

**NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM
HADTUDOMÁNYI ÉS HONVÉDTISZTKÉPZŐ KAR
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA**

Bob STRUIJK, BSc, MBA

**Az új gazdasági trendek hatása a katonai és az
ipari robotokrendszerek tervezési filozófiáira**

Doktori (PhD) értekezés szerzői összefoglalója

Tudományos témavezető:

Prof. Dr. Szabolcsi Róbert okl. mk ezredes, egyetemi tanár

PhD, “Dr.habil.”

2014, BUDAPEST

1. A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

A robotok a mindennapi élet részét képezik. A robotok jelenléte, és azok képessége folyamatosan növekszik, és alakítják át az emberiség jövőjét. Bár számos tudományos munka foglalkozik a robotika számos problémájával, meglehetősen kevés munka foglalkozik a robotika ipart is előre vivő olyan kérdésköreivel, mint annak társadalmi-, geopolitikai- és gazdasági hatásai. Ez a doktori értekezés úgy polgári-, mint katonai szempontból vizsgálja a robotok társadalmakra gyakorolt hatását. A vizsgálatok ideje a 2010-2013 közötti időszak, amelyre támaszkodva a szerző prognózist állít fel úgy a katonai-, mint a polgári robotalkalmazások területén.

A tudományos kutatásom egyiok fontos célja megvizsgálni, hogy a robotok és azok alkalmazása a kezdetektől hogyan befolyásolta az ember félelmét az automatizálás ezen formájától. A tudományos kutatásom további fontos célja annak vizsgálata, hogy az ipar különféle területein jelenleg is egyre szélesebb körben alkalmazott robotok hogyan befolyásolják a robottervezés fontosabb irányait, beleértve a katonai robotikát is. Az értekezés alapvetően az ipari-, és a katonai robotokkal foglalkozik, és csak érintőlegesen foglalkozik a szervíz robotokkal, a humanoidokkal, vagy éppen androidokkal. A katonai robotok számos típusának tanulmányozása lehetővé tette egy speciális súlyozó matrix felállítását. Ez a módszer tette lehetővé a katonai robotok definiálását, a prognózis készítésben egyszerűbb módszerek alkalmazását, korlátozások meghatározását, és a jövőbeli fejlesztési trendek meghatározását.

A technológiai fejlődés folyamatos a robotikában is. Az ipari robotok jövőjének predikciójára a gazdaságtudományokban is használt "Termék életciklus", és a "Robotkoncentráció" elvet használtam a kutatói hipotéziseim felállításakor. Ezek a módszerek jól alkalmazhatóak a robotfejlesztési tervek diverzifikációjának bizonyítására is. Az ipari robotok növekvő elterjedése vélelmezhetően addig folytatódik, amíg a piacra belépő új szereplőket a nagy robotsűrűség nem korlátozza. Az ipar egyes szegmenseiben a robotfejlődés megértéséhez előbb a robotok gyári alkalmazásának fejlődését kell vizsgálnunk. Ennek érdekében megalkottam a "Robotfejlődés folyamata" modellt. Ez a modell annak vizsgálatára épül, hogy egy cég milyen módon azonosul az ipari robotok alkalmazásaival. A nyilvánosan is hozzáférhető adatbázisok, az ipari tapasztalatok és szakértői véleménykérések lehetővé tették az ipar különféle szegmenseiben prognosztizálni a robotok jövőbeli alkalmazásának sajátosságait. Az ipari robotok elterjedésének vizsgálatakor az ún. sűrűség-görbéket

használtam. Elemezve a kiindulási adatokat megállapítható, hogy iparosodott országokban tovább nő majd a robotok alkalmazása, az iparosodásban fejlődő országokban pedig a versenyképességük megőrzése érdekében csökkenteni kell a lemaradást a fejlett országokhoz képest. A robotok nemcsak az ipar képét változtatják meg, hanem az adott region, vagy ország versenyképességét is. Egy adott region versenyképességének prognosztizálásakor az autópári roboteladásokat vettem alapul. Az adatok Nagy-Britanniában mutatnak robot-alkalmazásbeli szakadékot, míg a BRIC-országok (Brazília, Oroszország, India, Kína) esetében a növekvő befektetések miatt a robotika rohamos fejlődése evidencia.

A jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján kimondható, hogy Kína önálló robotgyártó ipart hoz létre. Németország az európai robotpiac 50 %-át jelenti. A 2002 és 2012 közötti időszakban az ipari robotok száma 7 %-al nőtt, és ez a trend a jövőben is hasonló lesz.

A legtöbb nyugat-európai ország küzd az elöregedéssel: egyre inkább nő a 60+ életkorban lévők aránya. Ez a demográfiai csoport az egyike annak, amely lényeges mértékben növeli a rendelkezésre álló munkaerő arányát. A kutatásaim egyik további célja, hogy úgy a nyugat-európai, mind a fejlődő kínai társadalmakban kapcsolatot keresni a népesség elöregedése, és a robotika fejlődése között. A népességek elöregedése, és a robotika fejlődése között kimutatható kapcsolat igazolására egy új módszert dolgoztam ki. E módszer alapján megállapítható, hogy a szervíz robotok egyre szélesebb körben terjednek el, de még ma is meglehetősen kezdetlegesek. A szervíz robotok számos prototípusa ismert, de széles körben, kereskedelmi forgalomban még nem kaphatóak. Japán, vagy Korea lehet az első ezen a területen.

Az ipari-, vagy a katonai robotok jövőben betöltött szerepe megértéséhez meg kell vizsgálnunk, hogy az adott robottípus milyen hatással van az emberi társadalomra. E feladat megoldása érdekében megvizsgáltam az ember robotoktól, és az intelligens gépektől való félelmét, és a robottervezés elfogadottságát. A fogyasztói igények vizsgálata megmutatta, hogy a robotok emberi formája negatívan hatnak azok elfogadottságára. Az adatok vizsgálata mellett, meg kell vizsgálni a kérdés etikai aspektusát is, hogyan fogadja az ember a robotok alakját, azok feladatát, és a robotok autonómiájának fokát.

A nyugati kapitalista felfogás szerint a gyártás költségeit rugalmas robotalkalmazások csökkentik. Ez a folyamat egy megállíthatatlan folyamat, ahol a gyártásban a gépek és a

robotok végzik a tömeges, egyszerű munkát. Ez magával vonja a munkanélküliség esetleges emelkedését. míg a társadalomban és az oktatásban új megközelítést igényel. A dolgozatomban elemeztem a robotok munkaerőpiacra gyakorolt hatását is. Bár a gyártás munkafolyamatainak megosztásában a negative hatás már jelen van, de a teljes munkaerőpicra egyelőre nincs hatással. A modern társadalmak jóléte veszélybe kerülhet, ha a felsőoktatás, a K+F, a kreatív innováció nem vesz új irányt. A mesterséges intelligencia és a robotika nem veszélyforrás, éppen ellenkezőleg, a fenntartható társadalom alapja lehet.

A gazdasági életciklustmodell felhasználva meghatároztam azokat a jellemzőket, amelyek a robotok életciklusának növekedését eredményezik, és meghatároztam a vizsgálat tárgyát képező három robot-csoportot: a könnyű robotok, 7-tengelyű, többtagú robot, 6-tengelyű, delta-robot. A megfelelő következtetések, és a helyes predikciók érdekében, valamint a piac technológiai irányú elmozdulásának megértése érdekében egy új piaci modell dolgoztam ki. Az általam kifejlesztett robotika-mátrix lehetővé tette a azon kvadráns job megértését, ahol az ember és a robot szabadon és függetlenül hat egymásra. Ezt a szegmest soká nem vizsgálták. Az ipari robotok általában nem kerülnek kapcsolatba az emberrel. A robotika-mátrix meghatározza az ipari robotok fejlődésének irányát. Mivel a robotok új időszakba lépnek, az ember-gép kapcsolat újraértelmezése mindenképpen indokolt. Mindezek mellett, a robotok, mint műszaki berendezések, azok munkakörnyezetének új kialakítása, a robotok együttműködése, és a kommunikáció kérdése a vizsgálatok új elemeit képezi.

A katonai robotok alkalmazását vizsgálva, azok kényszerei és korlátozásai azt mutatják, hogy a katonai támadó robotok alkalmazása során a robotalkalmazás teljesen lehetetlen, ha az etikai részhez érkezünk. Ez motiválhatja a katonai robotok műszaki adaptációját. Olyan műszaki korlátok, mint az energia-ellátás, a célazonosítás, a complex környezet alakítja a katonai robotok fejlesztésének irányát.

2. KUTATÁSI CÉLOK

Kutatási célom a széleskörű gazdasági hatások ipari robot, vagy a katonai robot fejlesztésére gyakorolt hatásának, trendjének meghatározása. E kutatási cél elérése érdekében holisztikus módszert alkalmaztam a gazdasági hatás, a növekedés és a piaci jellemzők meghatározására.

Az értekezés készítése során az alábbi feladatok megoldását tűztem ki célul:

1. A robotfejlesztés irányainak, az új innovációs irányvonalak meghatározása érdekében elemezni a robotalkalmazásokat, és azok történelmi hátterét.
2. Meghatározni, hogy az ipari-, vagy a katonai robotika milyen módon hat a társadalmakra. Meghatározni ezen hatásokat, a közöttük lévő kapcsolatokat, a jövőbeli használatukat, és alkalmazásukat.
3. Megvizsgálni, modellezni és meghatározni a katonai robotok új szegmentálását, amely meghatározhatja azok alkalmazásának korlátait, a funkcionalitásukat, és a fejlesztésük kívánt irányait.
4. Megvizsgálni a modern társadalmak előregedésének hatásait, és annak a versenyképességet alapvetően meghatározó robotikára gyakorolt hatását.
5. Meghatározni a robotika munkaerőpiacra gyakorolt hatását.
6. A mátrix-modell ipari robotokra alkalmazásának sajátosságait, meghatározni a robotok tervezésének új irányait, és prognosztizálni a jövő ember-gép kapcsolatát, és annak munkahelyi alkalmazásait.

3. KUTATÁSI MÓDSZEREK

Tudományos kutatómunkám során a rendelkezésre álló nagyszámú szakirodalom tanulmányozása mellett, az analízis, a kapcsolatok keresése, a modellezés, a szintézis és a dedukciós kutatási módszereket alkalmaztam. Az ipari robotok területén dolgozó szakemberként számos esetben nyílt lehetőségem való alkalmazások során igazolni a hipotéziseimet, és az állításaimat.

A kutatói hipotézisek felállítása, és a kutatási témák meghatározása a saját személyes munkatapasztalataimra épült, valamint számos statisztikai adatbázis állt rendelkezésemre. A robotika és az automatizálás területén számos nemzetközi kiállításon, és konferencián vettem részt, mint például a németországi “Automatica”, ahol a világ jelentős robotfejlesztői, gyártói, robotszenzor és robotkiegészítőket gyártó cég vesz részt, hogy megosszák és megvitassák az új fejlesztéseiket.

Szakmai interjúkat szerveztem, és hajtottam verge a robotikai szakmában relevánsnak mondott szakemberekkel, hogy az általuk elért korábbi eredmények alapján a kutatói hipotéziseim valóságosak legyenek. Végül, interjúkat szerveztem, és hajtottam végre a robotika neves szakembereivel. Az elmúlt 15 évben számos nemzetközi tudományos konferencián, ipari rendezvényen vettem részt, ahol a szakmával megosztottam eredményeimet, amelyek alapjául szolgáltak eme doktori értekezésemnek.

Korábbi kutatómunkám eredményeképpen mély tudásra tettem szert a robotika területén, amely lehetővé tette, hogy ellenőrizhető mennyiségi és minőségi kiindulási adatok alapján adott kérdéskörben következtetéseket fogalmazzak meg. A doktori értekezésemben bemutatott tudományos munkámat megelőzően elvégzett tudományos tevékenységem eredményeit a publikációs listában bemutatott eredmények támasztják alá.

4. A TUDOMÁNYOS MUNKA ÁTTEKINTÉSE FEJEZETENKÉNT

A dolgozat elkészítése során az alábbi tudományos kérdések megválaszolását tűztem ki célul:

- 1. kérdés:** Várható-e, hogy teljesen újjáalakul az ipari robotok tervezési filozófiája? (II, III és IV. fejezet)
- 2. kérdés:** Van-e jövőjük a kisméretű, könnyű robotoknak? (IV. fejezet)
- 3. kérdés:** A robotika leépíti-e a munkaerőpiacot, vagy új munkahelyeket teremt? (I és II. fejezet)
- 4. kérdés:** Létezik-e egzakt gazdasági bizonyíték amely növeli az ipari robotok jövőbeli növekedését? (III. fejezet)
- 5. kérdés:** A katonai robotok lehetnek-e teljesen autonóm működésűek? (III. fejezet)

5. ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

Az ipari robotok feladata, hogy az ipari termelésben javítsa a gyárak, üzemek, és régiók képességeit. A robotok lehetővé teszik a fenntartható fejlődést, részben csökkentik a munkearó előregedésének problémáját, és munkahelyeket teremnek. Bár a jelenleg használt ipari robotok a környezeti információ kb. 10 %-át képesek érzékelni, a modern ember-gép kapcsolat előre törésével a rugalmas automatizálás nyer leginkább teret. Az előregedő ipari társadalmak másik nagy kihívása a versenyképességük megőrzése, és e területen megoldást adhat az új tartalmú ember-gép kapcsolat. A gép és az ember közötti munkahely megosztás átalakítja majd a gyárakat, és magát a gyártást is.

Az ipari robotok világszerte tartják előnyüket az ipari termelésben. Korábban az ipari robotokat főleg a járműiparban alkalmazták, míg 2013-ban olyan új alkalmazási területek jelentek meg, mint az élelmiszeripar, gyógyszeripar, repülés és űrhajózás, és az SME. Ezeken a területeken kiemelkedő a robotok rugalmas alkalmazásával kapcsolatos követelmény, és kezelni kell a rövidebb gyártósorok, és a nagyobb szerszámcsere problémáit is. Az új tervezésű ipari robotok alkalmazása az ipar új területein az alkalmazók tapasztalatainak hiányában, gyakran ütközik akadályokba. A többtagú, és a delta-robotok tervezési alapkonceptiója jó alapot ad a jövőbeni fejlesztésekhez. A moduláris, könnyű robotok első alkalmazói az ipar, a gyógyszeripar, valamint a repülési- űrhajózási ipar volt. A többtagú robotok mozgási szabadságfokának növelése az új alkalmazások sorát tette lehetővé, és a hagyományos robotok fejlesztése területén is új távlatokat nyitott. A kétkarú robotok megjelenése az robotfejlesztés területén új korszakot nyitott meg. Ez az új tervezési filozófiát teljesen új alapokra helyezett biztonsági előírások és szabályok kell támogassák. Az iparban ilyen, vagy hasonló biztonsági előírások, vagy szabályok egyelőre még nem állnak rendelkezésre. Megállapítható tehát, hogy az új filozófiájú robotfejlesztéseket nemcsak a lehetséges alkalmazások határozzák meg, hanem a biztonsági szabályok, előírások is. A robotfejlesztések során alkalmazott könnyű anyagok lehetővé teszik a robot könnyű mozgását, vagy mozgatását a felszínen. Az új robotfejlesztésekben megjelenő mobilitási képesség szintén újkeletű a jelenleg használt, rögzített ipari robotokhoz képest. Megemlíteni szükséges, hogy az ember-robot kapcsolati rendszerben a robotnak taníthatónak kell lennie, hogy az új robotfejlesztések a piacon kellően nagy részt tudjanak maguknak. Az ember-robot kapcsolat a korábbról ismert, és alapjaiban vizsgált ember-gép kapcsolattól lényeges mértékben tér el. Az új munkahelyeken az ember mozgását, vagy szándékát 3D-s kamera rendszerek segítségével követik, ahol az ember és a robot előre meghatározott módon működik együtt egy robotcellában. Az új robotok által megszerzendő piaci részesedés prognosztizálható, mivel e területeken a hagyományos robotok nem alkalmazhatóak. Az új ember-robot kapcsolat előnyére már rendelkezésre állnak az ipari robotok alkalmazásával kapcsolatos tapasztalatok, és az ipari robotok nagyarányú elfogadottsága.

Az automatizálás területén a K+F ráfordítások egy adott ország versenyképességét javítja, míg Németország ennek ellenére is magas költségű ország marad. Kína csillaga folyamatosan emelkedik: nagyértékűek a befektetések, nő az alkalmazott robotok sűrűsége, viszont ő is szemben találja magát az elöregedés problémájával. Kína akkor válik majd Japánnal

egyenrangúvá, ha az évente üzembe helyezett robotok száma megegyezik. Kína jelenleg nem rendelkezik robotgyártó képességgel, de a közeljövőben ez is várható.

Bár a társadalmakban létezik félelem a robotalkalmazásokat illetően, a társadalmakat jobban veszélyeztetik a gazdasági-, és a társadalmi változások, mint az új robotalkalmazások, és azok növekedése. A munkanélküliség elképzelhetetlen mértékeket is elérhet, és elvezethet ahhoz az állapothoz is, amikor a társadalom széles rétegei nem vesznek részt a kapitalista állam-modell működtetésében, és lényeges munkaerő felesleg keletkezhet. A társadalmak jóléte kerül veszélybe, ha ezzel a folyamattal együtt nem történik meg a felsőoktatás modernizációja, és nem növekszik a K+F, és az innovatív szektorban a befektetések összege. A mesterséges intelligencia, és a robotika nem veszély, éppen ellenkezőleg, hozzájárulhat a fenntartható társadalom alapjainak megteremtéséhez.

Mivel az ember-robot kapcsolatban a környezet érzékelése létfontosságú, ezért a munkahely-, és az ember-robot rendszerek közötti kapcsolatot megteremtő interfész-rendszer központi helyet kap, nemcsak a szabványosítási nézőpontok, hanem robot programozása, és az emberrel történő együttműködése miatt is. A robotfejlesztések egyik kulcs eleme az adaptív tanulási képesség. Tervek szerint, úgy az egy-, mint a kétkarú, könnyű robotok alkalmazást nyernek majd az emberrel történő szoros együttműködésben. Ezek a robotok bonyolult szerelési munkákban is képesek nagy hatékonysággal működni. E robotok jellemzői: alacsony energiaigény, kis tömeg és moduláris szerelési képesség, nyomatékérzékelés és eltérés elvű szabályozás, összeütközés elkerülése az emberrel, 7 de akár 14 szabadságfokú működés. Az adaptív tanulási képesség olyan programozása az adott robotnak, ami a robotpiacra belépéskor nagy versenyelőnyt jelent. E robotfejlesztések területén a hardver fejlesztése már nem elegendő, mert szükséges olyan területek kutatása, és fejlesztése is, mint új munkahely fejlesztése, ahol az ember és a robot egy térben, közelségben dolgoznak, az emberi gesztikuláció, szándék felismerése a robot által, valamint a hangfelismerés nyer el kitüntetett helyet. Az automatizálás, az ember-robot rendszer együttműködésének fejlesztése területén a programozási nyelv szabványosítása, valamint az egységes biztonsági szabályok kialakítása alapvető fontosságúvá vált.

Az általam kifejlesztett katonai robotikai mátrix alapján megállapítható, hogy e robotok feladata kettős: gazdasági-, vagy humanitárius céllal, vagy ezen tényezők valamilyen arányú kombinációja határozza meg alkalmazásuk lényegét. A katonai robotikai ipar rohamos

léptekben fejlődik, és nemzet-, és geopolitikai érdekek a fejlesztés mozgatórugói. A katonai robotok hasonló fejlesztési pályát futnak majd be, mint az ipari robotok, de jóval kevesebb idő alatt érik majd el az ipari robotok fejlettségi szintjét. A súlyomó matrix megfelelő szegmentálása most kiinduló alapot ad az adatgyűjtéshez. A katonai robotok osztályozását az alábbi módon tehetjük meg: logisztikai robotok, felderítő robotok, mentesítő robotok, és csapásmérő, harcászati robotok. A mentesítő robotok főleg az aknakutatás, és mentesítés területén nyernek alkalmazást, és régről ismertek. A logisztikai és a felderítő robotok egyre szélesebb körben nyernek alkalmazást. A katonai robotika egyéb területeinek is szélesebb körű elfogadását segítheti a folyamatosan fejlődő és növekvő UAV alkalmazások. A katonai robotfejlesztések területén a kényszerek, a felmerülő igények nagymértékben meghatározzák az új robotfejlesztések irányát. Olyan megoldandó technikai kihívások, mint az energiaigény, a megfelelő algoritmusok a célfelismerő kamerákhoz, vagy az ismeretlen terep fölött végrehajtott repülések kérdése egyelőre gátolja a teljesen autonóm robot fejlesztését. A megoldandó műszaki kényszerek jelenléte mellett, a harcászati robotok területén a teljes autonómia megoldása nem lehetséges: az autonómia kérdése, mint technikai-műszaki kérdés megoldható, viszont mint etikai kérdés, nem valószínűsíthető a katonai robotok teljeskörűen autonóm alkalmazása. Napjainkban a katonai robotok főleg távirányítottak, más szóval, emberi tevékenység segítségével történik az irányítás. Ez a fajta irányítás magával hordozza az ember moralitását, míg a gépi irányítású rendszerekben ezzel a ténnyel nem kell számolni. A saját kutatási eredményeim azt támasztják alá, hogy e téma érdekli a társadalmat, de kiforrott válasz, érdemi reakció e témában egyelőre még nem áll rendelkezésre. A harcászati robotok olyan mesterséges intelligenciával kell rendelkezzenek, amely új alapokra helyezi a harc megvívásának szabályait.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A PhD értekezés új tudományos eredményei az alábbiak:

1. Megvizsgáltam a széleskörben használt ipar- és katonai robotokat, és a vizsgálataim, valamint gazdasági modellezés eredményeire támaszkodva megállapítottam, hogy az ipari robotok fejlődése, annak jelenlegi fejlettségi szintjétől függetlenül, folytatódik.
2. Bebizonyítottam, hogy úgy a 7 tengelyű, többtagú robotfejlesztések, mint a 14 tengelyű, kétkarú könnyű robotok fejlesztése új területeket nyit meg a termék életciklusban.

3. Megvizsgáltam az új robotalkalmazásokkal kapcsolatos negative attitűdöket és aggodalmakat, valamint az emberi félelmet a robotalkalmazásoktól. Megállapítottam, hogy eme félelmek, és a negatív hozzáállás megváltoztatható, ha a K+F szektor nagyobb hangsúlyt kap, ha a felsőoktatás az innovativitás és a kreativitás irányába mozdul el.

4. Megvizsgáltam az ipari robotok munkaerő piacra gyakorolt hatását. Megállapítottam, hogy alkalmanként megjelenik negatív hatás a munkamegosztásban, de ez a teljes munkaerőpiacot érdemben nem befolyásolja, ellentétben a Luddite-tételben megfogalmazottakkal.

5. Az ipari robotok fejlődésének megértéséhez új rendszer alapjait raktam le. Osztályoztam a robotokat azok termelésbeli rugalmassága, valamint összeszerelésük komplexitása szerint. Ez az osztályozás az ipari robotok új osztályát jeleníti meg.

6. Megállapítottam, hogy az ember-robot együttműködésben csak a hardver vizsgálata nem elegendő. A robot funkcionalitásának javítása önmagában nem elegendő a hatékonyság széleskörű javítására, ha a munkahelyi körülményeket, az ember-robot interakciókat nem vesszük figyelembe. A robottervezés során figyelembe kell venni a munkahelyi körülményeket is. Az emberi gesztusok, a szándék, és a hang felismerése szintén központi eleme a robotcella tervezésének.

7. Megállapítottam, hogy az ember-robot kapcsolat automatizálásához elengedhetetlenül szükséges a programozási nyelvek szabványosítása, és a biztonsági intézkedések egységesítése, amelyek kiemelt fontossággal is bírnak.

8. Megvizsgáltam a jelenleg használt katonai robotokat, és a humán és gazdasági rendszerekre gyakorolt hatásuk szerint rendszereztem őket. Létrehoztam a "Katonai robotika vezérlő matrix"-ot, melynek segítségével osztályoztam a katonai robotokat. Az általam kifejlesztett módszer segítséget nyújt a trendek meghatározásában, a korlátozások vizsgálatában, valamint a témához kapcsolódó tudományos munkákban, és az eredmények értékelésében.

9. Megvizsgáltam a katonai robotika társadalmi elfogadottságát. Tekintettel az ipari robotok alkalmazásának pozitív kicsengésű eredményeire, valamint a katonai robotok műveleti területi harcászati alkalmazásának eredményeire, a magam részéről "Elfogadható"-nak ítélem. Megállapítottam, hogy a katonai robotok hasonló fejlődési

pályát futnak majd be, mint az ipari robotok, akár gyorsabb ütemben is.

10. Meghatároztam a katonai robotok fejlesztésének kényszereit, támaszkodva az ipari robotok hosszú idejű fejlesztési tapasztalataira.

11. Meghatároztam a katonai robotok fejlesztéséhez szükséges technikai-műszaki követelményeket, amelyek meghatározzák a jövőbeli robotfejlesztéseket.

12. Megállapítottam, hogy a jövő harcászati célú katonai autonóm robotok fejlesztésekor figyelembe kell venni az ezzel együtt járó aggodalmakat is.

7. AZ ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ALKALMAZHATÓSÁGA

A doktori értekezésemben közölt gondolatok és új tudományos eredmények úgy a tudományos munkával foglalkozók, mint az ipari és katonai robotok tervezésével és gyártásával foglalkozók számára, mint elméleti és gyakorlati útmutató használható.

A vizsgált területek nagyban befolyásolják a jövő robotrendszerének tervezését, főként olyan területen, mint az ember-robot kapcsolat, vagy a katonai robotok műveleti területi harcászati alkalmazása.

A dolgozatban bemutatott adatok elősegítik:

- a piac befogadóképességét az ember-robot területen;
- a robotfejlesztés területén a K+F-be befektetni szándékozók döntését. A műszaki kutatóintézetek vezető szerepet kell játsszanak a robotok vizuális és akusztikus információt feldolgozó rendszerei közötti interfész programozási nyelvének megalkotásában: a munkahely jellemzőit figyelembe kell venni a robotcella megtervezése során. E jövőbeli kutatás azt kell eredményezze, hogy minden robottervező gondolkodik e problémák megoldásán, ha olyan munkakörnyezetet alakít ki, ahol ember-robot együttműködésben valósul meg a termelés;
- a stratégiai információ kialakítását azokon a területeken, és azokban az alkalmazásokban, ahol a rendszerűen új robotalkalmazások jelennek meg.

8. AJÁNLÁSOK

Az ipari robotok ipara olyan új korszak nyitányához érkezett, ahol már megjelenik az ember-robot együttműködés. Az új robottervezési filozófia sikere és fenntarthatósága érdekében az alábbi tevékenységeket kell elvégezni:

- azon megrendelői piaci szegmens alapos vizsgálata, amely az adott robottípust alkalmazni kívánja. Vizsgálni szükséges azt a gyártósort is, ahol a robotot alkalmazni kívánják. Végül, vizsgálni szükséges a földrajzi-, és egyéb piaci igényeket is. Ezen eredmények, és az abból levont következtetések alapján a K+F szektorba befektetni kívánók a folyamat végén alkalmazásra kész robotot kapnak;
- azon közös programozási nyelv kiválasztása, ami biztosítja a magasszintű végfelhasználói elfogadást;
- új biztonsági normák kialakítása, amely szabályozza az ember-robot együttműködést;
- új munkahely ergonómiai kialakítása, amely figyelembe veszi az emberi gesztikuláción, szándékon, a hangvezérlés elven működő, új tartalmú ember-robot kapcsolatot;
- eme új értelmezés alkalmazása minden területen, és minden szinten, ahol pénzügyi-gazdasági goldolkodás valósul meg.

A katonai robotok – az UAVk kivételével – jórészt kísérleti fázisban vannak. A katonai robotika vezérlő mátrixára alapozva javasoltam, hogy a négy kategória alapos definiálása megtörténjen, ami lehetővé teszi a nemzetközi fejlesztésekkel való összevetést. Másodsor, nemzetközi szabványosítást kell végrehajtani, hasonlóképpen, ahogyan az ipari robotok esetén ez már megtörtént, amely magával vonta a magasszintű technológia elterjedését, bár számos ország saját befektetéssel igyekszik megtartani és fejleszteni K+F eredményeit e területen.

Az autonóm katonai robotok sikeres fejlesztése, sikeres és fenntartható alkalmazása érdekében az alábbi predikciók teljesülése elengedhetetlen:

- új robot-etika megalkotása: például Robotok Harcshabályzata; új szabályrendszerek megalkotása a Genfi Egyezmény, vagy ENSZ-határozatok alapján;
- eme új etikai szabályok megvalósítása, leképezése a robotok hardver és szoftver elemeiben, mint korlátozó feltételek;
- folyamatosan javuló energiaforrások a katonai robotika területén.

Összefoglalva, a katonai robotok műveleti területi, harcászati célú alkalmazása során magától értetődik az etikai kérdések felvetése, és megválaszolása. A katonai robotok harcászati célú alkalmazása során az etikai korlátokból eredő kényszerek egyelőre még nem megvitatott elemek. A téma fontosságára tekintettel, akár nemzetközi konferencia keretében is lehetni a témát vizsgálni.

9. AZ ÉRTEKEZÉS TÉZISEIT BEMUTATÓ PUBLIKÁCIÓK

A. Lektorált folyóirat – hazai, idegen nyelvű

1. Struijk, Bob “*Robots in Human Society and Industry*”, International Journal in Academic and Applied Research in Military Science AARMS, Vol. 10, Issue 1, 2011, pp(183-195), HU ISSN 1588-8789.
2. Struijk, Bob “*Robot Economics Positioning up to the 2008 Crisis*”, Bolyai Szemle, Vol. 2/2011, pp(167-183), ISSN 1416-1443
http://portal.zmne.hu/portal/page?_pageid=34,46876&_dad=portal&_schema=PORTAL
3. Struijk, Bob “*Changes in Human Society led by Robots*”, Debreceni Műszaki Közlemények 2011/1 pp.(25-34) (HU ISSN 2060 6869)
<http://www.mfk.unideb.hu/userdir/dmk/docs/20111/index.html>
4. Struijk, Bob “*Robotics in the New Era – Challenges on Robot Design*”, Debreceni Műszaki Közlemények 2011/3, pp(15-25,) (HU ISSN 2060-6869)
http://www.mfk.unideb.hu/userdir/dmk/docs/20113/11_3_03.pdf
5. Struijk, Bob “*Robot Production Volume Data Trends and Analysis*”, Debreceni Műszaki Közlemények 2012/1 pp(1-10) (HU ISSN 2060-6869)
http://193.6.145.139/userdir/dmk/docs/20121/12_1_01.pdf
6. Struijk, Bob “*Robotics in Human Society – Challenges on Employment*”, Katonai Logisztika, 2012/2, XX. Évf., pp(81-99), (HU ISSN 1789-6398)
http://www.honvedelem.hu/container/files/attachments/33019/k12012-2_ok.pdf
7. Struijk, Bob “*A new understanding of modern robotics*”, Hadmérnök, VII. Volume 2, 2012/6, pp(248-259), ISSN 1788-1919. http://hadmernok.hu/2012_2struijk.php
8. Struijk, Bob “*New Design Philosophy in Military Robotics*”, Repüléstudományi Közlemények, XXIV. évf., 2012/1. szám, pp(119-135) (HU ISSN 1789-770X)
http://www.szrfk.hu/rtk/folyoirat/2012_1/Bob_Struijk.pdf

B. Külföldi folyóirat, nem lektorált, idegen nyelvű

1. Struijk, Bob “*Automation for Spanish car industry*”, La Vanguardia, Feb 2007.
http://publicacionesymedios.net/ADMIN/upload/ind001fanuc4_maq.pdf

2. Struijk, Bob “*Robots and Reliability* “ TechniPublications, Auto Revista, No 2.209, pp (82-87), March 2007, Purchased via Link:
<http://www.tecnipublicaciones.com/tienda/producto.aspx?idProducto=954>
3. Struijk, Bob “*IRS Tokyo*”, i-Motion No.10, pp (6-7), Dec 2010
<http://www.fanucrobotics.es/~media/FRIB/Files/Magazines/i-motion%20n10.ashx>
4. Struijk, Bob “*Robots – Food for thought*”, Next Generation Food, GDS Publishing, April 2010 <http://www.nextgenerationfood.com/article/Robots-Food-for-thought/>

C. Nemzetközi konferencia, idegen nyelvű előadás – Nemzetközi konferencia kiadvány

C.1 Lektorált konferenciák

1. Róbert SZABOLCSI – Gerald MIES – Bob STRUIJK – Péter ZENTAY: *FANUC Robotics Project at Miklós Zrínyi National Defense University*, CD-ROM Proceedings of the VIth International Conference „New Challenges in the Field of Military Sciences, ISBN 978-963-87706-4-6, 18-19 November 2009, Budapest, Hungary.

C.2 Nem lektorált konferenciák

1. Struijk, Bob, Lecture on ‘*Robot Automation*’, Auto Parts Makers Conference, Rabat, Morocco, March 2007.
2. Struijk, Bob, Lecture on ‘*Trends in Automation Technology*’ Portorosj, Slovenija, 10-11 Feb 2005; Blok II (<http://www.svet-el.si/tita/program.html>).
3. Struijk, Bob, Lecture on “*Robotics for the future*”, 4th Conference of the Framework Programme: “EU Framework Programmes: From Economic Recovery to Sustainability” . April 13&14, 2010 Valencia, Spain. Reference via Spanish Ministry of Science and Innovation, P6, Session III, *Factory of the Future*
http://www.micinn.es/stfls/MICINN/Presidencia%20Europea/Ficheros/Presi_ES_Conferencia_Valencia_Informe_FinalR2S.pdf
4. Struijk, Bob, Lecture on “*Flexible Automation*”, Conference “Inspiring Day” organised by technological Research Center *Tecnalia*, Industrial Systems Unit, May 16th 2012, Madrid, Spain. www.inspiring-day.com

10. A DOKTORJELÖLT TUDOMÁNYOS ÖNÉLETRAJZA

Név: Bob STRUIJK

Születési idő: 1965. október 30.

Születési hely: Amszterdam, Hollandia.

Állampolgárság: Holland.

1972-1977: Oosterhout Általános Iskola, Hollandia.

1978-1982: Oosterhout Középiskola, Hollandia.

1982-1986: Műszaki Főiskola, Breda, Hollandia.

1986-1989: Gazdasági felsőoktatási képzés, Eindhoven, Hollandia.

1989-1990: Katonai szolgálat, Holland Királyi Légierő. Tartalékos főhadnagy, 1995.

1989-1993: MBA, Leuven Katolikus Egyetem, Belgium.

1990: NIMA-B Kereskedelmi vezető fokozat, Utrecht, Hollandia.

1990-1995: Merlin Gerin BV, Utrecht, Hollandia. Kereskedelmi vezető.

1995-1998: Doorman BV, Rotterdam, Hollandia. Kereskedelmi vezető.

1998-2003: FANUC Robotics Benelux, Antwerpen, Belgium. Kereskedelmi igazgató.

2003-2005: FANUC Robotics Czech Sro, Prága, Csehország. Kereskedelmi igazgató.

2007-2012: FANUC Robotics Magyarország Kft. Budaörs, Magyarország.
Kereskedelmi igazgató.

2005 –: FANUC Robotics Iberica SL, Barcelona, Spanyolország. Kereskedelmi igazgató.

2008 –: FANUC Robotics Europe SA, Luxemburg, Európai Alelnök.

2010–2013: ZMNE/NKE KMDI, PhD hallgató.

2012 –: FANUC Nordic, Stockholm, Svédország. Kereskedelmi igazgató.