

Makkay Imre¹

ELEKTROOPTIKAI ESZKÖZÖK LÉGIJÁRMŰVEK FELDERÍTÉSÉRE²

A légtér megfigyelése, ellenőrzése kihívások sorát foglalja magában, melyek feloldására folyamatos fejlesztésekkel lehet csak választ adni. A radarok által használt rádióhullámok visszaverődése nagymértékben függ a tükröző felület anyagától, minőségétől, geometriájától. A mai légi járművek sárkányszerkezete, borítása jelentős részben műanyag, kompozit, így alig mutat a radar-visszaverő felületet. Ezeknek, valamint a kritikus infrastruktúrára is fenyegetést jelentő ultrakönnyű és a kisméretű pilóta nélküli repülő szerkezeteknek a felderítésére más alternatív eljárásokat és technikai eszközöket – így az elektrooptikát – is igénybe kell venni. A cikk az új lehetőségek bemutatását tűzte ki célul – a teljesség igénye nélkül.

ELECTRO-OPTIC DEVICES FOR AIR VEHICLES DETECTION

The airspace monitoring, control involves a series of challenges that are to resolve ongoing developments can only be answered. The radio waves used in radar reflection of the reflecting surface is highly dependent on the material, quality, geometry. In today's aircraft, airframe, largely cover plastic, composite, so there is hardly a radar-reflecting surface. These, as well as critical infrastructure will also present a threat to other ultra-light and compact unmanned air vehicles to detect other alternative methods and devices – such as electro-optics as well – must be deployed. The article presented new opportunities aimed - without exhaustive.

BEVEZETÉS

A levegőben tartózkodó élőlények, járművek észlelésére az ember eleinte a látására, hallására támaszkodhatott, de a nagyobb távolságok és kedvezőtlen időjárási viszonyok ennek jelentős korlátokat szabtak. A háborúk „életbevágó” műszaki fejlesztéseket hoztak – a légvédelemben a radarokat, melyek már a látó-, és a „fülelő” gépezetek határán túl is érzékelik a repülőgépeket. A radar a fémépítésű/borítású repülőgépek elterjedésével sokáig az egyetlen hatékony felderítési eljárást képviselte.

A 21. század sok új technológiai eredménye között a légi közlekedés eszközeiben a radar-szempontról kis visszaverő felületet jelentő, „láthatatlan” légi járművek erősödő dominanciája figyelhető meg. Ennek egyszerű oka a fém/vezető szerkezeti elemek műanyagokkal történő kiváltása – egyúttal a hatékony „radartükör” csökkenése. Míg a polgári légi járműveknél ez a gyártást egyszerűsítő, ésszerű technológiai folyamat, addig a katonai alkalmazásoknál ez a „lopakodást” elősegítő eljárás.

A pilóta nélküli légi járművek (UAV – Unmanned Air Vehicle) már sok polgári felhasználást elnyerhettek volna – ha megbízható ütközést elhárító rendszerrel lennének felszerelve. Ennek alapvető eleme a környező légi járművek helyzetének és mozgásának érzékelése, amit kis méret

¹ Dr. Makkay Imre ny. mk. ezredes, egyetemi tanár, drmi48@gmail.com

² Lektorálta: Dr. Ványa László ezredes, egyetemi docens, Nemzeti Közszerológiai Egyetem Informatikai Elektromechanikai Hadviselés Tanszék, vanya.laszlo@uni-nke.hu

és energiafelhasználás mellett kell biztosítani. A passzív elektrooptikai szenzorok jelenthetik az egyik alternatívát. Magyarországon a SZTAKI folytat kutatásokat a nagy műszaki kihívást jelentő feladat megoldására.

A levegőben ember alkotta repülőgépeken kívül – a sikeres környezetvédelemnek is köszönhetően – egyre több madár közlekedik, melyekkel a találkozás elkerüléséhez szükség van a helyzetük, mozgásuk észlelésére. A radartechnika ugyan ajánl erre is megoldást, [1] de a jelen cikkben szereplő elektrooptikai eszközök – ár/energetika/hatékonyság szempontjából akár ezek versenytársai is lehetnek.

Amikor előtérbe kerül az egyéb árujelző jelek (hang, vizuális és hő-kép) alapján történő felderítés, akkor a szenzortechnika, mikroelektronika is kínálja legújabb vívmányait, melyek csupán az alkalmazókra várnak. Az igény és az ajánlat tehát „szerencsésen” egy időben találkoznak, aminek a védelmi szféra és az ipar egyaránt nyertese. A kutatás-fejlesztés egyik iránya lehet a „szálak megfelelő összefűzése” – ennek próbál az írásmű további része megfelelni.

PASSZÍV ELEKTROOPTIKAI ÉRZÉKELÉS

Az elektrooptikai eszközök az emberi szem számára látható és nem látható frekvenciatartományban működve a környezetről, annak változásáról szereznek adatokat, melyek különböző megjelenítő eszközökön és adatfeldolgozó/végrehajtó berendezéseken kerülnek felhasználásra. Az „elektro-” jelzi, hogy a hagyományos optikai eszközöket (objektív, zárszerkezet, kereső/kiértékelő képernyő és film) – főleg a képrögzítés/kiértékelés módját tekintve – jelentősen meghaladó berendezésekről és eljárásokról lehet beszámolni.

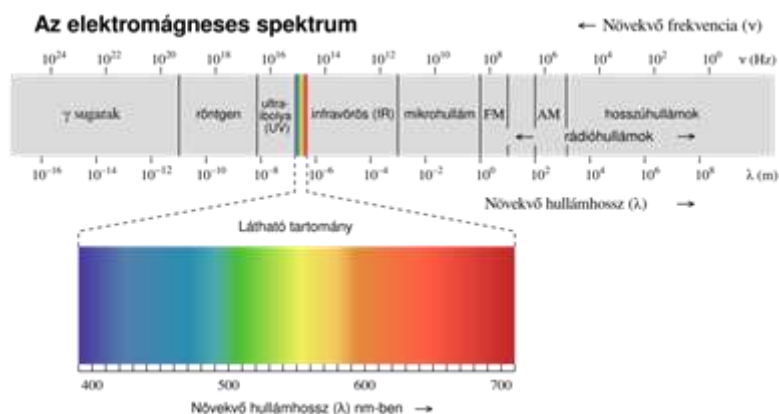
Az elektrooptika különböző eszközei által szolgáltatott, ma már digitális adatok korlátlan ideig tárolhatók, kiértékelhetők, összehasonlíthatók korábbi felvételekkel és módosíthatók is – különböző matematikai eljárások eredményeként – amellyel az egyébként rejtett tartalmak megjeleníthetők. A beérkező jelek származhatnak a felderített objektumból – például amikor annak saját hőkisugárzását egy passzív infravörös hullámtartományú kamera segítségével észleljük/mérjük – vagy külső sugárforrásból érkező energiák visszaverődéséből – ahogy pl.: a Nap, a Hold, vagy a reflektorok által megvilágított tárgyakat látjuk.

Látható fény tartomány

A légi járművek kezdetben a látva repülés VFR – Visual Flight Rules alapján tájékozódtak és egy részük teszi ezt ma is, miközben figyelnek az egymással való ütközés elkerülésére is. A kellően megvilágított repülőgépek több-tíz kilométerről felfedezhetők, ha a háttér is megfelelő kontrasztot ad. Az emberi szemmel végzett felderítést – amely személytől-, és fizikai állapottól függ – mára felváltja a jóval nagyobb teljesítményű és megbízhatóbb elektrooptika.

A látható fény tartományban az elektrooptikai felderítő berendezések a feladathoz illesztett képességű lencserendszerekkel gyűjtik össze a felderítendő objektumokról visszaverődő elektromágneses hullámokat. A lencsék látószöge egyben az alkalmazhatóságot is behatárolja – kis látószöggel nagy távolságról, nagy látószöggel kisebb távolságról nyerhetünk azonos méretű

képet (ugyanolyan felbontású érzékelőt feltételezve). A látható fény tartományú képfelderítésben az érzékelés, felismerés és azonosítás szintjei követik egymást. A nagylátószögű lencserendszerek (többnyire csak az érzékelésre alkalmas felbontásban) akár 360°-os körpanorámát vetítenek az érzékelőre. Erre Dr. Greguss Pál professzor NASA által elismert találmánya a „PAL-optika” és a hozzá illesztett anamorf videó megjelenítés is lehetőséget nyújt [2][3].



1. ábra A látható fény tartomány spektruma³

Amennyiben az észlelés sikeres volt, akkor a látószöget szűkítve, a kérdéses irányba fordított optikai rendszerrel kell az objektumot (élőlény, tárgy, meteorológiai képződmény stb.) felismerni. Ha részletesebb információkra van szükség, akkor még tovább szűkítve a látószöget, már csak a célterületről gyűjtött képpontokat értékelve azonosítani tudjuk a forrást és dönthetünk a további munkafázisokról (regisztrálás, követés, elvetés stb.).

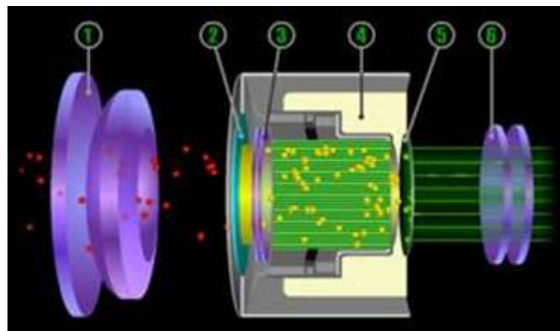
A lencsét váltó és mozgató mechanizmusok bonyolultak, működésük időt igényel, és állniuk kell az időjárás viszontagságait. A drágább, de gyorsabb megoldás a felderítendő irányokat fix telepítésű lencserendszerekkel lefedni és a váltásokat, átfedéseket az elektronikai feldolgozás során elvégezni. [4]

Az elektrooptikai (CCD, CMOS,) érzékelők felbontása, dinamika tartománya a lencserendszerekkel együtt egyre javul. A mindennapivá váló 1080p Full HD már az emberi szem igényeit/képességeit eléri, mégis marad tennivaló a felderítés azon területein – példánkban a légi objektumok felderítésében – ahol az emberi munkát, intuitív képességeket a végső döntés fázisára kívánjuk tartalékolni. A képfeldolgozó algoritmusok ezt a célt szolgálják és nélkülözhetetlen elemeivé váltak az automatizált felderítő munkahelyeknek. Képesek a változások észlelésére, a beállított szűrések elvégzésére és a kritikus szint elérésekor annak jelzésére, riasztásra.

A látható fény tartományban az égitestek, vagy mesterséges világítás adja az energiát. Ennek hasznosítható mértéke – a berendezés érzékenysége túl – az időjárástól, légköri helyzettől is függ. A felhő, pára, köd és a hulló csapadékok nagymértékben csökkentik a láthatóságot – ugyanígy a felderítés hatótávolságát is.

³ Forrás: http://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A1jl:EM_spectrum_hu.svg

A katódsugárcsöves fényerősítésen alapuló éjjellátó készülékek elterjedtek a szárazföldi alkalmazásokban és újabban a légi járművek vezetésében is [5]. Viszonylag egyszerű felépítésükkel a látható és a közeli infravörös tartományban biztosítanak – jellegzetesen „zöldes” – képet a környezetről. Már a negyedik generációjuk van forgalomban – ezek már elérik az 50000-szeres erősítést.



2. ábra Az éjjellátó készülék felépítése⁴

(1–frontlencse; 2–fotókatód; 3–mikro-csatornás lemez; 4–nagyfeszültségű gyorsítótér; 5–foszforozott jellemez; 6–okulár)

A hagyományos éjjellátó készülékek – azon kívül, hogy erős fény hatására tönkremennek, korlátozott élettartamúak (1–2 ezer üzemórát képesek működni) – csak emberi szemmel kiértékelhető képet szolgáltatnak. Az újabb digitális változataik pixelekre bontott képe már képfeldolgozó alkalmazásokkal is kezelhető.

Infravörös fény tartomány

Minden test infravörös sugárzást bocsát ki magából, ha hőmérséklete magasabb az abszolút nulla foknál. A környezetünk tárgyait jellemző hőenergia tartalom és annak változása mérhető, számértékkel is megadható mennyiség. A hő átadása hővezetés, hőáramlás, vagy hősugárzás formájában történhet. A hővezetés első sorban a szilárd testekben jön létre, a hőáramláshoz mozgó közeg szükséges, a hősugárzás viszont vákuumban is terjedő, elektromágneses sugárzásnál és abszorpciónál is bekövetkező, fényhez hasonló viselkedésű jelenség. A sugárzott hő sem egyértelműen származtatható, mert a reflektált, emittált és transzmittált sugárzások összegét látjuk a hőkamerával – ami a gyakorlati méréseknél okozhat meglepetést.

A hőkamerák „filmje” a mikrobolométer. A Texas Instruments a 80-as években kapta az állami megbízást a hűtés nélküli infravörös érzékelők kifejlesztésére. A hűtés nélküli érzékelők felépítése egyszerűbb, az általános felhasználók számára a 0,1 °C felbontás elegendő. A katonai felderítő alkalmazásokban, biztonságtechnikai eszközökben ezekkel találkozunk – áruk, méretük és környezeti hatásoknak ellenálló kivitelüknek köszönhetően. A precíziós mérésekhez folyékony nitrogén, Stirling, vagy Peltier elemes hűtést használnak.

A mikrobolométerek a hőmérséklet változását a vanádium-oxid rétegük elektromos ellenállásának változásával érzékelik. A 7–14 μm -es hullámtartományban működnek, egy-egy elem mérete 0,025×0,025 mm. Az érzékelő elemek mögött aktív erősítő áramkörök biztosítják a

⁴ Forrás: <http://www.atncorp.com/hownightvisionworks>

megfelelő kimenő jelszintet. A mikrobolométerekből felépített érzékelő – például a TP8S esetében 384×288 méretű panelt alkot – minden pontja külön „kikérdezhető”, azaz a képernyőn szemmel alig megkülönböztethető pont hőmérséklet változását a mérőrendszer már ki tudja mutatni. Ez teszi lehetővé, hogy „távhőmérőként” használjuk a hőkamerát – azaz a kép bármely pontjának hőmérsékletét numerikusan is meg tudjuk jeleníteni.

A hőkamerák másik kritikus eleme a lencse, amely a környezet hőképét az érzékelő panelre vetíti. Mivel a hő a lencsén keresztül jut a kamera belsejébe, ezért azt ideálisan a teljes hullámtartományban jól kellene vezetnie. Bár tudjuk, hogy a sugárzott hő a fényhez hasonlóan terjed, a kvarcüveg lencse ebben az esetben mégis használhatatlannak bizonyul. A germánium és a szilikon terjedt el legjobban. Az áruk a megmunkálás nehézsége miatt is igen magas, eléri a hőkamera árának 50%-át. A termokamerákat több, különböző látószögű lencsével árusítják. Ezek együtt is olcsóbbak és méreteiket tekintve kezelhetőbbek, mint zoom-os kivitelben, de bizonyos alkalmazásoknál a gyorsaság elsőrendű követelmény lehet.



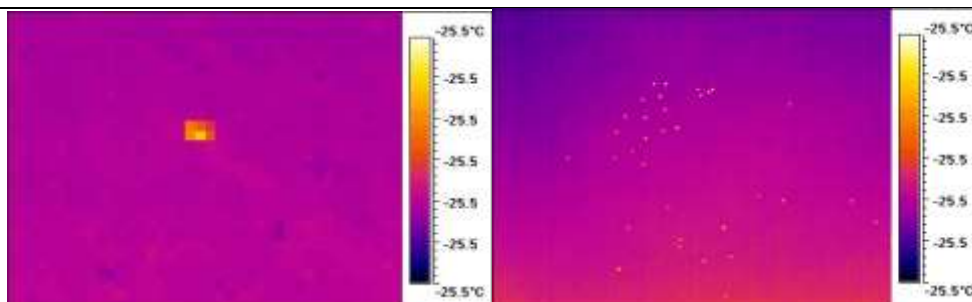
3. ábra Az UMICORE fix fókuszú és Wavelength Technology zoom lencségei^{5,6}

A Thermo Pro™ TP8S kamera [6] Wuhan Guide Infrared Co Ltd. kínai gyártó meglepően sok szolgáltatással bíró készüléke. Egy rendelkezésünkre bocsátott eszközzel próbafelvételeket készítettünk – a hipotézisek igazolására. A kérdés arra vonatkozott, hogy lehet-e passzív infravörös sugárzás alapján légi járműveket észlelni, felismerni, azonosítani.

Az égboltra néző kamera tiszta, páramentes időben „kiskálázott” – azaz túljutott a -20°C alsó határértéken. Ebben a fagyos háttérben nagyon határozottan kirajzolódnak a felhő és pára alakzatok, sőt a vízszintes rétegződésük is. A levegőben repülő minden eszköz és élőlény ettől melegebb és „világít” a kontrasztos háttérben. Az utasszállító repülőgép 12 km-es magasságon repülve még felhős időben is nyomot hagyott a hőképen. A madarak és csoportjaik is felderíthetők ilyen eszközökkel – ez a tapasztalat éppen a hamis riasztás elkerülésére jó.

⁵ Forrás: <http://eom.umicore.com/en/infrared-optics/about-us/>

⁶ Forrás: <http://www.wavelength-tech.com/IR-Optics/IRZoomLens.jsp>

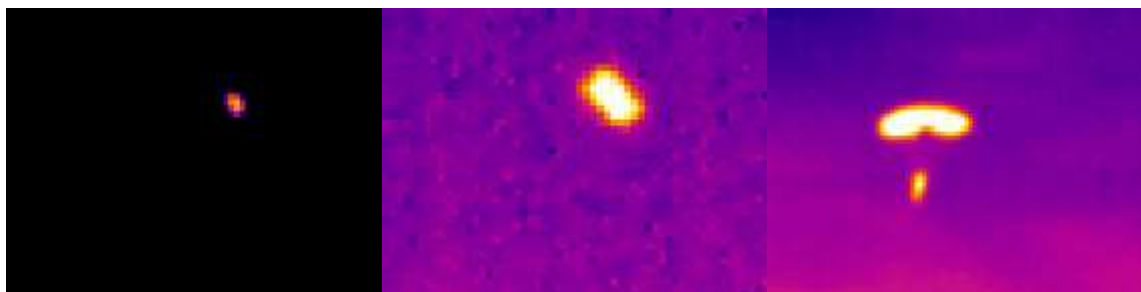


4. ábra A 12 km magasan repülő A-380 – a helyi varjak társaságában⁷

A termo-képek néhány fontos tanulsága:

1. A méretben, hőintenzitásban nagymértékben különböző objektumok közel azonos képet adhatnak a passzív infravörös kamera kimenetén abban az esetben, ha a távolságuk a mérőponttól arányosan közeli/távoli.
2. A felderített célok egyértelmű azonosítására – példánkban, hogy melyik a repülőgép és melyik a madár – háromszögelési módszerű iránymérés lehet az egyik megoldás. Három (fél)gömb koordináták meghatározására alkalmas passzív infravörös mérőállomás „plot”-jainak térbeli elhelyezkedése egyértelműen kimutatja a – jelen esetünkben nehézséget okozó – hovatartozást.
3. Intelligens képfeldolgozással lehetőség van a célok mozgásának elkülönítésére, pályájuk szerinti szétválasztásukra. A felhők – mint (közel) álló objektumok – jól megkülönböztethetők a lassan mozgó madarak, siklóernyősök, sárkányrepülők és a nagyobb sebességű a repülőgépek hő-nyomaitól. A radartechnikában ezek ismert, bevált eljárások – a hőképekhez illesztésük – a felkészült szakemberek számára – megoldható műszaki feladatnak látszik. Itt sem lehet mellékes, hogy egy közeli és egy távoli légitűzár ugyanolyan szögsebességgel mozoghat – az egyik mérőállomáshoz viszonyítva – ezért a három mérőpont itt is elengedhetetlen feltétele az egyértelmű azonosításnak.

Az elvégzett kísérleteink is azt igazolták, hogy homogén, nagyon kontrasztos háttérben néhány pixel elszíneződése elegendő a (vizuális) észleléshez. A céltárgy felismeréséhez, jellegének meghatározásához a 8-10 pixel is szükséges lehet. A további pixelekkal, azok alakjából, mozgásából, pedig a cél típusa és aktuális tevékenysége is meghatározható.



5. ábra Egy paplanernyős érzékelése, felismerése, azonosítása – a TP8S kamera képén⁸

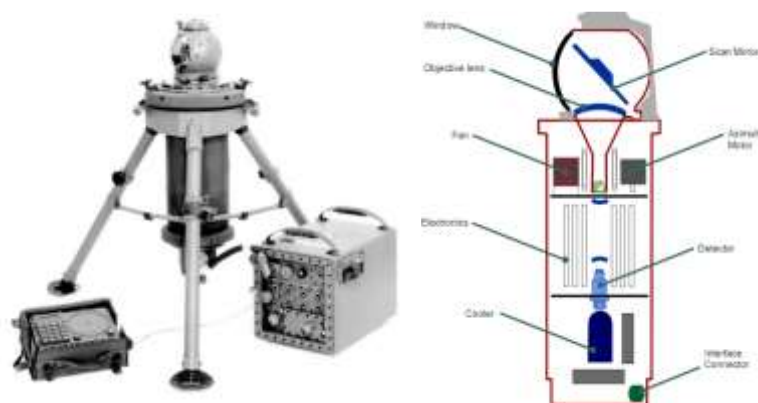
⁷ A szerző felvételei (2013. 10. 29.) A jobboldali képen az A380 alulról a második (enyhén látszik a kondenzcsík).

⁸ A szerző felvételei. A felvételek 2013.10.26-án az LHSS repülőtéren zajló ejtőernyős versenyen készültek.

A TP8S kamerához a gyár külön képfeldolgozó programot ad, amellyel az utómunkálatok elvégezhetők. A felvétel közben a kamerán automatikusan, illetve kézzel is beállíthatók a hőmérséklettartomány határai. A kiértékelés folyamán ez tovább finomítható, a jobb képi megjelenés érdekében. Hangsúlyozva, hogy a TP8S egy általános célú termokamera, a felvételek terepi körülmények között (kézből) készültek, az időjárás átlagosan párás légkörrel könnyítette/nehezítette az észlelést – az eredmények biztatóak, további kutatásokat, fejlesztéseket serkenthetnek.

ADAD

A londoni olimpiát egy StarStreak alakulat biztosította [7]. A StarStreak (SP HVM – Self-Propelled High-Velocity Missile) alapvető felderítő eszköze az ADAD – Air Defence Alerting Device elektrooptikai alapú. A korábban Pilkington, ma a Thales Optronics által gyártott eszköz a 8–14 μm hosszúhullámú infravörös tartományban a lassú és gyorsan mozgó merevszárnyú repülőgépek, valamint helikopterek felderítésére, célmegjelölésre szolgál. Az 1995 óta szolgálatban álló ADAD automatikus követésű vizuális kamerával és lézer távmérővel összekapcsolt „Protector” mozgó felderítő állomásként is működhet. [8] Az angol hadseregénél már „kifutóban” van – a StarStreak-el együtt 2004-ben 156-ról 84-re csökkent a számuk) [9]



6. ábra Az ADAD – tábori telepítésű kivitelben és az érzékelő egység felépítése ⁹

Az ADAD tehát mint műszaki megoldás figyelemre méltó. [10] Ugyanakkor a korlátai is tanulságul szolgálhatnak:

- Az ADAD 24 órás folyamatos üzemidejű, automatikus érzékelő eszköz, amely a kis-hatótávolságú légvédelmi rendszerek SHORAD – Short Range Air Defence számára riasztást és célkoordinátát biztosít.
- Az oldalszögben 240°-os elfordulású kamerafejen egy 10°-os kitérítésű tükör végez helyszögben lengéseket. A tükör, melynek középvonala $\pm 7^\circ$ -al eltolható lassan végigtapogat, majd gyorsan visszaáll és kezdi előlről. A hőképet a prizma forgatja be a hűtött detektorsor irányába.
- A közel 20 évvel ezelőtti technikai lehetőségeket tükröző elektromechanikus letapogatás (line-scanner) jó ötlet lehet – a mai korszerű termokamerákkal kivitelezve és a teljes 360°-os körbefordulást megoldva.

⁹ Forrás: <http://pilkoptr02.uuhost.uk.uu.net/downloads/ADAD%20Product%20Information.pdf>



- A helyszögben való leképezése szerény – legalább 60°-ra ki kellene terjeszteni, ami a mechanikai és optikai elemek átgondolását, újratervezését igényelheti. Az így is keletkező 60°-os holtkúp lefedésére külön kamerát/lencserendszert célszerű alkalmazni.
- A hosszúhullámú infravörös tartomány és a kényszerhűtés jó választás a nem radar-visszaverő tulajdonságú cél – ejtőernyős, siklóernyős, függővitorlázó – felderítésére.
- Az ADAD leírásokban nem található adat a felderítési hatótávolságról.

HGH

A HGH Infrared Systems Párizstól délre a „francia optikusok völgyében” Igny-ben működik – 1982 óta. A panoráma képek készítésére alkalmas Spynel eszközcsalád tagjai széles választékot kínálnak.

Spynel-C 3000

- Hűtött, hosszúhullámú;
- 360° oldalszögben;
- érzékelési távolság:
 - személy: 3 km-ig;
 - autó: 6 km-ig;
 - hajó: 20 km-ig.

Spynel-S 6000

- Hűtött, közepes hullámhosszú;
- 360° oldalszögben;
- érzékelési távolság:
 - személy: 6 km-ig;
 - autó: 12 km-ig;
 - hajó: 25 km-ig.

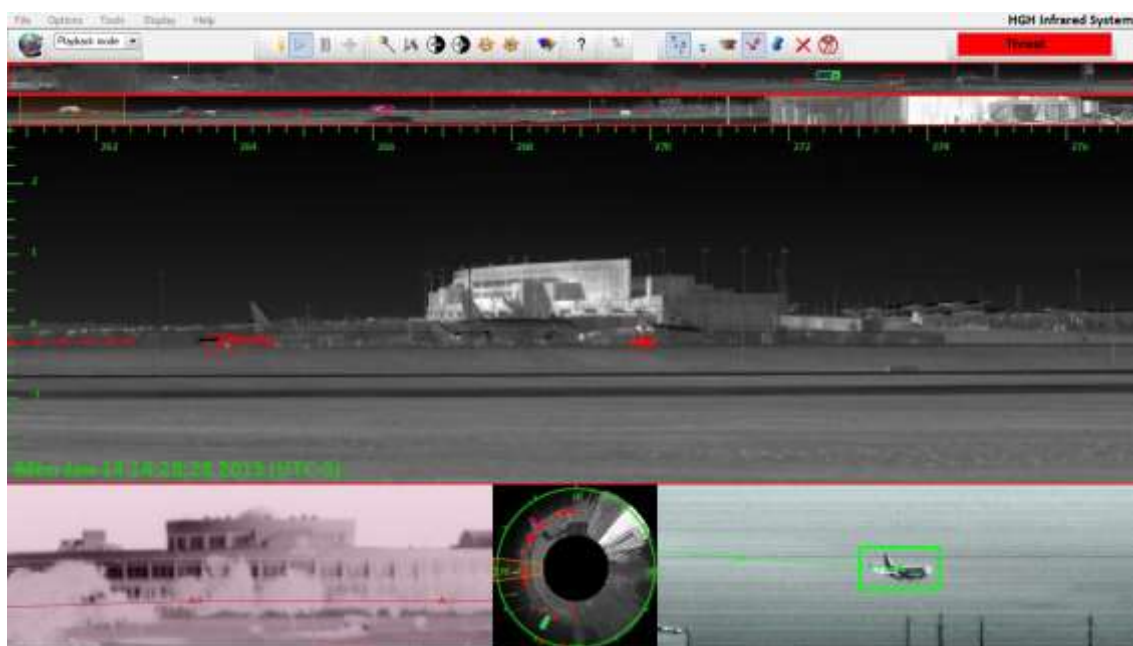
Spynel-U 2500

- Nem hűtött, hosszúhullámú;
- 360° oldalszögben;
- érzékelési távolság:
 - személy: 2,5 km-ig;
 - autó: 4 km-ig;
 - hajó: 15 km-ig.



7. Ábra. A Spynel-C 3000, Spynel-S 6000 és Spynel-U 2500 kamerák ¹⁰

A HGH felderítő eszközök a Cyclope szoftverrel megjelenítve nyújtják a legtöbb információt. Megjeleníti a teljes 360°-os képtartományt. Szimultán vagy valós idejű képfeldolgozással detektálja és követi a behatolókat, lehet nappali és éjszakai képmegjelenítés, jó minőségű képek ködben, füstben is, napsugárzásra csekély mértékben érzékeny, nincs optikai torzulás a panorámaképeken, passzív – tehát nem érzékelhető, automatikus célfelderítés és követés, egyszerű telepítés és használat jellemzi.



8. ábra Az Austin repülőtérén készült körpanoráma a mozgó objektumokkal és útvonalakkal¹¹

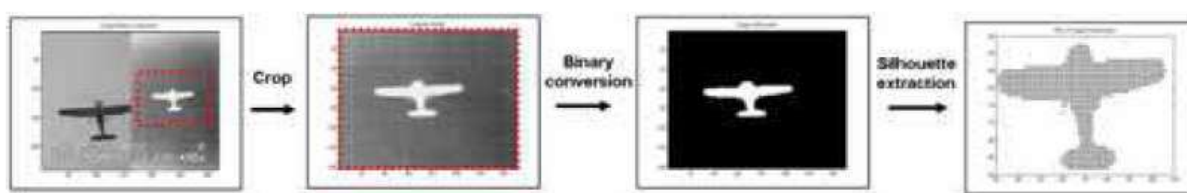
A Spynel kamerák előnye a 360°-os panorámakép. A hátránya (a légvédelmi alkalmazás szempontjából), hogy a függőleges látószöge csekély Spynel U 1000 – 18°; Spynel-U 2500 – 10°; Spynel-C 1000 – 20°; Spynel-C 2000 – 10°; Spynel-C 3000 – 5°; Spynel-S 2000 – 20°; Spynel-S 3500 – 10°; Spynel-S 6000 – 5°.

¹⁰ Forrás: <http://www.infrared360.com/spynel/>

¹¹ Forrás: <http://www.infrared360.com/press/>

Mindezek ellenére UAV és vadászgépek sikeres detektálásról is beszámolnak (YouTube: Infrared Detection and Tracking of Aerial Targets) [11] A „HGHinfraredsystems” többi videója is a széleskörű alkalmazásokat mutatja be – a Cyclope megjelenítő/riasztó funkcióival együtt. [12] A felvételek alapján a képkéértékelés jól működik – a kezelése sem tűnik megtanulhatatlannak.

A „Tracking, and Identifying Airborne Threats with Netted Sensor Fence” – munkában az infravörös sziluett alapján történő repülőgép típus felismerésének folyamata is bemutatásra került. Az első lépés, a lehetséges légi járművekről egy kontúr-könyvtár létrehozni. A digitálisan rögzített, különböző nézőpontú képek a felderítés során referenciaként szolgálnak. Amennyiben valamelyik egybeesik (nagy mértékben hasonlít) a felderített légi járművel, akkor ezzel annak azonosítása megtörténhet.



9. ábra Az infravörös tartományú minta létrehozása – a későbbi azonosításokhoz¹²

A kontúrok a légi jármű kategória/típus azonosítását és pályájának követését segítik – még akkor is, ha közben változik (forduló, emelkedés, süllyedés miatt). Ahhoz, hogy kontúrt tudjunk rögzíteni természetesen erős felbontású termokamera szükséges. A FLIR, RAYTHEON, ELBIT, Rheinmetall 640X480 pixel felbontású kamerái – nagy teljesítményű, zoomolható objektívekkel már rendelkezésre állnak – az intelligens, feladatorientált képfeldolgozás számára jelentkezik a kihívás, hogy ezeket ki lehessen használni.

REMOTE TOWER

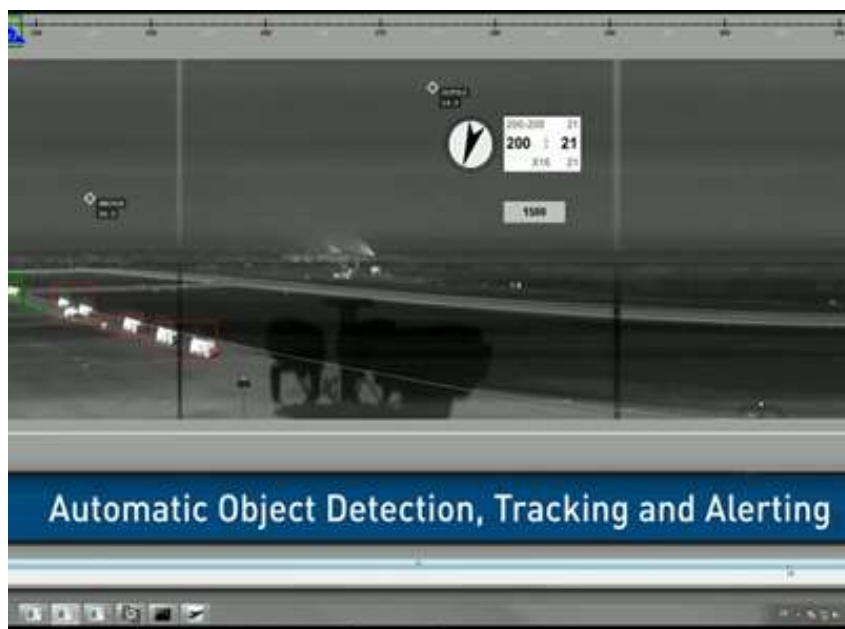
A SAAB SENSIS Remote Tower koncepciója [13] a légi irányításban – konkrétan az egyes repülőterek tornyaiban – folyó munkát hivatott megreformálni olyan módon, hogy az eddig a repülőterek pályája mellé telepített, vizuális látást biztosító tornyok helyett a szenzorok által leképezett panorámakép szolgál – akár egy földalatti teremben dolgozó – személyzet tájékoztatására.

A FREQUENTIS megoldásában [14] a vizuális és hőkamerás rendszer jól használható a fel/leszálló gépek és az egyéb repülőtéri mozgások (járművek, személyek, nyulak, madarak) követésére.

¹² Weiqun Shi, Gus Arabadjis, Brett Bishop, Peter Hill, Rich Plasse and John Yoder: Detecting, Tracking, and Identifying Airborne Threats with Netted Sensor Fence The MITRE Corporation Bedford, Massachusetts U.S.A (Fig. 11.)



10. ábra A FREQUENTIS PTZ kamerarendszere a repülőtér és környéke „szemmel tartására”¹³



11. ábra A földi és légi mozgásokat automatikusan jelzi, követi valamint riaszt – ha szükséges¹⁴

A Remote Tower demonstrációiban bizonyítást nyert, hogy a légijárművek – a nagyméretűek és a csekély hőképpel rendelkezők is – jól követhetők elektrooptikai eszközökkel a repülőtér körüli légtérben. Mivel többségükben tervezett manővereket hajtanak végre a szándékuk és a várható pozícióik ismertek – azaz NEM felderítő, hanem első sorban ellenőrző feladatuk van. Ez lényeges különbség a terület-, vagy az objektumvédelmi feladathoz képest, ahol sem a légijármű, sem annak helyzete (iránya, távolsága, magassága), sem a szándéka nem ismert – kivéve, ha bejelentett repülésről van szó.

¹³ Forrás: <http://www.youtube.com/watch?v=CsDizzvZ9WM> – videó kimerevítve

¹⁴ Forrás: <http://www.youtube.com/watch?v=CsDizzvZ9WM> - videó kimerevítve



KÖVETKEZTETÉS

A passzív elektrooptikai képfelderítő állomások – megfelelően intelligens kiértékelő algoritmusokkal – önállóan és kiegészítő információforrásként szolgálhatnak egy légvédelmi felderítő rendszerben. A több forrásból származó, megerősített információk csökkentik a vakriasztás lehetőségét és javítják a felderítés valószínűségét, pontosságát.

A hazai alap- és alkalmazott kutatás, fejlesztés feladata lehet az igények pontos felmérése és a technikai lehetőségek feltárása, összekapcsolása. Ez különösen nagy szellemi hozzáadott értéket képvisel a robotrepülések koordinálása és műszaki biztosítása terén. A kihívást jelentő biztonságos légtérhasználat megteremtése párhuzamosan kell, hogy fejlődjön a pilóta nélküli repülőgépek számának ugrásszerű növekedésével. A számos aktív (RADAR, LIDAR, SONAR) eljárás mellett a passzív, infravörös tartományú elektrooptikai eszközök is jelentős szerephez jutnak.



FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DeTec: BIRD & BAT RADAR SYSTEMS, (online), url: <http://www.detect-inc.com/avian.html> KARLIN, S., TAYLOR H.M., (2014. 05.10.)
- [2] Dr. Greguss Pál szakmai életrajza, (online), url: http://kepes.society.bme.hu/Tagok/Greguss/Szakmai_eletrajz.pdf (2015.01.12)
- [3] Tóth Imre őrgy.: A körpanorámás képalkotás katonai alkalmazása, (online), url: <http://www.zmne.hu/tanszekek/ehc/konferencia/may/tothimre.htm> (2015.01.12)
- [4] SAS – Situational Awareness System, (online), url: http://www.rheinmetall-defence.com/en/media/editor_media/rm_defence/pdfs/produktpdfs/elektrooptischekomponenten/D100e0212_SAS.pdf (2015.01.12)
- [5] Nagy János: Éjjellátó eszközök fedélzeti alkalmazásának kompatibilitási kérdései (online), url: http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2009_4/2009_4_Nagy_Janos.html (2015.01.12)
- [6] Makkay Imre: A „Thermo Pro TP8S” hőkamera és alkalmazása repülőgépek diagnosztikai vizsgálati során (online), url: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2011_cikkek/Makkay_Imre_4_THERMO.pdf (2015.01.12)
- [7] THALES: Starstreak secures the skies for London 2012, (online), url: <https://www.thalesgroup.com/en/content/starstreak-secures-skies-london-2012> (2015.01.12)
- [8] The Aviation Forum, (online), url: <http://forum.keypublishing.com/showthread.php?104938-IRST-based-AD> (2015.01.12)
- [9] Army-Technology: Starstreak Anti-Aircraft Guided Missile System, United Kingdom (online), url: <http://www.army-technology.com/projects/starstreak/> (2015.01.12)
- [10] THALES: Products and Capabilities: infrared search and track, (online), url: <http://pilkoptr02.uuhost.uk.uu.net/irst.htm> (2015.01.12)
- [11] YouTube: Infrared Detection and Tracking of Aerial Targets, (online), url: <http://www.youtube.com/watch?v=9uc0zvMygG8> (2015.01.12)
- [12] YouTube: Airport surveillance SP, (online), url: <http://www.youtube.com/watch?v=YVvKqhpVYHc> (2015.01.12)
- [13] SAAB Group: Sensis Corporation has joined the SAAB Family website (online), url: <http://www.saabsensis.com/products/remote-tower-r-twr/> (2015.01.12)
- [14] YouTube: FREQUENTIS Tower Solutions, (online), url: <http://www.youtube.com/watch?v=CsDizzvZ9WM> (2015.01.12)