

Koleszár Béla

Steyr-Daimler-Puch Spezialfahrzeuge GmbH Company

koleszar@tele2.at

SZÁRAZFÖLDI ROBOTTECHNIKAI ESZKÖZÖK TERVEZÉSÉNEK ÉS ALKALMAZÁSÁNAK BIZTONSÁGI SZEMPONTJAI

Absztrakt

A szárazföldi robotjárművek biztonsági kérdéseinek tisztázása, kiértékelése, ellenőrizhetősége a katonai, ill. civil forgalomban való engedélyeztetés elengedhetetlen feltétele. Az összeköttetés bármilyen okból történő megszakadása után a távirányított jármű is átmeneti időre autonóm járművé válik! A robotok alkalmazása / katonai bevetése körüli etikai dilemmák és jogi problémák felvetése. Az automotív fejlesztések áttekintése a jövőbeni kevert, illetve tisztán robotjárművekből álló járműoszlopoknál való felhasználhatóságuk szempontjából.

Clearing/clarification, evaluation/interpretation and verifiability of roadworthiness/safety questions of unmanned ground vehicles is the condition precedent for approval in military and civilian traffic (are essential for approval/authorization in military and civilian traffic). By the loss of connection the remote-controlled vehicle transit (short) time to be autonomous vehicle! This work points out at ethical dilemmas and juristic problems about the use / military sortie of robots. Summary of automotive developments, to come into consideration by applicability for the mixed and purely robot convoys in the future. (A summary of automotive developments by the viewpoint of usage in mixed or pure robot convoys in the future.)

Kulcsszavak: szárazföldi robot, biztonság, automotív fejlesztések, robot járműoszlop ~ unmanned ground vehicle, roadworthiness, automotive developments, robot convoy

BEVEZETÉS

Az emberek nehéz, monoton, veszélyes munkáját átvevő autonóm robotok alkalmazása egyre inkább terjed. Ipari robotok, robotpilóták, robotrepülőgépek, takarító-, mosó-, medencetisztító robotgépek, robot-fűnyírók, logisztikai feladatokat ellátó kisebb robotok, földalattik, stb. vannak már most használatban. Az eddig említett robotok vagy a légtérben, vagy emberek elől zárt területen, behatárolt pályán mozognak, vagy kicsi a károkozó képességük. A távolabbi célt, a robotjárművek közúti forgalomban való engedélyezését a felmerülő jogi problémák (pl. balesetnél a felelősség kérdése) valószínűleg késleltetni fogják, de megállítani nem tudják.

Mint már olyan sokszor a történelem folyamán, a katonai célokra való felhasználás lesz a katalizátora ennek a folyamatnak. A katonai szárazföldi robotokat ma legfőképpen a különféle veszélyes eszközök (improvizált robbanóeszközök, fel nem robbant lőszer, stb.) felkutatására, a velük való manipulálásra, szállításukra, megsemmisítésükre használják. Az egyenkénti-, illetve a terület- aknamentesítésre is egyre gyakrabban használnak távirányított robotjárműveket. Felderítésre főleg a beépített területeken belül, házakban, pincékben, barlangokban alkalmazzák. Csapásmérő eszközként is már megjelentek, különböző fegyverekkel, illetve „öngyilkos” robotként robbanószerkezettel ellátva. Mindezek a szárazföldi robotok aránylag lassúak, csak részben működnek önállóan.

Az összeköttetés bármilyen okból történő megszakadása után a távirányított jármű is átmeneti időre autonóm járműként kénytelen működni, legalábbis a biztonságos leállásig. A robotok sebességének növekedésével arányosan ezt a biztonsági „részt” különösen fontosnak, eddig nem nagyon kutatottnak tartom.

Az autóiiparban komoly fejlesztések történnek az „intelligens járművek” irányába. Ezekről a fejlesztésekről készítek egy rövid áttekintést, majd elemzem őket az esetleges katonai felhasználásuk céljából.

A katonai robotjárművek tervezésénél a legcélszerűbb a más, hagyományos harcjárműveknél már kipróbált/bevált konstrukciókból kiindulni. Megkülönböztetett figyelemmel kell az informatikai részegységeiket kiválasztani, továbbfejleszteni, tesztelni. Ezek adatait a jármű vezetői eddig általában csak információs jelleggel vették figyelembe, a végső döntés az ő kezükben maradt. Az autonóm járműveknél a nem elégséges, ill. hibás információk hibás döntésekhez vezethetnek, ezek pedig balesetet, sérüléseket, károkat okozhatnak, veszélyeztetve a bevetés sikerét.

Gépészként, több mint 10 éves harcjárműtervezői gyakorlattal (Steyr - Pandur [1]) inkább a gyakorlati oldaláról közelítem meg a témát.

1 BIZTONSÁGI SZEMPONTOK

1.1 Járművek általános biztonsága

A közúti közlekedés megkövetelt biztonsága miatt a gépjárművek egyes fontos részeit, amelyek a közlekedés biztonsága szempontjából nagyon fontosak (pl. fékek, kormányzás, világítás, stb.), különös gonddal kell megtervezni. A szigorú előírások és műszaki ellenőrzések is ezeknek a rendszereknek a biztonságos működését szolgálják:

- kettős fékkörök: a fékrásegítő esetleges kiesése után emberi erővel még működtethető;
- kormányzás: a nagyobb személyautókba szerelt szervokormány szervó részének esetleges kiesése után emberi erővel még működtethető. Nagyon nagy járműveknél az emberi erő már nem elégséges a szervó helyettesítésére, ezért a rendszert meg kell kettőzni, a kerekek forgása által meghajtott második szervopumpát kell beépíteni;
- a fényszórók, jelzőlámpák megkettőzése a biztonságot (is) szolgálja.

Még olyan egyszerűnek tűnő dolgok is, mint pl. az ablaktörlők hibátlan működése, illetve a belső páramentesítés is nagyon fontosak, hogy a járművezetőnek kellő áttekintése lehessen a forgalomról. Hátramenetnél: *„Ha a személy- és vagyónbiztonság megkívánja, a hátramenethez a járművezetőnek gondoskodnia kell arra alkalmas irányító személy közreműködéséről. Az irányító személynek úgy kell elhelyezkednie, hogy folyamatosan lássa a jármű mögötti területet és a jármű vezetőjével is kapcsolata legyen.”* [2]

A járművek külső kialakítása, például az aláfutás elleni védelem, a gyalogosvédelem, stb. szigorú előírásokkal szabályozott, a rendszeres műszaki vizsgák is törvényben rögzítettek.

1.2 Biztonság a földi robotjárműveknél

A földi robottechnikai eszközök tervezésénél a fent említettekhez hasonló biztonsági előírások betartására eddig nem tartozott az elsőrendű szempontok közé.

Ha a jövőben nagyméretű, az ember által vezetett járműveket is felváltani képes, gyors szárazföldi robotok forgalomba állítását tervezzük, akkor hatványozottan kell figyelembe vennünk a biztonságos közlekedés kérdéseit. A már régen ismert és megoldott problémák mellé új kihívások jönnek:

- meg kell oldani a hatványozottan biztonságos, zavarmentes, kódolt adatátvitelt, legalább két különböző úton;

- a megfigyelőrendszereket (kamera, radar, lidar¹, stb.) meg kell többszörözni;

- ki kell dolgozni egy cselekvési sort, ha mégis valamilyen okból kifolyólag megszakad az operátorral való összeköttetés, vagyis a jármű távolról irányíthatatlanná válik!

Kis sebességnél ez jelentheti az azonnali fékezést is, de nagy sebességnél, kanyarban, csúszós úton, megrakottan, meredek lejtőn ennek súlyos következményei lehetnek magára a járműre, annak rakományára, a közlekedés más résztvevőire, az út melletti épületekre, a járókelőkre nézve. A robotjármű vezérlőrendszerének ebben, a sajnos nagyon is reális esetben távirányított módról abban a pillanatban át kell váltania autonóm üzemmódba, legalább addig, míg biztonságosan meg nem áll, lehetőleg az út szélén. Fontos az is, hogy a követő járművek figyelmét fel kell hívnia a vészhelyzetre: vészjel küldésével, vész-villogók bekapcsolásával, stb.

Ennek a cselekvéssorozatnak aprólékosan ki kell dolgozni minden mozzanatát, ezeket modellezni, majd valós körülmények között tesztelni kell. Ez a maximum pár perces “vészhelyzet” biztonságos “levezénylése” óriási kihívást jelent a jármű fedélzeti megfigyelő- és döntéshozó rendszereinek. Ez a reális időben működő önálló számítógépes rendszer arra is szolgál, hogy visszajelzést ad az operátornak arra, hogy az éppen aktuális sebesség mellett, autonóm üzemmódban, az észlelt akadályok ismeretében előreláthatólag még biztonságos-e egy “vészeállás”. Ha éppen nem indokolt a fokozott óvatosság, az operátor természetesen felülbíráhatja a jelzést, így nyílt, szabad terepen, illetve ha a bevetés körülményei miatt szükséges, gyorsabban is haladhat.

¹ LIDAR - Light Detection and Ranging - fény érzékelés és távmérés



1. kép. A nagy teljesítményű robotnak (Crusher) nagy a károkozó képessége [3]

A biztonsági kérdések tisztázása, kiértékelése, ellenőrizhetősége a katonai, ill. civil forgalomban való engedélyeztetés elengedhetetlen feltétele. A felmerülő jogi problémák (pl. balesetnél a felelősség kérdése) valószínűleg szintén késleltetni fogják a robotjárművek közúti forgalomban való megjelenését.

A biztonsághoz tartozik még az egyes robotjárművek hathatós védelme az ellenség elektronikai zavarása, illetve félrevezetés céljából sugárzott hamis információi ellen. Előfordulhat az is, hogy az irányító-jelek kódolásának feltörésével megpróbálja a járművek, távirányított fegyverek feletti uralmat megszerezni. Ha ez csak egy rövid időre is sikerül nekik, fatális következményei lehetnek úgy a robotjárműre, mint a saját csapatokra nézve. A járművek közötti kommunikáció azért is kiemelten problémás kérdés, mert napjainkban az út menti rádió-távvezérlésű bombák elleni védekezés eszközeként szélessávú zavaróadókat hordoznak az oszlopban haladó járművek. Ez a nagy zavaró teljesítmény kivédhetetlenül zavarni fogja a járművek közötti adatkommunikációs csatornákat, ezért az együttműködésnek új megoldásait kell keresnünk.

Számolni kell az ellenség kezébe került robotok „agymosó” átprogramozásával is, illetve egyes robot-operátorok „átállásával” is. A renitensen működő robotok kiiktatásának lehetősége, akár (ön-) megsemmisítéssel is, egy magasabb vezérlési szint kezében kell, hogy legyen. A saját robotokba vetett bizalom elvesztése óriási lélektani szakadékot okozna, fékezve a robotok további bevetését. Példaként lehet felhozni a nyugati fejlesztésű és gyártású Exocet rakéták nyugati hajókon okozott súlyos emberi- anyagi- pszichikai rombolását (a Falklandi háború alatt [4], illetve a Perzsa öbölben [5]).

A robotjárműveket fel kell készíteni olyan egyszerűnek tűnő feladatoknak a megoldására, mint például a kíváncsi gyermekek távoltartása, humánus, „non lethal”² eszközökkel. Pszichikai szempontból például egy békefenntartó hadműveletnél bekövetkezett baleset romba dönthet minden addigi sikert.

² non lethal - nem halálos

1.3 Biztonság növelése oszlopmenetben, illetve csapatban (raj üzemmódban)

Oszlopmenetnél az első (távirányított) jármű nyomvonalát és más paramétereit (fél-) automatikusan “kopírozhatja” a többi, az így elérhető még biztonságos menetsebesség jóval meghaladhatja az autonóm módban elérhető sebességet.

Lehetséges egy olyan üzemmód is, ahol egy operátor több (magasabb „generációs”) autonóm járművet “felügyel”, hasonlóan, mint már napjainkban a robotrepülőgépeknél. A célirányokba állított, majd elindított járművek az esetlegesen részben, illetve „durván” kijelölt útvonal mentén önállóan haladnak, a fedélzeti rendszereinek fejlettségi szintje és teljesítménye, a forgalom sűrűségének, illetve a terep nehézségének, az időjárás függvényében. Ha valamilyen, a rendszer számára ismeretlen, megkerülhetetlen akadály kerül az útba, akkor a robotjármű leáll és az operátor segítségét kéri.

Az előre nem látható akadályokat, járműveket, embereket az autonóm üzemmódban működő robotjármű csak a saját megfigyelőrendszerei által szolgáltatott adatok kiértékelésével tudja leküzdeni, kikerülni, illetve megállni előtte. Ha a csapatban haladó robotok között fenntartható az összeköttetés, lehetőség nyílik az egyes járművek megfigyelőrendszereinek hálózatba (mátrixba) kapcsolására, így egymással „kommunikálhatnak”, az észlelt akadályokat több “kameraállás” alapján értékelhetik. Az egyik robot által észlelt veszély az információ továbbadásával az egész raj számára ismertté válik. Az egy járművön, különböző célokból szerelt szenzorok működését is össze lehetne hangolni, pl. az aktív rakétaelhárító rendszerek érzékelőit részben a jármű előtti tér pásztázására is lehetne használni- megkettőzött biztonsági funkció.

Nagy figyelmet kell viszont fordítani a járművek egymást zavaró hatására. Az aktív módban működő, pásztázó sugarak visszaverődött jeleit érzékelő szenzorok „telítődhetnek”.

1.4 Ellenség – barát?

“Nem, nem az ellenség, ön fia vágta sebet” (Kisfaludy Károly: Mohács; 1824)

Érzelmileg, katonapszichikailag nagyon lesújtó, ha egy balesetet, sérülést, ne adj’ Isten vesztéséget-halált a saját erők okozzák. Ezt megelőzendő a “mobilis” mátrixban a robotjárművek kölcsönösen elemzik egymás helyzetét, ha egy bizonyos (sebességtől, útviszonyoktól függő) határon belül közel kerülnek egymáshoz, akkor lassítaniuk kell, illetve meg kell állniuk. Reális időben van áttekintésük az előttük, mögöttük, mellettük haladó járművek helyzetéről, irányáról, sebességéről. A helyzetelemzés történhet az egyre pontosabb helymeghatározó rendszerek alapján is, de a magasabb fokú biztonság érdekében ajánlatos ezt a funkciót is megkettőzni. Komoly konfliktushelyzetben (háborúban) számolni kell a GPS³ rendszerek zavarásával, összeomlásával, illetve azzal, hogy számunkra nem lesz hozzáférhető, esetleg számunkra megfejthetetlen, hamis, félrevezető információkat sugároz. Itt is szerepe lehet az egyes földi-légi rendszerek hálózatba kapcsolásának, hogy a kieső helymeghatározó rendszereket, némileg pontatlanabban is, de helyettesíteni tudjuk. A robotjárművek mátrixát ki kell bővíteni az összes többi, a környéken mozgó, emberek által vezetett, katonákat, mállhat szállító járművek helyzetjelzőinek adataival. Sőt! A modern hadseregek katonái szintén rendelkez(het)-nek megfelelő jeladókkal, hogy időben észlelhetők legyenek. Ez a “zöld zónákban” működhet aktív módban is, így gyorsabb és biztonságosabb a riasztás. A frontvonalon át lehet kapcsolni passzív módba, hogy csak akkor küldjön vészjelet, ha egy jármű elé kerül. A fejlesztés alatt álló személyi ellenség-barát felismerő rendszereket kis módosításokkal erre a funkcióra is alkalmassá lehet tenni.

³ GPS - Global Positioning System

1.5 Etikai problémák

A biztonsági előírások kidolgozása, betartása, rendszeres átvilágítása, ellenőrzése, tesztelése etikai problémákat is felvet. Az esetleges balesetek kiértékelése, a felelősség egyértelmű megállapítása nagyon nehéz. A robotoknál történő mindenfajta fegyverhasználat kérdéses, de főleg az autonóm (operátor felügyelete nélküli) csapások létjogosultsága hadijogilag még nem alátámasztott. Ezt megkerülendő, az ellenség – barát felismerő rendszerek mellett esetleg megjelenhetnek ember – robot / élőlény - gép felismerő rendszerek is? A teljes, illetve a részleges önmegsemmisítés lehetősége is felvet részben biztonsági, részben etikai dilemmákat is.

Két ide vonatkozó példa:

Ray Kurzweil : *„Miért üljön ember a fegyverként (is) funkcionáló harci-gépben? Teljesen felesleges, hiszen a biztonságos virtuálisvalóság-környezetből ugyanolyan pontosan irányíthatja a légi járművet... Csökken a fegyverek mérete, több kockázatot vállalhatunk.”* [6]

William Body: *„A robotkatonák azonban súlyos etikai dilemmákat vetnek fel: mi történik akkor, ha húsvér emberek ellen vetjük be őket? És ha masinák néznek farkasszemet egymással, vajon egy-egy fegyveres beavatkozás érdekében a közvélemény nem lesz könnyebben befolyásolható? Hiszen a konfliktus is könnyebben kirobbantható. Bagatellizálódik a háború fogalma? ... Az amerikai hadsereg vezetősége máris szembesült a problémával: a Boszniában bevált TALON-robotokról ismert Foster-Miller cég újabb fejlesztéseit tavasszal Irakban vetik be (már megtörtént – a cikk szerzőjének megjegyzése). Tizennyolc távirányított, különböző fegyverekkel (tankölő rakétával, gránátkilövővel, stb.) felszerelhető szerkezetet (SWORDS, Special Weapons Observation Reconnaissance Detection Systems, Speciális fegyverfigyelő, -felismerő, -felderítő rendszer). A hadsereg csak úgy vásárolta meg a gépeket, ha nem önműködőek, hanem emberi irányítás és ellenőrzés mellett végzik munkájukat.”* [7]

1.6 Veszélyforrások

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 letesztelik.

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.



2. kép. A Crusher robot nehéz terepen [8]

2 SZÁRAZFÖLDI ROBOTTECHNIKAI ESZKÖZÖK BIZTONSÁGOS ALKALMAZÁSÁNAK A REÁLIS LEHETŐSÉGEI

Személy szerint a fentiek miatt úgy gondolom, hogy a mai földi robottechnikai eszközök nehéz terepen, reális harci körülmények között, teljesen autonóm üzemmódban még nem vethetők be, vagy csak nagyon korlátozottan. A közlekedési szabályok és szokások ismeretével rendelkező, azok alkalmazására és egyáltalán a közlekedési szituációk érzékelésére, értékelésére képes autonóm robotjárművek tömeges elterjedése a közeljövőben még nem várható. Erre irányuló kísérletek és versenyek már voltak és vannak is, hiszen a DARPA⁴ legutóbbi robotjármű versenyén éppen a közúti forgalmi körülmények között mozgó valós méretű járművek versenyeztek sikerrel. A 2007-ben megrendezett Urban Challenge [9] versenyen 96 km-es táv megtétele volt a cél, hat órán belül. A robotizált, autonóm járműveknek a közúti közlekedéshez hasonló kialakítású pályán minden közlekedési szabályt bel kellett tartaniuk és a pályán közlekedő idegen járművekhez is alkalmazkodniuk kellett. Ez már lényegesen bonyolultabb helyzetet jelentett az úttalan sivataghoz képest, de ez sem jelentett megoldhatatlan problémát a nevező csapatoknak. A győztes csapat 4 óra és 10 perc alatt tette meg a kijelölt távot.

⁴ DARPA - Defense Advanced Research Projects Agency, az Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának Fejlett Védelmi Projektek Kutatóintézete



3. kép. Az Oshkosh cég robotjarmúve [10]

Műszakilag, irányítástechnikai szempontból nem látom akadályát a vonatközlekedés teljes robotizálásának, hiszen itt adottak leginkább a feltételek. A megemelt töltéseken, a sínek által vezetett fix, a lakott területek közelében zárt (kerített) pályák mentesek a meredek lejtőktől, szűk kanyaroktól, az egyenletlenségek is minimálisak. A vonatok általában elsőbbséget élveznek a keresztforgalommal szemben, az átjárók sorompókkal, fénysorompókkal időben le vannak zárva. A technikai adottságok mellett a humán adottságok is megvannak: A vasúti közlekedés elmúlt több mint 150 éve alatt a lakosság, de még az állatok is megtanulták az éjjel-nappal, esőben, hóban, ködben gyakorlatilag vakon „átdübörgő” vonatszerelvényeket respektálni. A közúti közlekedésben elképzelhetetlen, akár sok 100 m-es féktávolság itt tolerált. A villanymozdonyok nagyon jól (táv-) vezérelhetők, adott a külső energiaellátás, a sorompók, váltók, lámpák távirányítottak, visszajelzéssel ellátottak. A teherszállításban szokásos több órás (napos) várakozások mozdonyvezetők jelenléte nélkül kevésbé jelentenének problémát.

A távirányított robotjarmúvek további robbanásszerű elterjedése mellett számolni lehet az autonómítás fokának a növekedésével. A járműiparban történő fejlesztések is ilyen irányba tartanak, amire igen jó példa a 2008 nyarán átadott RUBIN⁵ metró Nürnbergben. A világban már régebben működnek teljesen automatikus metró-vonalak pl. Kyotóban, Lillében, Párizsban, stb., de a nürnbergi az első, ahol egy vonalszakaszon együtt közlekednek a robot-, illetve a hagyományos, sofőrök által vezetett szerelvények. [11]

3 AUTOMOTÍV FEJLESZTÉSEK ÁTTEKINTÉSE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A JÁRMŰOSZLOPBAN KÖZLEKEDŐ JÁRMŰVEK BIZTONSÁGÁNAK NÖVELÉSÉRE

Az oszlopmenetek járművezetőinek monoton munkáját is megkönnyíthetnék ezek a berendezések, illetve a biztonságot javítanák. Célszerű lenne a katonai közlekedés baleseti-statisztikai adatainak feldolgozásával hatásosság-szükségesség szempontjából rangsorolni az egyes fejlesztéseket. Mindezt a közelebbi cél, a hibrid járműoszlopok, illetve a távolabbi cél, a teljesen autonóm robot-járműoszlopok létrehozásának érdekében.

⁵ RUBIN - Realisierung einer automatisierten U-Bahn in Nürnberg - egy automatizált metró megvalósítása Nürnbergben



4. és 5. kép. Robotkonvojok [12, 13]

A szárazföldi járműveknél is, a mesterséges intelligencia rohamos fejlődésének kiaknázásával a jövőben egyre gyakrabban válhatnak fel a humán sofőröket robotsofőrökkel. Az aszimmetrikus hadviselésnél a gyakran háttérbe szoruló, de nagyon fontos szerepet betöltő, általában gyenge védelemmel ellátott logisztikai járművek hasonló veszélyeknek vannak kitéve, mint a harcjárművek. A logisztikai menetoszlopok összeállítása, az általában egyszerű, előre tervezett útvonal predesztinálja őket előbb a hibrid, majd idővel a teljesen robotizált járműoszlopok irányába.

A járművezetőkre, illetve a távolról irányító operátorokra leselkedő két legnagyobb veszély, ha túl vannak terhelve, illetve ha túl kevésé vannak leterhelve, tehát unatkoznak. A passzív járműbiztonsági rendszerek (biztonsági öv, ütköző-zónák, energiaelnyelők, megerősített utastér) kiaknázása után a gyártók figyelme az aktív védelem irányába fordult (légszákok, övfeszítők, ABS⁶, ESP⁷, BAS⁸, AFS⁹, ACC¹⁰).

3.1 A járművezető / operátor túlterheltsége miatti veszélyforrások csökkentése

Nagy forgalom, rossz látási és útviszonyok, rakomány, úthibák, akadályok, fáradtság, meleg, hideg, saját és ellenséges harci cselekmények, esetlegesen kieső funkciók, kiszámíthatatlan lakosság, állatok, stressz. Kijelzők sokasága, motorfordulat, sebességfokozatok választása, a különböző differenciálzárak, „felezők” időbeni be-, ill. kikapcsolása, a talaj típusának és a sebesség függvényének megfelelő guminyomás beállítása, stb.

A harcjárművek továbbfejlesztése és a szárazföldi robotok c. írásomban már foglalkoztam a járművezetők munkáját könnyítő rendszerekkel:

„Már most beépítésre kerülnek:

- teljesen elektronikusan vezérelt motorok;
- automata sebességváltók;
- automatikusan működő hossz- és kereszt-differenciálzárak, mint például a Steyr cég által kifejlesztett ADM rendszer: Automatic Drive-train Management-System (ADM-System);
- periszkópok helyett kamerák;...” [14]

A tolatást segítő kamerák, parkoló szenzorok már mindennaposak, ezek hatékonyan csökkenthetik a kis sebességű balesetek számát. Az esőszenzorok sem újak, fejlesztések történnek az automatikusan történő fényszóró- tompításra is. Előzésnél a holt szög radar figyel, ha járművet észlel, figyelmeztet. Kanyarodásnál, letérésnél a gyalogosokat, kerékpárosokat is észlelheti. A rossz látási viszonyoknál éjjellátó berendezések, radarok

⁶ ABS - Antilock Braking System - blokkolásgátló

⁷ ESP - Electronic Stability Program - elektronikus menetstabilizáló (kitörésgátló)

⁸ BAS - Bremsassistent - fékasszisztens

⁹ AFS - Active Front Steering – aktív kormányzás

¹⁰ ACC - Adaptive Cruise Control - követésitávolság-szabályzó rendszer

számítógéppel feldolgozott, kiértékelt adatai alapján létrehozható a sofőr látóterében egy leegyszerűsített színes, virtuális kép, amely figyelmezteti a veszélyre.

Az autonóm robotoknál a környezetről, a valós forgalomról csak ez, a képfeldolgozó programok segítségével előállított virtuális kép áll a döntéshozó vezérlőegységek rendelkezésére. Egy, már behatárolt/felismert mozgó jármű/ember/állat útvonalát a célkövető berendezések szoftverjeihez hasonló programokkal lehet követni - kiértékelni. A virtuális kép valóság-hűsége, részletessége, további feldolgozhatósága döntő hatással van az autonóm robotközlekedés biztonságára.

A gépjárművezetők tájékoztatását segítik a rádiók által sugárzott közlekedési információk. Távlatilag a hálózatba kötött fedélzeti információs rendszer megkapja majd a közlekedési lámpák, illetve a már ismert akadályok adatait. A járműfolyam folyamatosága érdekében a közlekedési lámpák vezérlő egységei visszajelzéseként figyelembe vehetik a csomópont felé közeledő járművek adatait is. Az egyre több, hálózatban autózó jármű egymás információit, vészjeleit (pl. baleset, álló kocsisor) is megkaphatják, illetve továbbadhatják a még „árnyékban” közlekedő további járműveknek - Car2car rendszer [15]. A VW fejlesztői szerint például Németországban a járműpark gyors cseréje miatt egy ilyen rendszer tömeges bevezetése már pár év alatt látványos eredményeket hozna.

3.2 A járművezető / operátor alulterheltsége miatti veszélyforrások csökkentése

Oszlopmenetben a járművezetők nincsenek irigylésre méltó helyzetben. Egyszer sötétben, rossz úton, órákon keresztül kell koncentrálniuk az előttük haladó jármű erősen tompított (álcázott) hátsó fényeire, majd nappal, jó időben, jó úton, aránylag lassú konvoj- sebességgel követni az előttük haladót. Megelőzni nem lehet, lemaradni sem lehet. Persze, hogy hamar elkalandozik a tekintet, lanyhul a figyelem... Itt is segíthetnek a járműiparban kifejlesztett, tesztelt különböző biztonsági rendszerek:

Az automatikus távolságtartás, automatikus fékezéses, vészfékezés a ráfutásos balesetek számát csökkentheti, illetve egy zárt katonai menetoszlopoknál a biztonságos haladási sebességet növelheti.

Az elektromechanikus kormányzás lehetővé teszi az automatikus sávtartást. A sávból való letéréskor hangjelzéssel, gyenge ellenkormányzással, illetve vibráló kormánykerékkel/vibráló üléssel adhat figyelmeztető visszajelzést a jármű vezetőjének. A következő lépés az automatikus, gombnyomásra történő sávváltás lesz.

A sofőrök figyelmét vigyázó, ellenőrző, tesztelő rendszerek fejlesztésének az eredményeit a robotjárművek operátorainál is alkalmazni lehet majd.

3.3 Egyéb segítő rendszerek

Az önálló parkolórendszerek nem csak a kényelmet szolgálják. Ezek is csökkenthetik a balesetek számát, illetve gyorsíthatják a közlekedést. A szűk helyre (garázs) történő beállás-kiállítás megkönnyítésére is léteznek már automatikus rendszerek. A járműből kiszállt (!) járművezető a távirányító gomb lenyomásával indítja be a folyamatot, közben a gomb felengedésével bármikor leállíthatja. Amikor a jármű a kívánt helyre kerül, automatikusan leáll a motor, lefékeződik és lezáródik az autó.



6. kép. A BMW automatikus parkolórendszere [16]

ÖSSZEGZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK

A légitársaságoknál már ma megfigyelhető trendhez hasonlatosan számíthatunk arra, hogy az újonnan fejlesztett szárazföldi járművek egyre nagyobb részét robotjárművek fogják alkotni. Távolról a robotok az emberektől nem csak a bevezetőben említett nehéz, monoton, veszélyes munkát veszik át. Olyan bonyolult feladatokat is el tudnak majd látni, amire az emberek már fiziológiailag nem képesek. A földi robottechnikai eszközök informatikai részegységei is állandó fejlődésben vannak. Részben a számítástechnika óriási fejlődése miatt, részben a robotokkal, robotjárművekkel szemben támasztott egyre szigorúbb követelmények miatt. Az egyre növekvő sebességek, az egyre rövidebb reakcióidők szükségessége, az egyre több beérkező információ feldolgozása, kiértékelése, majd valós időben történő döntések meghozatala óriási kihívást jelentenek a fejlesztőknek. Tudatában kell lennünk annak is, hogy gyakorlatilag minden távirányított, ill. ilyen célra beprogramozott autonóm járművet terrorcselekmények kivitelezésére is fel lehet használni!

A földi robottechnikai eszközök egyre nagyobb mértékű, körültekintő, biztonságos használata legalább részben, kiutat jelenthet több nagy katonai fejlesztés hagyományos eszközökkel megoldhatatlan „zsákutcájából”, például a Jövő Harcrendszerei programokban (pl. az FCS [17], illetve a FRES [18]). A robotok bevetése emberéleteket menthet meg és a súlyos sérülések számát is csökkentheti.

Hivatkozott irodalom

(Az internetes hivatkozások utolsó letöltési dátuma: 2008. 12. 30.)

[1] <http://www.steyr-ssf.com/>

[2] KRESZ 33. § (3) <http://www.autosiskolainfo.hu/jogszabalyok/kresz.htm>

[3] 1. kép http://www.2dayblog.com/images/2008/february/crusher_ugv.jpg

- [4] http://wapedia.mobi/hu/Falkland-szigeteki_h%C3%A1bor%C3%BA
- [5] [http://en.wikipedia.org/wiki/USS_Stark_\(FFG-31\)](http://en.wikipedia.org/wiki/USS_Stark_(FFG-31))
- [6] <http://www.agent.ai/main.php?folderID=143&articleID=1356&ctag=articlelist&iid=&part=1>
- [7] <http://www.agent.ai/main.php?folderID=143&articleID=1356&ctag=articlelist&iid=&part=1>
- [8] http://lariosola.files.wordpress.com/2007/12/crusher_2.jpg
- [9] <http://www.darpa.mil/grandchallenge/index.asp>
- [10] http://www.popsci.com/files/imagecache/article_image_large/files/articles/tech0106roboTanks_485v2.jpg
- [11] <http://www.rubin-nuernberg.de/>
- [12] http://www.nosc.mil/robots/land/mprs/images/convoy_400.jpg
- [13] <http://www.gdrs.com/admin/robotics/images/VTI-Pavement-Convoy.jpg>
- [14] Koleszár Béla: A harcjárművek továbbfejlesztése és a szárazföldi robotok, Hadmérnök, III. Évfolyam 1. szám - 2008. március, p. 92 Kiadó: ZMNE; ISSN 1788-1919; http://hadmernok.hu/archivum/2008/1/2008_1_koleszar.pdf
- [15] <http://www.autoipari-klaszter.hu/2008/11/24/egymassal-beszelgetnek-az-autok-autoipari-fejlesztes/#more-3631>
- [16] http://images.google.at/imgres?imgurl=http://img.tomshardware.com/de/2006/07/17/bmw_assistenz_fahrer/bmw_assistenz14_big.jpg&imgrefurl=http://www.tomshardware.com/de/bmw-assistenz-fahrer.testberichte-1522-5.html&usq=__oTPKLR0n5wRh4-D
- [17] <https://www.fcs.army.mil/>
- [18] <http://www.army-technology.com/features/feature1629/>

Képek forrásai:

1. kép: http://www.2dayblog.com/images/2008/february/crusher_ugv.jpg
2. kép: http://lariosola.files.wordpress.com/2007/12/crusher_2.jpg
3. kép: http://www.popsci.com/files/imagecache/article_image_large/files/articles/tech0106roboTanks_485v2.jpg
4. kép: http://www.nosc.mil/robots/land/mprs/images/convoy_400.jpg

5. kép: <http://www.gdrs.com/admin/robotics/images/VTI-Pavement-Convoy.jpg>
6. kép: [http://images.google.at/
imgres?imgurl=http://img.tomshardware.com/de/2006/07/17/bmw_assistenz_fahrer/bmw_assistenz14_big.jpg&imgrefurl=http://www.tomshardware.com/de/bmw-assistenz-fahrer,testberichte-1522-5.html&usq=__oTPKLR0n5wRh4-D](http://images.google.at/imgres?imgurl=http://img.tomshardware.com/de/2006/07/17/bmw_assistenz_fahrer/bmw_assistenz14_big.jpg&imgrefurl=http://www.tomshardware.com/de/bmw-assistenz-fahrer,testberichte-1522-5.html&usq=__oTPKLR0n5wRh4-D)