



Koleszár Béla

SZÁRAZFÖLDI ROBOTOK, AZ UAV-K SZEGÉNY ROKONAI?

1. BEVEZETÉS

Repüléstudományi konferenciáról lévén szó, a címben bátran használtam az UAV¹ rövidítést, amit a katonai szakzsargonban gyakorlatilag mindenki ismer. Az UGV² kifejezés már nem ennyire elterjedt, ezért inkább a magyar megfelelőjét, a szárazföldi robotok elnevezést tüntettem fel.

Valószínűleg igaz lehet, hogy a légi fölény kivívása nélkül nem lehet háborút nyerni a modern korban. Viszont egy ellenséges területet teljesen ellenőrzés alá vonni csak a levegőből biztosan nem lehet. A szárazföldi, légideszantos, ill. tengerészgyalogos csapatokra hárul az egyes területek elfoglalásának, átvizsgálásának és ellenőrzésének minden nehézsége. Az ember vezette repülő eszközök mellett már az UAV-k is hatékony légi támogatást tudnak nyújtani, a felderítés mellett egyes típusok csapásmérésre is alkalmazhatók. Ugyan még nem ilyen nagy mértékben, de egyre hatékonyabb, közvetlen segítséget nyújtanak a szárazföldi (UGV) és vízi robotok (USV³-k és UUV⁴-k).

A légi robotok elterjedésének sikertörténetével ellentétben a „földhözragadt” robotok fejlesztése inkább a háttérben zajlik, a nyilvánosság kevesebbet tud róla. Amit látunk, az valószínűleg csak a képzeletbeli jéghegy csúcsa.

Jelen cikkemben röviden felvázolom a légi, szárazföldi és a vízi robotok főbb bevetési területeit. Rámutatok az eltérő közegek és mozgásterek adta alapvető különbségekre. Összehasonlítom az egyes részegységeikkel szemben támasztott követelményeket, felsorolom a szárazföldi robotokra leselkedő veszélyeket. Harcjármű-tervezőként [1] a valós méretű, kis rosszindulattal mondva a „nagy károkozó képességű” robotjárművekre koncentrálok, a kisebb, ún. személyi robotokkal most nem foglalkozom.

A 2008-as Repüléstudományi Konferencián a szárazföldi és légi robottechnikai eszközök jövőbeni kölcsönös együttműködéséről/szimbiózisáról beszéltem, most, ezt egy kicsit kibővítve felvetem az egymás ellen harcoló robotok problematikáját, rámutatok a robotok szükséges védelmére.

2. A LEGELTERJEDTEBB ALKALMAZÁSOK

A robotrepülőgépek, illetve robothelikopterek elsődleges feladata a felderítés, járőrözés, terület-megfigyelés, adatok gyűjtése. Az utóbbi időben a földi célpontok etikai szempontokból kritizált

¹ UAV - Unmanned Aerial Vehicle = személyzet (pilóta) nélküli légi jármű (robot)

² UGV - Unmanned Ground Vehicle = személyzet nélküli szárazföldi jármű (robot)

³ USV - Unmanned Surface Vehicle/Vessel = személyzet nélküli úszó (vízfelszíni) jármű (robot)

⁴ UUV - Unmanned Underwater Vehicle/Vessel = személyzet nélküli víz alatti jármű (robot)

támadása, csapásmérés is a feladataik közé került. A legnagyobb robotrepülőgépek képességeiket tekintve, megfelelő fegyverzettel ellátva akár hadászati jelentőséggel is bírhatnak.

A szárazföldi robotokat leginkább aknakereső-, aknamentesítő-, felderítő- (főleg házakban, pincékben, barlangokban), illetve csapásmérő- (fegyverekkel illetve robbanótöltettel felszerelve) feladatokra használják. Újabban komoly fejlesztések történnek a logisztikai felhasználásuk irányába is, ezek azonban még nem kifarrottak. Az eddigi szárazföldi robotok aránylag lassúk, csak kivételes esetekben működnek teljesen önállóan. A felderítésben nagyon jó szolgálatot tehetnek az ide tartozó harctéri érzékelők – UGS⁵-ek [2], amelyek kézzel, robottal, levegőből telepítve, vagy csöves tüzérséggel átlőve akár hónapokig is képesek adatokat szolgáltatni az ellenséges területekről. Őrszemként, elektrooptikai, infravörös, rádió-, vegyi, biológiai, hang-, mágneses, szeizmikus, nukleáris detektorokkal ellátva hasznos részei a többdimenziós információgyűjtés átfogó rendszerének.



1, 2. kép. Harctéri érzékelők [3]

A vízfelszíni robotokat leginkább őrzőrátozásra, felderítésre, aknakeresésre, a víz alattiakat aknamentesítésre, ill. mentési feladatokra fejlesztették ki. A tengeralattjárók elleni harc az egyik legfontosabb feladatuk, így felválthatják az eddig erre a célra leginkább alkalmazott helikoptereket. Sokkal olcsóbbak, egy robothordozó „anyahajóról” felügyelve nagy területet ellenőrizhetnek.

3. ELTÉRŐ KÖZEGEK ÉS MOZGÁSTEREK

Első pillantásra úgy tűnik, hogy sokkal egyszerűbb két dimenzióban mozogni, mint háromban. Ez a nyílt tengeren úszó robotokra érvényes is, a rendelkezésükre álló két dimenzióban nagyon biztonságosan mozoghatnak, még ha elfogy az energiájuk, akkor sem merülnek el. A robot-tengeralattjárók három dimenzióban mozognak, de a biztonságos felhajtóerő nekik is mindig

⁵ UGS - Unattended Ground Sensor = felügyelet nélküli földi telepítésű érzékelő (rendszer)

rendelkezésükre áll. Az egyik legnagyobb problémájukat az információtovábbítás jelenti, mivel a víz alatt teljesen másként terjednek a hullámok. Ezért pontos tájékozódás, rádióösszeköttetés céljából időnként fel kell merülniük, vagy más navigációs, információs eszközöket kell használniuk (pl. giroszkóp, szonár, stb.) A sós tengervíz, illetve a tengeri levegő agresszív hatását is figyelembe kell venni, főleg a felhasznált anyagok választásánál, csak így lehet elfogadható mértékre csökkenteni a korrózió káros hatását.

A szárazföldi robotok ugyan a föld felszínén és gyakorlatilag két dimenzióban mozognak, ennek ellenére a légi és a szárazföldi robotok informatikai egységeivel szemben támasztott követelmények összehasonlításánál paradox módon a légi robotok vannak előnyben. A külső behatások a repülőgépeknél (hideg, légnyomás-változások, rezgések) ugyan szélsőségesek, de jól behatároltak.

A légi robotok bevetési ideje átlagban csak pár óra, csak pár nagyobb felderítőgépe (például Northrop RQ-4B Global Hawk [4;5]) maximálisan kb. 2 nap. A bázisra visszatéréskor lehetőség van az energiahordozók cseréjére, a szoftver változtatására, illetve az informatikai részegységek (hardware) cseréjére. Az elvárt összélettartam is csak a töredéke a földi robotokénál elvártak. A legtöbb robotrepülőgép „részautonóm” üzemmódban repül. Ez azt jelenti, hogy számítógép által vezérelve repülnek, de bármikor változtatható a pályájuk. Egy operátor több robotrepülőgépet is felügyelhet. Egy bármilyen okból történő, akár hosszabb időre is kieső összeköttetés nem jelent komolyabb problémát. Ha van elegendő üzemanyaga / energiája és éppen nem egy kritikus fázisban (pl. leszállás) repül, akkor pl. a leszállóhely fölött körözve „kivár”.

Irányítástechnikai szempontból az A pontból B pontba való önálló repülés a térben nem jelent nagy kihívást, hiszen az egyenes iránytól való akár nagyobb eltérések sem jelentenek problémát. A föld felszínének kopírozása (a felderítést megnehezítendő okokból) már összetettebb feladat, főleg nagy sebességnél és kis magasságban. Ezt az üzemmódot azonban csak bizonyos harci gépeknél, például az úgynevezett szárnyas rakétáknál (pl. Tomahawk [6]) használják.

A légi robotok működtetésének, mint általában az összes repülő alkalmazás repülésének legkritikusabb szakasza a fel-, de főleg a leszállás. A légi robotok döntő többsége operátor segítségével száll le, illetve más módon, például ejtőernyők segítségével (vertikálisan) landol, de egyre több kisméretű rendszer is rendelkezik az önálló „vakleszállás” képességével. *„Az esetek túlnyomó többségében a repülőgépet ember vezeti az alkalmazási körzetben, szoros kapcsolatot tart fenn vele, a szükséges manővereket rádió-távírányítás útján hajtja végre. A fedélzetre beépített automatikus repülőgép vezető berendezés, más szóval fedélzeti robotpilóta azt a célt szolgálja, hogy olyan szakaszokon tehermentesítse a kezelőt, amikor kritikus repülési mozzanat, például leszállás történik, illetve például a nagy távolságra való repülés során az irány és magasság tartása hosszú időn át fárasztó és unalmas. A robotpilóta által jól megoldható feladat például a repülőgép adott útvonalon tartása, a fordulópontokon való végigvezetés, vagy a repülést zavaró turbulenciák hatásainak kompenzálása, ezért ezeket a feladatokat a pilóta előszeretettel bízhatja rá.” [7]*

Hasonló módon a nyílt tengeren is tehermentesíthetők az USV-k és UUV-k operátorai. A szárazföldi robotoknál ez nagyon kevés kivételtől eltekintve (nyílt, akadálymentes terep - pl. homoksivatag) még nem működik.

A Robothadviselés 8 konferencián [8] megtartott előadásom témájául a „Szárazföldi robottechnikai eszközök tervezésének és alkalmazásának biztonsági szempontjai”-t választottam. Itt felsoroltam az egyes veszélyforrásokat: „A „csak” két dimenzióban mozgó földi robottechnikai eszközöknél óriási előny a szilárd talaj, legalábbis addig, míg egy helyben áll a jármű. Amint elindul, változik a helyzet, a sebesség fokozásával egyre hasonlatosabb lesz egy éppen leszálló repülőgéphez. Sőt! Sokkal rosszabb a helyzete, mert nem rendelkezik egy / kijelölt / körbekerített / lezárt / egyenes / jó felületű pályával. A földi robotok „pályája” girbe-görbe, hepe-hupás, rosszul, vagy egyáltalán nem kijelölt, nyitott még a szembe- és keresztforgalomnak is! Az utakról letérve még bonyolódik a helyzet, számtalan terepakadály, házak, árkok, gödrök, folyók, fák, bokrok, kövek, veszélyes lejtők, víz, sár, mocsár, homok, hó-jég, köd, stb. leselkednek rá. Mindezeket a veszélyforrásokat menet közben érzékelni, értékelni lehetséges, de szinte „emberfeletti” feladat, sajnos ezt bizonyítják a közlekedési baleseti statisztikák is... Ha rendelkezünk is elegendő szenzorral, megfelelő információval, akkor is a végtelen felé konvergáló kombinációs lehetőségek kiértékelése miatt a valós idejű feldolgozás akadozhat. Hosszú évek szükségesek, míg a „tanuló” programok és maguk a programozók a különböző tereptípusokra szabott szoftvereket optimalizálják, majd a legkülönbözőbb terepeken tesztelik.

A földi robotoknál, nehéz terepen menet közben fellépő, állandóan változó (pozitív és negatív) gyorsulások, ütések, rezgések, a külső mechanikai behatások (pl. ágak, szögesdrót), a szennyeződés lehetősége (eső, hó, dér, por, sár, harcanyagok jelenléte, stb.) a szenzorok terepi kivitelezésére is komoly, részben még megoldandó feladatokat rónak. A változatos, előre nem kiszámítható terep a meghajtás állandó változtatását (gyorsítás, fékezés, kormányzás) igényli, ez nagyon energiaigényes, a vezérlő egységek informatikai kapacitását is állandóan igénybe veszi.” [9]

4. TOVÁBBI ELŐNYÖK ÉS HÁTRÁNYOK

A szárazföldi járműveknél a repülőgépekkel összehasonlítva a tömeg nem olyan kritikus, ezért jobban védhetők, páncélozhatók. Olyan, nagyobb berendezések és fegyverek is beépíthetők, amelyek az UAV-k esetében nem jöhetnek számításba.

Kivárázó üzemmódban nagyon kevés árulkodó jelet bocsátanak ki, jól álcázhatók, ezért örszemként is kiválóan alkalmazhatók.

Az UGV-k esetleges összekapcsolásával is új távlatok nyílnak.

- a terepjáró-képesség javításának a céljából: a kisebb robot számára leküzdhetetlen akadály leküzdése egymásba kapcsolódva megoldható, majd ha a helyzet úgy kívánja, a robotok ismét külön-külön folytatják az útjukat;
- a már részben automatizált, síneken történő közlekedés mintájára;

- már a közeljövőben lehetséges lesz kevert, illetve teljesen UGV-kből álló robotkonvojokat összeállítani.

A személyzet hiánya miatt a járművek ballisztikai és a különböző robbanótestek elleni védelme másodlagos lehet, a szükséges „komfortjuk” is csak a szállítandó áru érzékenységtől függ. Az így elérhető tetemes súlymegtakarítást a hasznos teher növelésére lehet használni, tehát jóval kevesebb számú jármű képes ugyanolyan volumenű logisztikai feladatokat ellátni. Az esetleges emberi veszteségek csökkentése is természetesen nagyon fontos, az összes közül a legfontosabb szempont.

A légi robotok csak földközélsőben (leginkább fel- és leszállásnál) veszélyesek a saját földi erőkre. Ezzel szemben a szárazföldi robotok bevetésénél nem lehet kizárni, hogy az élő erővel ne keresztezzék egymás útját. Ez nem is lehet cél, hiszen együttműködve, egymást segítve kell megoldaniuk a kijelölt feladatokat. A baleseteket megelőzendő, pontosan ki kell dolgozni a biztonsági előírásokat, ill. ezzel karöltve a robotok alkalmazását engedélyező jogi kereteket.

Az ipari robotok példáját lehet felhozni, amelyeket eddig leginkább emberek elől zárt térben használnak, viszont komoly fejlesztések történnek ennek a megváltoztatására. Már léteznek elegendően biztonságos robotok, biztonságos vezérléssel, az emberdetektáló rendszereket még tovább kell fejleszteni, ugyanis *„még nagyon statikusan és mereven dolgoznak, a jövőben szükséges, hogy átkapcsolhatók legyenek rugalmas és dinamikus üzemmódra, hogy az ember nagyobb akciósugárban dolgozhasson...”* [10] A jogi kereteket is tágítják, az ISO 10218 szabvány első része a robotok biztonságos építésével foglalkozik. A még csak javaslatként létező második rész a robotrendszerek perifériáinak biztonságos kialakításáról szól, taglalja az ún. „kollaboráló” (emberekkel közvetlen együttműködésben dolgozó) robotok esetét. [11]

A légi, vízi, ill. a szárazföldi robotoknál a távlati cél a civil légi, vízi közlekedésben, ill. közúti forgalomban való engedélyeztetés.

A német LUNA⁶ UAV-nál [12] egy új biztonsági rendszert is sikerrel teszteltek, ahol egy lézertechnológián alapuló szenzor segítségével önállóan észlelt egy akadályt (egy lehorgonyzott léghajót) figyelemmel kísérte, majd egy kritikus kikerülési időpont elérése után automatikusan megkezdte a kikerülő manővert. Ezzel azt akarták bizonyítani, hogy egy UAV rendszer a civil légtérben úgy viselkedhet, mint egy ember által vezetett repülőgép. A következő lépésben az ellenőrzött légtérben (légiforgalmi irányítással) való repülést lehetővé tevő előfeltételek megteremtésén munkálkodnak. [13]

Az UAV-kkel végzett állandó megfigyelés drága, csak több géppel megoldható, sokáig a levegőben lenni csak a nagyobb gépek képesek. A bevetési/megfigyelési helyre repülni egy nagyobb géppel hosszabb ideig tart, mert a starthely nem lehet a frontvonal közvetlen közelében, hiszen ott nagyon árulkodó, és így veszélyeztetett lenne.

⁶ Luftgestützte Unbemannte Nahaufklärungs-Ausstattung = pilóta nélküli légi közelfelderítő- rendszer

A robotok költségei mellé még az operátorok munkahelyeinek költségeit is hozzá kell számolni, ezek még akkor is tetemes költséget jelentenek, ha stacionárisak és valahol a hátszágban kerülnek telepítésre. A robotok bevetési területeihez közelebbi, mobilis, például konténerekben elhelyezett munkahelyeknél figyelemmel kell lenni a terepi kivitelre, az energiaszükségletekre, az ergonómiai követelmények, stb. biztosítására.

Az esetleges személyi veszteségeket figyelmen kívül hagyva, egy pilóta nélküli repülőeszköz elvesztése nem jár olyan anyagi veszteséggel, mint egy pilóta által vezetetté. A nagyobb, komolyabb szárazföldi robotok esetében ez nem így van. A bonyolult műszerekkel, szenzorokkal, irányítóegységekkel, távirányított fegyverekkel való ellátottsága miatt jóval többbe kerülhetnek, mint a hagyományos, emberek által vezetett és kiszolgált földi járművek. Például egy teljesen távirányított, automatizált önjáró tarack kifejlesztése műszakilag kivitelezhető lenne, viszont valószínűleg többször annyiba kerülne, mint egy hagyományos. **Az emberi veszteségeket teljes mértékben viszont csak robotjárművek alkalmazásával zárhatjuk ki**, így a legveszélyesebb bevetéseknél jönnek majd hangsúlyozottan szóba. Ha egy szorult helyzetben lévő alegység tűztámogatást kér, nekik teljesen mindegy, hogy emberek által vezérelt rendszertől, vagy távirányított robot-rendszertől jön a segítség, a lényeg az, hogy időben jöjjön. Ahhoz, hogy egy robotjármű a szokványos hadszíntereken helyettesíteni tudjon egy sofőr által vezetett járművet, legalább olyan képességekkel kell rendelkeznie. Ez a hibrid járműoszlopokra is érvényes, csak a valós méretű robotjárművek képesek autópályán, illetve nehéz terepen is lépést tartani a hagyományos szállító-, ill. harcjárművekkel. A sebesség, a terepjáró-képesség, illetve az egyes terepakadályok leküzdésének képessége hasonló kell, hogy legyen.



3. kép. „A pilóta nélküli gépek új generációját is fejlesztik” [14]

A nagyobb akadályokat, épületeket, fákat észlelni, kikerülni aránylag egyszerű, sokkal problémásabb az úgynevezett negatív akadályokat (lövészárkok, szakadékok, mély horpadások, süppedős homokkal, hóval, sárral, vízzel teli gödrök, mocsarak, stb.) észlelni, a mélységüket, „teherbíró” képességüket meghatározni, illetve leküzdeni őket.

Az UGV-k is szállíthatnak kisebb UAV-t, hogy például valamilyen fontos célt közelebbről is megfigyelhessenek, illetve nagyon erős ellenséges zavarás esetén a már megszerzett fontos információkat az UAV-val („postagalambként”) még időben a saját erőkhöz továbbíthassák. Az UAV lehet helyből felszálló forgószárnyas, vagy gyorsító rakétával indított légszavaros repülőgép.

A nagyobb UGV-k a jövőben rendelkezhetnek az UAV-k indítására és „befogására” szolgáló szerkezettel [15].

Főleg a védelemben tartok elképzelhetőnek olyan nagyobb, helyből felszálló UAV-eket, amelyek egyszerűbb UGV platformokra vannak telepítve. Egészen addig szárazföldi járműként működik a rendszer, míg fel nem fedezik, illetve ha az ellenséges erők elől már nem lehetséges a visszavonulás. Akkor az UAV-k a földi részeit hátrahagyva, a legértékesebb műszerekkel, fegyverekkel, berendezésekkel, adathordozókkal együtt biztonságos helyre repülnek.

A nagyon tagolt területeken, a magas hegyek árnyékoló hatása miatt, mély völgyekben repülve már a kisebb UAV-knek is szükségük van további, reléállomásként működő UAV-kre, hogy a földi állomásokat ne kelljen a veszélyes, távolról megfigyelhető, támadható magaslatokon üzemeltetni. Ilyen szolgáltatásra legalábbis időről időre az UGV-knek is szükségük van.

5. ROBOT - ROBOT ELLEN, ROBOTOK VÉDELME

A mai békefenntartó műveleteknél meglévő, gyakorlatilag teljes légi fölény nagyon megkönnyíti az UAV-k bevetését. A tömegesen hadrendbe vett felderítő-csapásmérő robotrepülőgépek elleni várható egyre hatékonyabb válaszcsepások (automatikusan működő gyorstüzélsű csöves fegyverek, önrávezetésű rakéták, nagy teljesítményű lézerfegyverek, járőröző ellenrobotok, stb.) miatt az egyik, aránylag jó védeltséget nyújtó út a terep „kopírozása” lesz. Ezek ellen az alacsonyan repülő kisebb, gyakorlatilag semmilyen ballisztikai védelemmel nem rendelkező légi robotok ellen is hatékonyan bevetethők a hálózatba telepített robotok. A cél észlelése, láncszerű „továbbadása”, majd közösen történő értékelése, bemérése után a legoptimálisabb helyzetben lévő csapattag kapja meg a tűzparancsot. Elég egy jól terített sörétfelhő, vagy az újonnan kifejlesztett, könnyű „metal storm” [16; 17] csövek golyózápora, esetleg egy kisebb (ön-) irányított rakéta, hogy megsemmisüljön, illetve a bevetését megszakítva, idő előtt visszaforduljon/landoljon a repülőgép.

A felderíthetőség szempontjából a levegőben mozgó UAV-k a földön, jól álcázható UGV-kkel szemben hátrányban vannak. Ezek álló (kiváró) helyzetben alig bocsátanak ki árulkodó jeleket, az energiafelhasználásuk is minimális. A már felderített légi robotok viszont a sebességüket, a kitűnő manőverező képességüket kihasználva könnyebben kitérhetnek egy ellenséges támadás elől. A terep

egyenetlenségeit kihasználni képes repülők egérutat nyerhetnek, a hozzájuk képest „cammogó” földi és vízi robotok ilyen helyzetben a menekülés helyett csak a saját passzív/aktív védelmükben, illetve a saját erők ellencsapásának hatékonyságukban bízhatnak. Itt szerepet kaphatnak a harci UAV-k is, akár direkt támadással, akár csapásmérő rakéták indításával.

A dinamikus harctéri szituációkban, amikor kisebb területen számtalan kisebb, nagyobb UAV kerül majd bevetésre mindkét oldalon, számítani lehet a légtér telítettségével, amikor egymás befolyásolására, akár ütközésekre is sor kerülhet. A saját erők légjarművei egy valós időben működő, állandóan aktualizált, alá és fölérendelt egységekkel rendelkező mátrixban kell, hogy együttműködjenek, egymást segítve, a feladatokat közösen megoldva. Ebben a mátrixban a szárazföldi robotjarműveknek, illetve a harctéri érzékelőknek, jeladóknak is helyük van, például „biztos” pontokként a navigációban, illetve átjátszó állomásként.

A robotok minimális élettartama és megbízhatóága mellett a minimálisan szükséges védelmüket és túlélőképességüket is előre le kell fektetni, hiszen csak így lehet velük reálisan számolni a harci cselekmények tervezésekor. Meg kell határozni viszont elfogadható keretfeltételeket is, amin belül egy robot elvesztése elfogadható, hiszen nem szabad a szemünk előtt téveszteni: **a robotok fő célja az emberek védelme és munkájuknak a megkönnyítése.**

A szárazföldi járművek közötti kommunikáció kiemelten kezelt kérdés. Az út menti rádió-távvezérlésű bombák elleni védekezés eszközeként használt szélessávú zavaróadók problémát jelentenek. A járművek egymást zavaró hatása is jelentős lehet: Az aktív módban működő, pásztázó sugarak visszaverődött jeleit érzékelő szenzorok „telítődhetnek”. Megkülönböztetett szerepet kap az egyes berendezések elektronikai védelme, a vezetékek, csatlakozók árnyékolása.

6. A JÖVŐ, VAGY CSAK „KACSA”?

A jövő a robotok tekintetében is még nagyon sok újat fog hozni. Tudományos-fantasztikus regénybe illik a következő gondolat: A rajban mozgó, egymással kapcsolatot tartó és együttműködő, áruklódó elektromágneses hullámokat egyáltalán nem kibocsátó, fémeket nem tartalmazó, szennyeződéseket és vizet taszító felületű szárazföldi robotok (UGV) a vízi akadályhoz érve úszva (USV) járőröznek tovább, majd a víz alatti bevetésük (UUV) után ismét felmerülve, az eddig rejtett szárnyaikat és vezérsíkjaikat szétnyitva elrepülnek (UAV). Közben a környezetükből még elégséges energiát vesznek fel, és meghatározott időnként a saját maguk klónozásáról is gondoskodnak... Ma még mindezt elképzelhetetlennek tartjuk, pedig sok vízimadárnak ez az életforma alkotja a mindennapjait...

A kecses madarak mindig is a repülés mozgatórugói voltak, bár ma a madarak okozta légi balesetek miatt sokszor rossz szemmel nézünk rájuk, pedig még mindig van mit tanulnunk tőlük. Szemléltetőként csak egy kiragadott példát mutatok be: Figyelemre méltó a télen-nyáron mellettünk élő, arasnyi testű, nem egészen 50 grammos, törekenynek tűnő jégmadarak alkalmazkodó képessége, gyorsasága és pontossága.



4. kép. „Megcélozza” [18]



5. kép. „Elkapja” [18]



6. kép. „A bőség zavara” [18]

Robot-tervezőként tehát még van mit tennünk, míg megalkotjuk az első működő szárazföldi – úszó – merülő – repülő robotot, azaz az „U-GSUA-V”-t! ☺

A szárazföldi járműveknél is próbáljuk ellesni a természet alkotta remekeit, eddig még inkább kevesebb sikerrel. A kerék adta lehetőségek gazdag tárháza, kiforrottsága és gazdaságossága fékezi a más irányú fejlesztéseket. Az aszfalton, erdei, mezei utakon, könnyű terepen a kerék még mindig verhetetlen. Nehéz terepen, mély talajon, hóban viszont a széles láncotlapok nagy hordfelülete és az ezzel elérhető nagyobb hasznos teher nehezen megkerülhető. Az állatvilágból ismert extrém terepjáró- és mászó- képességek ugyan csábítóak, de a hasonló, ember alkotta szerkezetek bonyolultak és kiforratlanok. A katonai közlekedés döntő többségét kitevő országutakon és könnyű terepen még aránylag lassan, darabosan és főleg gazdaságtalanul közlekednek. A legnehezebb, „járhatatlan” területek ellenőrzése különben is ma könnyebben megoldható a levegőből, például pilóta nélküli repülő eszközökkel, illetve fixen telepített harctéri érzékelőkkel.

7. ÖSSZEGZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK

A légjárműveknél már ma megfigyelhető trendhez hasonlatosan számíthatunk arra, hogy az újonnan fejlesztett szárazföldi járművek egyre nagyobb részét robotjárművek fogják alkotni.

A valamikor kicsit lenézett, megmosolygott kis repülőmodellekből fejlődtek ki a mai, teljes értékű UAV-k. Ezek mintájára az UGV-k is nagy jövő előtt állnak, bár itt célravezetőbb lenne a távirányított

gyerekjátékok, modellautók, futurisztikus konstrukciók helyett a már bevált, jó terepjáró képességű, valós méretű járművekre alapozni.

Hasonlóan, mint az UAV-k egyre több, hagyományos, pilóta vezette repülőgépet tudnak kiváltani, a szárazföldi robotoknál is ez a cél, hogy **a katonák közvetlen veszélyeztetettsége nélkül hajtásák végre a kitűzött feladatokat**. Az elején inkább a monoton, időigényes, illetve a veszélyes bevetéseknél, később az emberek fiziológiai korlátjait túlhaladó missziókban is részt vehetnek.

A hálózatban működő, „összhaderőnemi” robotizálás jelentőségét talán csak a lovasságot kiszorító motorizálás, illetve a repülőgépek színrelépésének jelentőségéhez lehet hasonlítani. A megvalósítás még évtizedekig is eltarthat, de megállíthatatlan folyamat.

Az új versenykiírásoknál / tenderek kiírásánál, ill. a járműfejlesztőknek már most gondolniuk kell arra, hogy a közeljövőben nagy kereslet lesz a távirányítható, a terepi körülményeknek megfelelő, harcászati releváns teherbíró képességgel rendelkező robotplatformok és járművek iránt. Ezért az új konstrukciókban célszerű a távirányítást lehetővé tévő „drive by wire”⁷ részegységeket (kormányzás, fékek, motorvezérlés, stb.) választani. Nem csak a harcjárművek esetében, hanem általában. Például a szériagyártmányú, tehát külön, speciális védelemmel nem rendelkező, aránylag olcsó földmunkagépek alkalmazása előtt is teljesen új távlatok nyílnak meg, ha kevés költséggel távirányíthatóvá tehetők.

Pár évtizeden belül ezek a trendek még erősödni fognak, a jövő harcterein egyre gyakrabban állnak majd egymással szemben a legfejlettebb technológiákkal készített robotok, illetve egyre hatékonyabban segítik elő a saját csapatok biztonságának a növelését.

Már a jelen eseményei is azt mutatják, hogy azok a hadseregek, amelyeknek nincs elegendő anyagi, emberi lehetőségük a légi-, vízi-, és szárazföldi robotok fejlesztésére, illetve a megvásárlásukra, jelentős hátrányba kerülnek. Mint mindenhol, itt is arra kell törekednünk, hogy megtaláljuk a saját- és szövetségeseink céljaihoz, elvárásaihoz, költségvetésünkhöz igazodó mindenkori egyensúlyt.

HIVATKOZOTT IRODALOM JEGYZÉKE⁸

- [1] <http://www.steyr-ssf.com/>
- [2] http://de.wikipedia.org/wiki/Unattended_Ground_Sensors
- [3] Kép 2: <http://defense-update.com/features/du-1-06/feature-ugs.htm>
- [4] http://www.szrfk.hu/rtk/folyoirat/2008_2/2008_2_29.html
- [5] <http://www.harcirepulo.hu/RQ-4/index.html>
- [6] http://hu.wikipedia.org/wiki/BGM%E2%80%9393109_Tomahawk
- [7] Dr. Kovács László – Dr. Ványa László: *Pilóta nélküli repülőgépek a terrorizmus elleni harcban*
http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2007_cikkek/kovacs_laszlo_vanya_laszlo.pdf
- [8] <http://www.zmne.hu/tanszekek/ehc/konferencia/robot8.html>
- [9] Koleszár Béla: *Szárazföldi robottechnikai eszközök tervezésének és alkalmazásának biztonsági szempontjai*
http://www.zmne.hu/tanszekek/ehc/konferencia/prezrw8/Koleszar_Bela.pdf
- [10] Sabine Knoll: *Kollege Roboter*; Industrieanzeiger, Nr. 12/2009; Konradin Verlag GmbH, Leinfelden-Echterdingen; ISSN 0019-9036Z p.p. 48-49
- [11] https://www.on-norm.at/ecom/preview.dyn%3Bjsessionid=KPOPIKLEJXCV2CQCAICCFEQ?PROD_ID=306428&SKU_ID=306428910
- [12] [http://de.wikipedia.org/wiki/Luna_\(Drohne\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Luna_(Drohne))

⁷ drive by wire = szó szerint „vezetés dróton át”

⁸ Az internetes hivatkozások esetében a 2009. március 30-i állapot van megadva

- [13] Frank Wasgindt: LUNA Eine Erfolgsgeschichte; Oktober 2007/ Strategie und Technik p. 32; http://www.emt-penzberg.de/fileadmin/presse/2007-10-SuT_de.pdf
- [14] Kép 3: http://hvg.hu/Tudomany/20090227_utesallo_zsele_onjaro_robot_uav_ugv_mod.aspx
- [15] Koleszár Béla: *Elképzések a szárazföldi és légi robottechnikai eszközök jövőbeni kölcsönös együttműködéséről/szimbiózisáról* http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2008_cikkek/Koleszar_Bela.pdf
- [16] http://megilyet.blog.hu/2008/06/20/robotizalt_femvihar
- [17] http://megilyet.blog.hu/2008/06/11/egymillio_lovedek_per_perc
- [18] Képek 4,5,6:
http://www.stop.hu/gallery/gallery.php?&database_name=articles&database_id=446636&median_code=11888217551326&category=rovat&subcategory=tudomany&relations=1&images=4&videos=0&title=Bámulatos%20fotók%20a%20jégmadár%20vadászatáról&id=138764&ext=jpg