

PROF. DR. MAKKAY IMRE¹

REPÜLŐGÉPEK ÉS MADARAK ÜTKÖZÉSÉNEK ELKERÜLÉSE – ROBOTOK SEGÍTSÉGÉVEL²

A repülőgépekkel ütköző madarak gyakran súlyos sérülést (hajtómű leállást, vezérsíkok működésképtelenségét, kabintető törést) okozhatnak. A növekvő légi forgalom biztonsága és a természeti értékek, ezen belül a madárvilág védelme nem mindig könnyen egyeztethető érdekek. A robotika legújabb eszközeit is alkalmazva talán közelebb kerülhetünk egy megnyugtató megoldáshoz. A ragadozó madaraknak „öltöztetett” robotrepülőgépek - az élőkhöz megtevesztésig hasonló - mozgása az adott légi forgalomban, nap és évszakhoz, illetve a madárrajok megjelenéséhez programozható.

BEVEZETÉS

A légi baleseteket véletlenül okozó madarak egyre gyakrabban kerülnek a figyelem középpontjába. A repülőgépek fel és leszállásuk közben átrepülnek egy „madárzónán”, ahol a levegő természetes lakóinak előfordulása a legvalószínűbb. A szezonális költözés időszakában különösen megnövekszik a vándormadarak forgalma, de nem elhanyagolható a napi élelemszerzésre csoportosan felkerekedő sirályok, varjak, galambok, rigók, seregélyek, okozta ütközés veszélye sem.

Számos technikai megoldás, rendszabály született a repülőterek környezetének „madármentes” üzemeltetésére. A repülőterek környékén elhelyezkedő nagy vízfelületek, szeméttelpek vonzzák a madárcsapatokat, ezért az élettér, fészkelő hely, táplálékszerzés lehetőségének csökkentése az egyik természetes megközelítés.

A ragadozó madarak megjelenését a madárrajok azonnal észreveszik, és csoportosan menekülnek. Több repülőtéren folytattak kísérleteket és az eredmények alapján „szolgálatba

¹ Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Bolyai János Katonai Műszaki Kar, Repülő és Légvédelmi Intézet, Fedélzeti Rendszerek Tanszék; drmi48@gmail.com

² Szaklektorált cikk. Leadva: 2009. szeptember 15. Elfogadva: 2009. december 10.

állítottak” ragadozó madarakat – természetesen a felkészítésüket végzőkkel együtt. A madarak elriasztására bevetett vadász-sólymok, ölyvek bármennyire jól képzettek mégiscsak élőlények, akiknek hangulata, életciklusa, étkezési, párzási szokásai, esetleges megbetegedései nem könnyen egyeztethetők a feladattal.

A megoldást a robottechnika kínálja, melynek számtalan képviselőjével – a konyhánktól az űrhajókig – naponta találkozhatunk. A robotok panasz nélkül végeznek unalmas, piszkos, veszélyes feladatokat, fáradhatatlanul ismételnék előre programozott feladatokat, és nem kell tartani hangulatingadozástól, kialvatlanságtól, vagy betegségtől.

REPÜLŐGÉPEK ÉS MADARAK

A madarak természetes élettere a levegő. Amióta az ember is épített magának szárnyakat és azokkal repülni szeretne folyamatos a madarakkal való véletlen találkozás kockázata. A madarak szándékuk szerint elkerülnének minden ütközést, de repülőgépek egyre gyorsabban és kisebb zajjal közlekednek, így a madaraknak csökken az esélyük az észlelésre és a kitérésre. Az évente kétszer megismétlődő nagy madárvonulások, melyekben nagytestű költöző madarak csapataival is számolni kell és a „helyi” élelemszerző repülések jelentik a legnagyobb veszélyt. Számos publikációban [1][2][3][4][5][6][7][8][9][10] jelentek meg statisztikai elemzések, amelyek bemutatják az ütközések gyakoriságát az évszak és napszak függvényében. A legtöbb ütközést nappal, kis magasságban, a repülőtéren, vagy annak közvetlen közelében regisztrálták. A szakértők úgy vélik, hogy az ok a madarak szokásos élőhelyeinek beszűkülése, ami miatt a kifutópályák mellett elterülő füves területek – a zaj és légi forgalom ellenére is – csábító életteret jelentenek.



1. kép. Repülőgépek és madarak - túlságosan közel egymáshoz^{3 4}

Különösen magas kockázatot jelent a repülőtéren közvetlen környezetében működő szemét-, szennyvíz-, sertés-, szarvasmarha telep, de a nádas mocsaras terület és a nagy vízfelület is kedvezőtlen. A táplálékszerző helyre repülő, majd a pihenőhelyre visszatérő madarak még akkor is keresztezhetik a repülőgépek útját, ha a helyek távol vannak a repülőteremtől. A madarak mérete és szokásai szerint is osztályozható a kockázat. Még a kisméretű seregélyek is okozhatnak balesetet, ha csoportos becsapódásukkal több hajtóművet leállítanak.

³ <http://www.media.desicolours.com/2009/june/birdswarm.jpg>

⁴ http://www.huffingtonpost.com/2009/04/24/bird-strike-data-released_n_191024.html

A Federal Aviation Administration (Szövetségi Légügyi Hivatal) és az US Department of Agriculture (Egyesült Államok Földművelésügyi Minisztériuma) által 2005-ben közösen kiadott „Wildlife Hazard Management at Airports” (Vadveszély kezelése repülőterekenél) [34] dokumentum számos hasznos ajánlást tartalmaz a probléma megoldására. A repülőterek üzemeltetésének és a környezet mezőgazdasági/ipari hasznosításának összehangolása hozhat csak eredményt. A dokumentum ugyanakkor rámutat az egyes érdekcsoportok eltérő törekvéseinek - a repülés biztonságán is túlmutató – következményeire. Legjellemzőbb ezek közül: a repülőterek körüli „steril” – növény-, víz-, búvóhelymentes – környezet vegyszerek alkalmazásával történő fenntartását mezőgazdasági törvény messzemenően elutasítja. Ugyanakkor vonatkozik a – főleg állattartási – megkötések túlzott érvényesítésétől is a repülőterek környezetében. A repülőterek kisemlőseinek – egerek, ürge, pockok, nyulak – „irtása” is törvényekbe ütközik, pedig a ragadozó madarak, és földi társaik – kutyák, róka, farkasok és különféle macskafélék – éppen a háborítatlan vadászat reményében keresik fel a repülőterek környékét.



2. Kép. A nagysebességű katonai légi járművek is találkozhatnak madarakkal⁵

A nagyobb növényevők, őzek, szarvasok is betévednek a megsérült, vagy rosszul felépített kerítéseken átjutva. Mindezek komoly veszélyt jelentenek a guruló, illetve felszállás/leszállás kis magasságú szakaszában lévő repülőgépekre. A statisztikai elemzés szerint az ekkor bekövetkezett ütközések okozzák a legsúlyosabb baleseteket. A repülőgépek ekkor még/már nem rendelkeznek sebesség/magasság tartalékkal, hogy a korrekcióhoz szükséges manővert végrehajtsák.



3. Kép. Hannes Arch 370 km/ó sebességgel ütközött pelikánnal a Red Bull Air Race-en⁶

⁵ <http://www.hyd-masti.com/2009/07/airplane-bird-strike-photos-look-at.html>

⁶ <http://smoke-on.com/blog/uncategorized/hannes-arch-takes-third-after-bird-strike>

Az ütközési statisztikában a nagysebességű katonai repülőgépek és a nagy manőverező képességű – éppen ezért a madarak számára „érthetetlen” pályán közlekedő műrepülő gépek is előkelő szerepelnek. E repülőgépek pilótáinak az azonos magasságon repülő madarak elkerülésére az emelkedő manővert javasolják – mert erre a madarak kevésbé képesek.

A közelmúltban (2009. január 15-én) bekövetkezett nagy anyagi kárral járó, de emberéletet nem követelő madárütközés szerencsés kimenetelének egyik oka – a pilóta bravúráját elismerve - hogy viszony nagy magasságon (3200 láb) következett be, ami a még teli tankkal repülő géppel is hosszas (~2') „vitorlázást” és a lehető legkisebb sebességű kényszerleszállást tett lehetővé. A hajtómű nélküli leszálláshoz legalább 35000 láb magasságot ír elő az A320 szabályzata. Itt ennek a tizedére kellett „repülőtéri” helyzetet találni és a folyó – bár a víz a betonhoz hasonlóan „kemény” – a hosszúsága miatt itt jó választásnak bizonyult.



4. Kép A Hudson folyón sikeres kényszerleszállást végrehajtó repülőgép – nem tipikus eset ⁷

Az ütközések tanulságai és a széleskörű kutatások egybehangzóan a madárvilág „lelke” irányába mutató eljárásokat helyezik előtérbe. A madarak számára – akár közvetett úton – jelezni kell, hogy az adott légtér veszélyes, azt el kell hagyniuk – legalább a repülőgépek biztonságos áthaladásának idejére.

„A VADON TÖRVÉNYE”

Az érintetlen természet, a „vadon” egyensúlya lehet a megoldás még ilyen „Hi Tech” problémának is, mint a madarak és a legkorszerűbb légi járművek véletlen találkozásának elkerülése. A „vadász” és a „préda” – ahogy a vadon lakói egymást megkülönböztetik – az élettér és a mozgás szempontjából sajátos törvény szerint kerül elosztásra. A ragadozók folyamatosan kutatnak, míg a préda élőlények folyamatosan figyelik és „tisztelőben tartják” a rájuk vadászók megjelenését, ugyanakkor az adott körülmények között a lehető legsikeresebb menekülési taktikát próbálják alkalmazni.

⁷ <http://yepyp.gibbs12.com/wp-content/uploads/2009/01/passengers-stand-on-the-w-001.jpg>

A repülőterek közelében a nagyszámú madárpopuláció – verebek, seregélyek, rigók, varjak, sirályok – jelentik a legnagyobb veszélyt, de a vonuló ludak, kacsák, darvak is keresztezhetik a fel- és leszálló gépek útvonalát. A hajtóműbe került ragadozó madarak, pedig az „egyensúly fenntartására” odaseregélyek által okozott veszélyre figyelmeztetnek.

Ornitológusok és a repülés biztonságában - hivatalos kötelezettségük folytán is - érdekelt műszaki szakemberek kutatják a lehető legkisebb környezeti terhelés mellett az elérhető legnagyobb repülési biztonságot nyújtó megoldásokat.

Hang és fényhatásokat próbálnak ki a madarak távoltartására - már sok éve - mérsékelt sikerrel. A madarak rövid idő alatt megszokják és az utódaik – beleszületve ebbe a „városias” környezetbe – már alig veszik komolyan ezeket.

Idomított vadász-sólymokkal is folytatnak madárriasztási kísérleteket, [xiii] amelyek a kiváltott hatást illetően úgy tűnik sikeresek, azonban e madarak – és a repülő is – áldozattá válhatnak. A legjobban képzett sólyomnak is lehetnek „rossz napjai”, amikor egy ürge, vagy egy sólyomlány eltéríti a feladattól. (Az elmúlt évben éppen egy egerészölyv okozott hajtóműleállást Ferihegyen.)

A madarak a biológiai ellenség/vetélytárs megjelenésére természetes reakcióval felelnek – némi vita után – odébbállnak, más helyet keresnek még a „harcosabb” varjak, sirályok is. A ragadozó madarakkal folytatott kísérletek vitathatatlan érdeme, hogy megmutattak egy módszert, amellyel a levegő lakóinak jelezni tudjuk, hogy szabad utat kérünk, most mi szeretnénk ott repülni.

„ROBOT SASOK” A LEVEGŐBEN

A természetes ellenség jelenlétén alapuló riasztás tehát bizonyította életképességét, de annak „kézben tartása” komoly feladat:

- a vadász-sólymok kiképzése, a repülőtéren környezethez idomítása (adott távolságig, - irányba repülés, repülőgépek elkerülése, hívójelre azonnali visszatérés) igen nehezen biztosítható;
- az élő közreműködők – sólymok, emberek – szolgálatban tartása, pihentetése, betegség idején helyettesítése különleges erőfeszítést, gondoskodást igényel;
- az adott légi forgalomhoz illeszkedő alkalmazásuk – fel/leszállás előtti „takarítás” – egy nagyobb repülőtéren fokozott figyelmet, percnyi (másodpercnyi) időbeli és néhány méteren belüli térbeli pontosságot igényel.

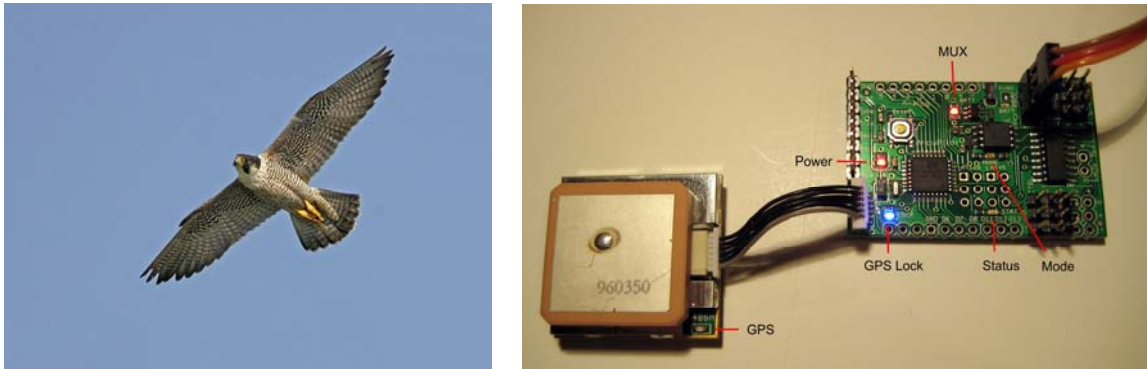
Mindezek már éppen elegendő okkal szolgálnak ahhoz, hogy a gyenge láncszemeket – a ragadozó madarakat, embereket – kiváltva a robotika segítségét vegyük igénybe.

A repülésben a robotok már sok évtizede helyettesítik az embert a legnehezebb, legunalmasabb, legveszélyesebb feladatokban. Számos olyan légi jármű repül, amelyik „pilóta nélkül” száll fel és tér haza a feladat befejeztével. Természetesen a megalkotó, feladatszabó és azt

ellenőrző még mindig az ember – de már nem kell a „hagyományos” pilóta minden fizikai, túlterhelési képességeivel rendelkeznie.

A robotok tudása egyre nagyobb, míg a fejlesztés és technológia eredményeként a méretek és költségek egyre zsugorodnak. A mikroelektronika néhány gramm tömegű áramköreivel a száztonnás repülőgépek irányítására is képes. A programozók, pilóták, repülésirányítók tudása – és felelőssége – ezekben az eszközökben naponta bizonyítja a repülésben a hasznosságát, alkalmazhatóságát.

A madarak méretéhez hasonló robotrepülőgépekkel gyakran találkozhatunk, hiszen ezek – alulról fejlődve – a klasszikus repülőmodellezésből nőttek ki. Számos oktatási intézmény – így a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem is – sikeres kutatásokat, fejlesztéseket folytat a robotrepülés különböző területén. A doktori értekezések sora – az elmúlt években több mint 10 – foglalkozott a technikai megoldások, alkalmazások, repülésbiztonság és légi jog kérdéseivel. Az évente rendezett Repüléstudományi és Robothadviselés konferenciák gazdag tartalommal járulnak hozzá a légi robotikai rendszerek fejlődéséhez. A ZMNE Repülő és Légvédelmi Intézet ad otthont a „repülőgép-madár ütközések elkerülése” címen meghirdetett kutatási programnak.



5. Kép. A „Robot Sas” képe és a fedélzeti számítógép ^{8 9}

A „robot sasok” az adott terület domináns ragadozó madarának öltöztetett robotrepülő, amelyek az aktuális légi forgalomhoz programozható manőverekkel – a szükséges ideig – elriasztják a repülőgépek útjába kerülő más madarakat. Számos megtörtént eset tanulsága, hogy a „helyi csúcsragadozó” is kitér egy repülőmodell útjából, amikor észleli, hogy az nem ijed meg tőle.

A madár-imitáló alak és mozgás is egyre jobban megközelíthető – modellezhető – az automatikai érzékelő, végrehajtó elemekkel. A ZMNE RLI sokéves sárkány, hajtómű, fedélzeti elektronika, repülésirányítás oktatása, kutatása terén szerzett tapasztalatai itt – kisebb, „beruházhatóbb” méretben – realizálhatók. A hallgatók, kutatók, tanárok közreműködésével a kitűzött cél: a légi jármű kategóriájú „robot sas” rendszertechnikai megtervezése, a kísérleti modell elkészítése, a repülésbiztonsági vizsgálatok lefolytatása és valós környezetben a hatékonyság felmérése. Az utóbbi végrehajtásában, a madár-riasztás stratégiájának kidolgozásában is számíthatunk a BMGE Közlekedésautomatikai Tanszék segítségére. A kutatás, fejlesztés és

⁸ <http://www.birdingintaiwan.org/gallery/wen-hsin/Peregrine%20Falcon.JPG>

⁹ http://api.ning.com/files/BrIwcFbZvlHOcZh0YRjfv4*zdbFjVUgsl7Ob34um7N5Js0ppfTx7f6Zb5DHsBFBX-w145uM8lotlLyZqFWJrNip4Gcavr2CN/IMG_1243.JPG

kísérletek eredményeiről a megfelelő szakmai tudományos fórumokon folyamatosan beszámolunk.

ÖSSZEFOGLALÁS

A különböző repülőgép-madár ütközését elkerülő rendszerek sorába egy új megoldás lehetőségére kívántuk a figyelmet irányítani. A robotok fejlődése már lehetővé teszi „madár-méretű” légi jármű megépítését, amely – megfelelő „ruházatban” a legdominánsabb ragadozó képében a repülőgépek útjából elriasztja a madarakat. A fenyegető viselkedésű madár-imitátorok az adott térben és ideig tevékenykednek – kizárva a fölösleges zaklatás/ megszokás lehetőségét.

A kidolgozás és megvalósítás több alkalmazott tudományterület – légi közlekedés, természetvédelem, ornitológia, elektronika – határát érinti ezért a ZMNE RLI számít az érdekeltek alkotó összefogására.

FELHASZNÁLT IRODALOM

[ⁱ] Pokorádi László, A madárral való ütközés elkerülésének lehetősége, Haditechnika, Budapest, 1997/1, p. 7-8.

[ⁱⁱ] Pokorádi László, Madárveszély a katonai repülésben, Új Honvédségi Szemle, Budapest, 1997/6 p. 66-70

[ⁱⁱⁱ] Pokorádi László, Kockázatkezelés a repülésben, Repüléstudományi Közlemények, ZMNE RTI, Szolnok, 1999/1, p. 65–77.

[^{iv}] Pokorádi László, Szabó Zsolt, Repülőgépek madárral történő ütközésének repülésbiztonsági kérdései, Haditechnika, Budapest, 2000/1, p. 8–12.

[^v] Pokorádi László, A vadvilág kockázata a katonai repülésben Repüléstudományi Közlemények Különszám 2005. p. 1-15.

http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2005_cikkek/pokoradi_laszlo.pdf

[^{vi}] Pokorádi László, A vadveszély aktuális kérdései a katonai repülésben, Haditechnika, Budapest, 2005/3, p. 6–9.

[^{vii}] Pokorádi László, A vadvilág kockázata a repülésben, Közlekedéstudományi Szemle, Budapest, 2005. augusztus, LV. évfolyam, p. 294–305.

(http://www.kte.mtesz.hu/061kozl_szemle/binx/08_2005.pdf)

[^{viii}] Pokorádi László, Repülőtér-közelbeli kockázatok becslése, Repüléstudományi Közlemények Különszám 2005. p. 1-15.

http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2006_cikkek/pokoradi_laszlo.pdf

[^x] Pokorádi László, A repülőterek körüli madárveszély vizsgálata, Haditechnika, Budapest, 2005/4, p. 16–20.

[^x] Pokorádi László, A madárveszély hatása a repülésbiztonságra, XV. repüléstudományi Napok Konferencia, Budapest,, 2005. december 1–2., CD változat, pp. 18.

[^x] Makkay Imre, Pokorádi László, Ványa László: Repülőtéri madárütközés-veszélyt csökkentő rendszer, Repüléstudományi Közlemények "Repüléstudományi Konferencia 2009 50 év hangsebesség felett a magyar légtérben", pp. 1-7.

http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2009_cikkek/Makkay_I-Pokoradi_L-Vanya_L.pdf

[^{xii}] Wildlife Hazard Management at Airports” Federal Aviation Administration Second Edition, July 2005.

http://wildlife.pr.erau.edu/EnglishManual/2005_FAA_Manual_complete.pdf

[^{xiii}]http://index.indavideo.hu/video/Ferihegy_titkos_fegyvere?action=video_site&video_title=Ferihegy_titkos_fegyvere%3Ftoken%3Dae061ae48f5c505b53b02abeaf02f931

THE AVOIDANCE OF THE COLLISION OF AIRPLANES AND BIRDS – WITH THE HELP OF ROBOTS

Birds strike the airplanes often case serious damages (break the engines, immobility control surfaces, break windscreens). The safety of the growing air traffic and the natural values, inside this, the avifauna protection not always easily reconcilable interests. We may find our way applying the newest devices of the robotics possibly near to a comforting solution. For the birds of prey dressed robot planes - it is similar to living persons until a deception - his motion to the given air traffic, day and to a season, concerned to the appearance of the bird swarms can be programmed.