



Kosztolányi Tamás¹ – Makkay Imre²

ROBOTREPÜLŐGÉPEK INDÍTÓ-LESZÁLLÍTÓ BERENDEZÉSEI³

A „Repülésbiztonság növelése - madárriasztás robotrepülőgépekkel” kutatási programban jelentős számú autonóm robotrepülőgép működik. A repülőgépek indítására és a feladat végrehajtása után a kijelölt leszállóhelyre való visszaérkezésre a megfelelő eszközt és eljárást kell alkalmazni. A repülés biztonsága érdekében több alternatív megoldást kell kidolgozni és az adott helyzetben a legmegfelelőbbet választani. Az írásműben az indító-leszállító berendezések elveit és eszközeit áttekintve egy többszörös biztonságot nyújtó rendszer tervét ismertetjük.

ROBOT AIRCRAFT LAUNCH AND RECOVERY

The "Increase Aviation Safety - Bird Scaring Robot Aircraft" research program uses a significant number of autonomous robot aircraft for operation. The launch and after corresponding the task the recovery of aircraft at designated location requests appropriate device and procedure. The flight safety requests to develop number of solution and choose the right one. In this paper the principle of launch and recovery systems will be reviewing and one of the most secure will be described.

BEVEZETÉS

A robotrepülőgépek indító és leszállító rendszerei a gépet irányító pilóta utasításainak megfelelően, de hagyományos, repülőgép-fedélzeti jelenléte nélkül működnek. A földi irányító rendszer szak személyzete megtervezi a bevetéseket, végrehajtja a repülés előtti felkészülést, elvégzi a repülő eszközök és a földi állomás beprogramozását, irányítja a feladat végrehajtását, majd annak befejezésével elkészíti jelentéseit és az értékelést. A légi járművek indítását és leszállítását a földi irányító rendszer műszaki kiszolgáló részlege hajtja végre – a bevetést irányítók utasítására. Az indítás és a leszállítás a repülés legnehezebb feladata – ha már/még a „puha” levegőben van a repülőgép, aligha éri olyan megrázkódtatás, mint a fel-leszállás közben – a legtöbb sérülés ekkor történik. Az eljárások és a pillanatnyi körülmény együttesen képezik az esetleges baleset kockázatát, ezért a kiszámítható részét a lehető legnagyobb biztonsággal kell megtervezni.

Az indító és leszállító eljárások általános bemutatása után a Nemzeti Közszerződési Egyetem Katonai Repülő és Légvédelmi Tanszék UAV Laboratóriumának kísérleti eredményeiről adunk tájékoztatást. A tanszéken több éve folyó kutatómunka egyik kiemelt területe a repülésbiztonság növelése, amely – az Új Széchenyi Terv „TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások” keretein belül – a madárütkezések veszélyének csökkentésére irányul. A polgári és katonai repülőterek környezetében a madárriasztást ragadozó madarak alakját és viselkedését utánozó robotrepülőgépekkel kívánjuk sikeresebbé tenni.

¹ Nemzeti Közszerződési Egyetem Katonai Repülő és Légvédelmi Tanszék, rep.szolnok@gmail.com

² Nemzeti Közszerződési Egyetem Katonai Repülő és Légvédelmi Tanszék, makkay.imre@uni-nke.hu

³ Lektorálta: Palik Mátyás, egyetemi docens, Nemzeti Közszerződési Egyetem Katonai Repülő és Légvédelmi Tanszék, palik.matyas@uni-nke.hu

A „robot-sasok” indítása és leszállítása rendszer egyik fontos szegmense – különös tekintettel a repülőtér légtérben való tevékenység biztonsági elvárásaira – ezért a tervezés során a lehetséges redundáns eszközöket és eljárásokat is számításba vesszük. A műszaki meghibásodásokat, időjárási jelenségeket, forgalmi konfliktusokat is kezelni képes indító és leszállító eljárásokat dolgozunk ki – számítva arra, hogy még ezekből is maradjon elegendő tartalék, ha valamelyik nem működne rendeltetésszerűen.

ROBOTREPÜLŐGÉPEK INDÍTÓ ÉS LESZÁLLÍTÓ ELJÁRÁSAI

A robotrepülőgépek indító-leszállító berendezéseit több szempont szerint csoportosíthatjuk. Az alkalmazott indító-leszállító berendezések nagyban függenek a robotrepülőgépek felszállótömegétől, sárkányszerkezetének kialakításától, és az alkalmazási körülményeitől.

A nagy felszállótömeggel rendelkező robotrepülőgépek - ide sorolható a 3850 kg szerkezeti tömegű Global Hawk, vagy az 1980 kg szerkezeti tömegű Dark Star – indítása, és leszállítása a hagyományos módon történik kerékről, és kemény burkolatú pályáról, melynek hossza meghaladhatja az 1500 métert is.

Ez a fel- és leszállítási mód megtalálható több közepes felszállótömegű robotrepülőgépeknél például a 450kg-os Hermes 450 -nél, vagy a 136 kg tömegű RQ-6 Outrider -nél. Ezeknél a gépeknél a fel- és leszállópálya hossza 100-200 métertől, 600-700 méterig terjedhet, és méretük miatt akár közúton is kijelölhető.

Különleges indítási lehetőségként felhozhatjuk példának a TELEDYNE MODEL 350-es típust, ahol lehetővé tették a repülőről való légi indítást.



1. kép Teledyne légi indítása⁴

Közepes felszállótömegű robotrepülőgépeknél az indítás történhet ugyanúgy kerékről, de a fel- és leszállópálya lehet egy sima füves terület, vagy döngölt, tömör, elegyengetett földút is. Ezt a megoldást csak abban az esetben használják, ha a hajtómű teljesítménye elegendő a felszálláshoz.

A másik módja a levegőbe juttatásnak az indítókatapult alkalmazása. Itt egy hordozható me-

⁴ http://farm8.static.flickr.com/7189/6870985235_2e7ff9a3b5.jpg

rev fém állványt használnak, amiről a robotrepülőgépeket indítják. A cél, a felszálláshoz szükséges kinetikus energia átadása a repülőnek, ami történhet pneumatikus, hidraulikus, rakétaindítású (kémiai), illetve egyszerű gumiköteles módszerrel. A már említett kezdeti kinetikus energiát külső segédberendezéssel hozzák létre. Ez lehet egy kompresszor, amit adott esetben az indítóállványt szállító gépjármű hajt meg, vagy elektromotoros meghajtású, ami az autó akkumulátoráról is üzemeltethető.

Az indítókatapultos megoldás több előnnyel is jár a hagyományos kerékről történő felszállással szemben. Az utazó hajtómű lehet kisebb teljesítményű, ebből kifolyólag kisebb tömegű is, amivel a robotrepülőgépek hasznos terhelésének szabadítunk fel helyet. Továbbá nem kell az ideiglenes felszállópálya kijelölésével, és elkészítésével foglalkozni. Így a robotrepülőgépek felszállási helye csak az indítókatapultot szállító jármű terepjáró képességeitől függ, vagy ha kisebb méretű az indítóállvány, akár egy hátizsákban is elfér, majd a helyszínen összeszerelhető.

A módszer hátrányaként említhető az indítóállvány fejlesztési és gyártási költsége, illetve egy bizonyos felszállótömeg határon túl nem célszerű az alkalmazása. 100-200 kg körüli felszállótömegű gépekhez pneumatikus indítóállványt használnak, az ezt meghaladó tömegű gépekhez rakétaindítást használnak.

A rakétaindítás előnye, hogy a rakétán kívül nem igényel külső energiaforrást - mint például a kompresszor – és nagy a teljesítmény-tömeg aránya. Lehetővé teszi az úgynevezett „zéró katapultos” indítást, ahol egy igen nagy (közel függőleges) szögben lövik ki a robotrepülőgépet, így lehetővé válik a szűk, kis helyről való indítás. Ez történhet egy hajóról, vagy akár egy erdő tisztásáról. A rakéta, kiégése után, leválik a robotrepülőgépek törzséről, majd a gép a saját utazóhajtóművével repül tovább.



2. kép A képen egy BREVEL [2] rakétaindítása látható⁵

Hátránya a szállítás és üzemeltetés veszélye, valamint a rakéták tárolásának kockázata.

⁵ <http://www.army-technology.com/projects/brevel/brevel12.html>

Itt meg kell említenünk az izraeli fejlesztésű MALAT RANGER-t, [1] ami mind pneumatikus indítóállványról, mind rakétaindítással felbocsátható, ami szélesebb körben használhatóvá teszi, mivel az alkalmazási körülményeknek megfelelően megválasztható az indító rendszere.

A 100 kg alatti felszállótömegű kisméretű robotrepülőgépeknél gumis katapultot is használnak, ahol a szükséges kinetikus energiát a gumi előfeszítésével állítják elő. Ez a felszállítási módszer rendkívül egyszerű és olcsó, de nagyobb tömegű robotrepülőgépek levegőbe juttatásához nem szolgáltat kielégítő teljesítményt. A gumi előfeszítése történhet kézzel, emberi erővel, vagy csörlő segítségével.

Az igen kis felszállótömegű gépeket (10-20 kg) általában kézből, emberi erővel indítják.

Ennek a hátránya, hogy legalább két embert igényel, mert a gép levegőbe jutásának pillanatában, illetve az azt követő pár másodpercben, nem áll irányítás alatt. Továbbá az eldobás technikáját is be kell gyakorolni.

Egyértelmű előnye viszont, hogy bárholnan, ahová emberek el tudnak gyalogolni, onnan indítható.

A robotrepülőgépek leszállításához használhatjuk a hagyományos kerékre történő leszállást – ez nagyobb, esetenként több tonnás gép leszállításának szinte a kizárólagos módszere -, itt már a kerékről való felszállásnál említett hátrányok ugyan úgy szerepet játszanak.

Kis és közepes tömegű gépeknél az érkezés történhet csúszótalpra, ami egy füves, homokos, többé-kevésbé egyenes terepszakaszon is véghezvihető.

Kis tömegű robotrepülőgépeknél szóba jöhet még az ejtőernyővel való leszállítás is.



3. kép A képen egy SPERWER látható ejtőernyős leszállítás közben⁶

A leszállításhoz számos segédberendezést használnak. A kerékre történő leszállásnál a leszállási úthosszt alapvetően kétféle módszerrel csökkentik. A kerekek fékezésével, illetve a repülőgép - hordozókon bevált fogóhorgos megoldással. A robotrepülőgépek felfüggesztésénél -

⁶ Forrás: <http://www.european-security.com/index.php?id=1083>

mind kerekes, mind csúszótalpas megoldásnál – használnak hidraulikus csillapító tagokat, a talajról érkező mechanikai hatások mérséklésére.

Az ejtőernyős módszernél, a robotrepülőgépeket először átesés közeli sebességre lassítják a földet érési zóna közelében, ezt követően nyitják az ejtőernyőt. A földet érés előtti pillanatban sok esetben kinyitnak egy ütközést csillapító légpárnát.

Az ejtőernyős leszállítási mód nagy előnye, hogy nem igényel kiépített leszállópályát, de alkalmazási területét behatárolja, az érkezés helyének pontatlansága. Így csak szárazföldön használható megfelelően, hajókon kétséges. Hátrányaihoz tartozik, a nagyobb mechanikai sérülés veszélye és a bonyolultabb technikai megvalósítása.

Speciális leszállítási módja például a MALAT –nak a kifeszített fogóhálóba vezetés, ez csak kis felszállótömegnél használható, de lehetővé teszi a hajókon való alkalmazását, a leszállás kis helyigénye és a leszállási hely pontossága miatt.

Különlegességként meg kell említenünk az orosz fejlesztésű Ty-243 "Рейс-Д" [3] gépet, amely a földet érés előtti pillanatban fékező pirotechnikai patronokkal csökkenti a mozgási energiáját.

Sok korszerű robotrepülőgép például a MALAT RANGER is el van látva automatikus leszállást lehetővé tévő rendszerrel.

A „MICROPILOT” INDÍTÓ- ÉS LESZÁLLÍTÓ RENDSZERE

Az 1995 óta működő kanadai MicroPilot [4] a világ egyik legismertebb robotpilóta-gyártó cége. A néhány száz grammos repülő modelltől a gázturbinás légicélig 60 országban több mint 600 alkalmazó használja az eszközeit. Népszerűek az iskolákban, egyetemeken, kutató intézetekben, a gazdaság különböző területein, de a védelmi szféra is szép számmal használ robot légi járművein MicroPilot berendezéseket.

A MicroPilot több alternatívát kínál a robotrepülőgépek indítására és fogadására. A repülőgép fel és leszállását a fedélzeti robot képes – a kézi irányítástól egészen a teljesen automatikus fel és leszállásig – többféle módon végrehajtani.

MP CAT

A MicroPilot pneumatikus katapultja összecukható és 1,4 m-es hordtáskában elhelyezhető. Összes tömege 25 kg. A kompresszor autóakkumulátorról, vagy Makita Litium Ion akkumulátorról működik.

A telepített katapult 11°-os, 4 m hosszú pályával rendelkezik, maximálisan 20kg tömegű robotrepülőgép indítására szolgál. Maximális kilövési sebesség 26,5 m/s (7 kg-os repülőgép esetén).



4. kép. A MicroPilot MPCAT légsűrítővel működő katapultja⁷

A különböző méretű repülőgépekhez illeszkedő nyomástáblázatot és az ehhez tartozó kilövési sebességet az 1. Táblázat mutatja be. Az indító állvány összeszereléséről a honlapon videó található.⁸

NYOMÁS (bar)	TÖMEG (kg)			
	7	10	15	20
	INDÍTÁSI SEBESSÉG (m/s)			
3	15.9	13.3	10.9	9.4
3.5	17.7	14.8	12.1	10.5
4	19.4	16.2	13.2	11.5
4.5	20.9	17.5	14.3	12.4
5	22.5	18.8	15.4	13.3
5.5	23.8	19.9	16.2	14.1
6	25.1	21	17.1	14.8
6.5	26.3	22	18	15.6

1. táblázat A MP CAT nyomás, tömeg és sebesség adatai⁹

A katapult két személy által könnyen hordozható ládákban kerül szállításra. Az összeállítás

⁷ <http://www.micropilot.com/products-catapult.htm>

⁸ <http://www.youtube.com/watch?v=YNjFzp10OKc>

⁹ <http://www.micropilot.com/products-catapult.htm> alapján a szerzők fordítása

külön számszámok nélkül néhány perc alatt végrehajtható és az indítás sem igényel különleges szakértelmet vagy rendkívüli biztonsági rendszabályokat. [5]

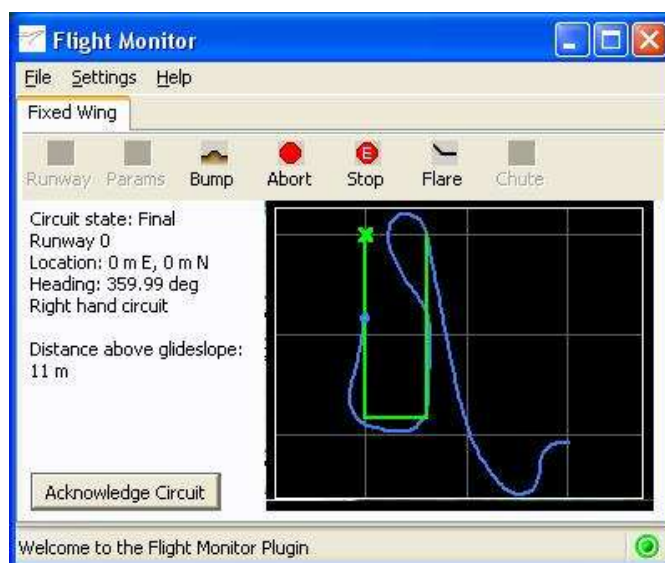
A MicroPilot automatikus fel- és leszállító rendszere

A MicroPilot fedélzeti robotjai – a Horizont földi irányító állomás programjával együtt – biztosítják a teljesen automatikus fel- és leszállás műszaki feltételeit.

A felszállás történhet a futópályáról kerékről, az autó tetején elhelyezett indító állványról, katapult, vagy gumikötél segítségével illetve kézből eldobva. A felszállást a légsebesség és a GPS alapján mért sebesség előírt értékénél engedélyezi a fedélzeti automatika. A futópályáról végrehajtott automatikus fel és leszálláshoz akusztikus magasságmérő is szükséges.

A felszállási parancs kiadható az RC távirányítón 4 másodpercig teljes tolóerőt állítva, a repülőgépen elhelyezett „START” kapcsoló 4 másodperces nyomva tartásával, vagy a katapult kioldójával. A megfelelő sebesség elérése után a fedélzeti rendszer autonóm üzemre kapcsol és megkezd a feladat szerint a repülőgép irányítását. Ha a repülőgép valamilyen oknál fogva nem gyorsult fel az előírt sebességre, akkor a robotpilóta a felszállást nem engedélyezi – megszakítja.

A felszállás és a földet érés helye (magassága, orientációja) eltérhet egymástól. Az útvonalról visszatérő repülőgép egy iskolakör második (hátszeles) szakaszához csatlakozik és a rövid (keresztseles) fál után a megadott pályairányon lesüllyed a repülőtér megadott szintjéig.



5. kép A MicroPilot Horizon leszállási paramétereket előkészítő képernyője¹⁰

A MicroPilot a repülés közbeni meghibásodásokra előre megírt forgatókönyvvel rendelkezik:

1. az irányító szervek meghibásodása – vészleszállító rendszer (ejtőernyő) aktivizálása;
2. repülésképtelen állapot – vészleszállító rendszer (ejtőernyő) aktivizálása;
3. GPS jel elvesztése – vár az előírt ideig, ha nem áll helyre a./ vészleszállító rendszer (ejtőernyő) aktivizálása; b./ süllyedés a talaj szintjéig (motort nem leállítva, hátha közben visszaáll a GPS vétel);
4. a hajtómű meghibásodása – vészleszállító rendszer (ejtőernyő) aktivizálása;

¹⁰ <http://www.micropilot.com/products-horizonmp.htm>

5. lecsökken telepfeszültség – vészleszállító rendszer (ejtőernyő) aktivizálása;
6. RC távirányítás megszakad – „repülj haza” üzemmód;
7. adatcsatorna megszakad – „repülj haza” üzemmód (két perces várakozást követően).
Ez utóbbi üzemmód megfelelő működését a földi előkészítés/programozás során ellenőrzik.

A „repülj haza” üzemmódban a felszállóhely felé indul el a repülőgép és – ha közben más parancs nem érkezik – megkezdí az előre programozott leszállási eljárást. Amint az RC távirányító, vagy az adatcsatorna újból működik, a gép visszatér az előre programozott útvonal következő feladatára.

ZÁRÓ GONDOLATOK

A robotrepülőgépek indító és leszállító eljárásai és műszaki megoldásai széles palettát mutatnak – a méretek, alkalmazási körülmények és a felhasználók igényeinek megfelelően. A technikai fejlődés már teljesen autonóm rendszerek használatát is lehetővé teszi – kiváltva ezzel a kezelő személyzet által bevitt emberi tényező nem kis kockázatát. Az automatikus repülőgép irányító berendezések gondoskodnak a repülés során bekövetkező nem várt események kezeléséről, a légi járművek lehető legkisebb veszéllyel járó földet éréséről.

A tanszéki UAV laboratórium eszközeinek keretein belül az autonóm fel és leszállást, valamint a repülés közben bekövetkező meghibásodások szimulálását és a hazatérés rendszer működését kívánjuk analizálni és a tapasztalatokat tudományos fórumokon publikálni.

A kutatások és kísérletek a „Repülésbiztonság növelése - madárriasztás robotrepülőgépekkel” témában a



TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások,, A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

„The project was realised through the assistance of the European Union, with the co-financing of the European Social Fund.”

Alprogram: Adatintegráció

***Kiemelt kutatási terület: A pilóta nélküli Légitűeszközök alkalmazásának Légitűeszköz-
biztonsági aspektusai***



FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] <http://www.israeli-weapons.com/weapons/aircraft/uav/ranger/Ranger.html>
- [2] <http://www.army-technology.com/projects/brevel/>
- [3] <http://samollet.ru/bespilotniki/okb-tupoleva/tu-243-reies-%E2%80%94-razvedivatelnie-bespilotnie-letatelnie-apparat-bpla.html>
- [4] <http://www.micropilot.com/products-mp2028-autopilots.htm>
- [5] <http://www.youtube.com/watch?v=YNjFzp10OKc>