitális biztonság létrehozásával is összefügghet a jövőbeli drónelhárító rendszer koncepciója. [5]

DETEKTÁLÓ (ÉSZLELŐ) TECHNIKÁK

Radar

A meglévő légtérfigyelő radarrendszerek nagy sebességű, nagy teljesítményű repülőeszközökre fejlesztették, ezért hatástalanok a kisméretű drónokkal szemben. Viszont a Plextek cég által kifejlesztett Blighter rendszert úgy alkották meg, hogy a 30 méter alatti repülő kisméretű tárgyakat (drónokat), madarakat is be tudja mérni, majd a kamera, hőkamera segítségével azonosítani. [13]

Akusztikus érzékelés

Az akusztikus érzékelő-rendszerek a motorok, forgószárnyak keltette zajok beazonosításával működnek. A DroneShield cég által gyártott akusztikus érzékelő-rendszer a mikrofonba érkező jellegzetes zümmögő drónhangot a 3. ábrán látható módon összehasonítja az adatbázisában tárolt hangmintájával. Ezért tud különbséget tenni pl. drón és fűnyíró között. Ez a rendszer nagyvárosban a környezeti zajok miatt nem hatásos, és kis (maximum 500 m) hatótávolsága miatt a védett terület köré több érzékelő telepítése szükséges hálózatba kötve. A rendszer másik hibája, hogy nem érzékeli a vitorlázó üzemmódban érkező merevszárnyas repülőeszközöket. [14]



3. ábra Drónhang észlelés és feldolgozás folyamata [15]

Rádiófrekvenciás érzékelés

A GNSS műholdak védett frekvenciasávban küldik jelüket a föld felé, az RC eszközök is a szabadfelhasználású ISM, sávokat használnak. A drón és az vezérlőegység egyidőben akár négy-öt különböző frekvenciasávban is kommunikál egymással, ezen belül számtalan modulációt és titkosítási algoritmust alkalmaznak. A gyári drónok RF protokolljai ismertek és akad olyan gyártó cég, aki egyedi RF azonosítóval is ellátja saját eszközét, de ennek ellenére nehéz bemérni és zavarni az épp használt frekvenciát. Az 1. táblázat a modern drónirányítás kommunikációs frekvenciasávját mutatja [16]

Kommunikáció megnevezés	Frekvencia
GPS	2.4 GHz
Irányítás, navigáció	433 MHz, 866 MHz, 2.4 GHz
Videókép jeltávítel (FPV)	1.3 GHz, 2,5 GHz, 5.8 GHz
Telemetria adatok	433 MHz, 2.4 GHz,
WiFi	2.4 GHz, 5 GHz

1. táblázat Egy kereskedelemben kapható drón kommunikációs frekvenciái
(Saját szerkesztés)

Az RF érzékelés és zavarás olyan esetben hatástalan, amikor a drónpilóta a cél előtt megszünteti a rádióforgalmazást majd a drónt az előre beprogramozott navigációs parancsokkal, autopilot üzemmódban a célra vezeti. [17]

Optikai érzékelés

A drónok felkutatására az egyik leghatásosabb módszer a kamera és hőkamera ötvöze. A 4. ábrán a DEDRONE cég által fejlesztett, több kamerából álló, hálózatba köthető rendszerét látjuk. A kamerának nehéz megkülönböztetni a drónokat a madaraktól, ezért egy számítógép folyamatosan összehasonlítja a találatokat az eltárolt repülésmintákkal -A madarak inkább véletlenszerűen, cikázva repülnek, amíg a drón „egyenesen” halad.- Ennél a technológiánál is lehetnek téves találatok, jellemzően sikló madaraknál (pl. sirály). A másik probléma, hogy a hobbi drónok elektromos motorjai nem termelnek akkora hőt, amit a hőkamera szenzorok több 100 méter távolságból észlelnének. Ezért a hatásos üzemeltetéséhez operátori kiértékelés is szükséges. [18]



4. ábra DEDRONE hőkamera tracker [19]

Zavaró rendszerek (Jammerek)

A drón és az operátor közötti kommunikációt rádiófrekvenciás kapcsolattal valósítják meg. Ez a „Rádiófrekvenciás érzékelés” pontban írtak szerint akár 3-4 különböző frekvenciasávban valósul meg. A probléma abban rejlik, hogy kellő idő alatt megtalálják az éppen használt frekvenciát. Megoldás lenne az összes frekvencia zavarása, de ez egyrészt nagyon energiaigényes, másrészt minden kommunikációt akadályoz, beleértve a sajátot is. A modern

zavarók tudása abban rejlik, hogy egyrészt ismeri a gyári dróngyártók által használt ISM csatornákat, másrészt elemzi a térből bemért rádiófrekvenciás jeleket. A gyanús frekvenciákat kezdi el zavarni, a saját frekvenciák viszont nyitottak maradnak. A Drone Shield cég által kifejlesztett egyik technológia lehetővé teszi két zónakör létrehozását a megvédendő objektum körül. Amennyiben az légi jármű berepül az első zónába, a kapcsolat megszakad a drón és az drónpilóta között. Ebben az esetben csak a kommunikációs csatornákat zavarják, a tájékozódáshoz szükséges GNSS (GPS, GLONASS, Galileo) jeleket nem. A legtöbb esetben ilyenkor a drónok vész üzemmódba kerülnek és maguktól visszatérnek a kiindulási pontra. (Ha a repülő egy előre beprogramozott útvonalon, autopilot módban közlekedik akkor a zavarás nem működik és a repülés zavarásmentes. Ha a drón eléri a második zónát is, akkor már minden GPS jelet blokkolnak. Ilyen esetekben a drón leszáll, vagy lezuhan. A hatásosabb működés eléréséhez az 5. ábrán látható úgynevezett drónfegyvert (DroneGun) használnak, aminek a hatótávolsága – a gyártó szerint - akár 2 km méter is lehet. Ez köszönhető a szűk iránykarakterisztikának és a puská magas rádiófrekvenciás adóteljesítményének. Az elhárítóeszköz minden -a kereskedelmi forgalomban kapható- drón kommunikációs frekvenciatartományát ismeri. [20] Ez a technológia sem minden esetben hatásos. A komolyabb dróngyártók rádiófrekvenciás vezérlői figyelik a zavaró hatásokat és ilyenkor úgynevezett frekvenciaugrásos elven másik csatornára lépnek át. Ebben az esetben már a zavaróadók nem, vagy kevésbé hatásosak. [21]



5. ábra Rádiófrekvenciás drón elhárító fegyver (DroneGun) [22]

Komplex drón észlelő és elhárító rendszerek

Az előzőekben leírt drónészlelő és zavaró eszközök mindegyike egy bizonyos feladatra képes. 100%-os biztonság nem létezik, de nagyobb hatást érhetünk el, ha az optikai, akusztikai és mikrohullámú érzékelők előnyeit egy komplex egységként alkalmazzunk. Az objektum területén több ponton elhelyezett fixen szerelt, vagy mobil érzékelők a közeledő drónt akár több száz méteres távolságból is képesek jól paraméterezhetően azonosítani. A 6. ábrán egy komplex drónelhárító rendszer kültéri egysége látható. Felépítése, robosztussága hasonlít a katonai légvédelmi eszközökre. A rendszer másodpercek alatt határozza meg a rosszindulatú drónok helyzetét majd, az értesítést küld az operátornak, aki kiértékeli a helyzetet és átveszi az irányítást felettük és amennyiben szükséges hatástalanítja azokat.



6. ábra Komplex drónfelderítő és hatástalanító rendszer [23]

KÖVETKEZTETÉSEK

Mint minden területen, így a dróniparban is az elhárítás egy lépéssel lemaradva követi az eszköz fejlődését. Elmondható, hogy az utóbbi években talán ez a legdinamikusabban fejlődő terület, ami számtalan lehetőséget rejt mind a hobbi, mint a professzionális felhasználás területén. Világszerte egyre többen jutnak hozzá ilyen repülőeszközökhöz, többségük hobbi, kutatási, vagy üzleti céljából vásárolja és nem rossz szándékú cselekedetre. Viszont arra is fel kell készülni, hogy ezek az eszközök véletlenül, vagy szándékosan károkozásra, ember élet kioltására és terrorcselekményekre is könnyen felhasználhatók. Akár egy dróntámadásnak is lehet pusztító, tömegpusztító hatása, vagy közbiztonsági, nemzetbiztonsági kockázata. A drónfelderítés és drónelhárítás technológia pár éves múltja alatt sokat fejlődött egészen a középkori sasmadaras drónelkapó módszertől a jelenlegi rendszerekig. A cél olyan komplex észlelő és elhárító rendszerek fejlesztése, ami a lehető legmagasabb találati aránnyal képes kiszűrni a rosszindulatú dróntámadásokat -és emberi beavatkozással-, hatástalanítani azokat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BEREK L., BEREK T., BEREK L.: *Személy- és Vagyonbiztonság*, Budapest, ÓE-BGK 3071, ISBN 978-615-5460-94-4, 2016
- [2] Secur Info: *Drón észlelés, elhárítás*, <http://www.securinfo.hu/termekek/letesitmenybiztonsag/4644-dron-eszleles-es-elharitas-konferencia-miskolcon-avagy-dronok-mar-spajzban-vannak.html/> (Letöltve: 2017.05.15.)
- [3] *Drón elhárítás* (2016): <http://www.qualitop.hu/index.php/termekeink/120-dron-elharitas/> (Letöltve: 2017.05.05)
- [4] TOKODY D., MEZEI I. J., SCHUSTER Gy.: An Overview of Autonomous Intelligent Vehicle Systems. In: Jármái K., Bolló B. (eds) *Vehicle and Automotive Engineering. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham
- [5] TOKODY D. , SCHUSTER Gy .: Driving Forces Behind Smart City Implementations - The Next Smart Revolution, *Journal of Emerging research and solutions in ICT*, vol. 1, no. 2, pp. 1–16.

- [6] ILLÉSI Zs.: Krimináltechnika szerepe az informatikai védelem területén, Hadmérnök IV.évfolyam 1.szám 2009., 170-183. o., ISSN 1788-1919, (Letöltve: 2017.05.05.)
- [7] SATHYAMOORTHY D.: *A review of security threats of unmanned aerial vehicles and Mitigation steps*
https://www.researchgate.net/publication/282443666_AReview_of_Security_Threats_of_Unmanned_Aerial_Vehicles_and_Mitigation_Steps/ (Letöltve: 2017.05.05)
- [8] MESTER Gy.: Szerviz robotok, A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken 2010, VMTT, pp. 470-482, ISBN 978-86-88077-02-6, Újvidék, Szerbia, 2011, (2010 november 13).
- [9] RAJNAI Z., FREGAN B.: Kritikus infrastruktúrák védelme, In: A XXI. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka előadásai, Műszaki Tudományos Közlemények 5. 349-352. o.
- [10] VARGA P. J.: A kritikus információs infrastruktúrák értelmezése, Hadmérnök III.Évfolyam 2.szám 2008.,149-156. o., ISSN 1788-1919, (Letöltve: 2017.05.05.)
- [11] REGENOLD S.: *Rogue Aerial Vehicles Chased, Caught In Nets*. Drone Patrol,
<https://gearjunkie.com/illegal-drones-caught-in-nets-patrol/> (Letöltve: 2017.05.05)
- [12] HOLLIGAN A.: *Eagles trained to take down drones*,
<http://www.bbc.com/news/av/world-europe-35750816/eagles-trained-to-take-down-drones/> (Letöltve: 2017.05.05)
- [13] *A400 Series Radars*, <http://www.blighter.com/products/a400-series-radars.html>
(Letöltve: 2017.05.05)
- [14] *Omnidirectional Sensor*, <http://eagles-solutions.com/products/security/anit-drone/products/omnidirectional-sensor> (Letöltve: 2017.05.05)
- [15] *Drón elhárítás*, <http://www.qualitop.hu/index.php/termekeink/120-dron-elharitas/>
(Letöltve: 2017.05.55)
- [16] *RF Sensor leírás*, <https://www.dedrone.com/en/dronetracker/drone-detection-hardware/>
(Letöltve: 2017.04.03)
- [17] GYÁNYI S.: Informatikai WLAN-hálózatok zavarása, Bólyai Szemle XVIII. évf. 4. szám 2009., 119-132. o., ISSN 1416-1443, (Letöltve: 2017.05.05.)
- [18] *DroneTracker*, <https://www.dedrone.com/en/dronetracker/drone-detection-hardware#multi-sensor/> (Letöltve: 2017.04.03)
- [19] *Dedrone's automated drone security platform with Magenta Security video*,
<https://www.dedrone.com/en/dronetracker/webinar/videos/> (Letöltve: 2017.05.05)
- [20] *Ezzel a fegyverrel lelőheted a drónokat az égről*,
<http://24.hu/tech/2016/11/30/elkeszult-a-specialis-dronvadasz-puska/>
(Letöltve: 2017.05.05)

- [21] *Doga - Frekvencia-zavarás a drónok ellen*, <http://www.sat.hu/hirek/frekvencia-zavarasa-dronok-ellen/3807.html/> (Letöltve: 2017.05.05)
- [22] *Dronegun*, <https://www.droneshield.com/dronegun> (Letöltve: 2017.05.05)
- [23] *AUDS Anti-UAV Defence System*, <http://www.blighter.com/products/auds-anti-uav-defence-system.html/> (Letöltve: 2017.05.05.)