

Súčasn  vy žitie robotov v bezpe nostn ch technológiách

Anna Bi ianov 

Bakalárska práca
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikovanej informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav elektrotechniky a měření
akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Anna BIČIANOVÁ**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Současné možnosti využití robotů v bezpečnostních technologiích**

Zásady pro vypracování:

- 1. Zhodnocení současného stavu technických prostředků v oblasti robotiky se zřetelem na roboty určené pro nasazení ve strážních, bezpečnostních a asistenčních službách u nás i ve světě a směry dalšího rozvoje.**
- 2. Možnosti nasazení bezpečnostních robotických systémů v souladu se současnými normami, zejména ČAP**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

www.honda.com

www.spawar.navy.mil

www.robotika.cz

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Mgr. Milan Kvasnica, CSc.

Ústav elektrotechniky a měření


Datum zadání bakalářské práce:

14. února 2006

Termín odevzdání bakalářské práce:

13. června 2006

Ve Zlíně dne 14. února 2006


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
pověřený děkan




doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Táto práca pojednáva o súčasnom stave využitia robotov so zreteľom na použitie v strážnych službách, záchranných prácach, antiteroristických zásahoch a vojenských operáciách. Opis súčasného stavu sa odvíja od použitia inteligentných robotických systémov pre asistenčné technológie zamerané na každodenné životné potreby a ich prispôsobenie na špeciálne úlohy pomocou senzorických systémov a lokomočného systému. Cieľom práce je opis a zhodnotenie informačne dostupných robotických systémov v obranných, bezpečnostných i asistenčných službách a perspektívy ďalšieho rozvoja.

Kľúčové slová: Robotika, robot-humanoid, senzorické systémy, robotika, vojenská robotika, bezpečnostné služby.

ABSTRACT

This work deals with current state of the art in the utilisation of robots focused on the application in the security services, rescue actions, antiterrorist blocks and military operations. The current state of the art is developed from the utilisation of intelligent robotic system in assistive technologies aimed to everyday life and its accommodation to special tasks by means of the use of appropriate sensory and locomotion systems. Thesis contains the description and evaluation of accessible robotic systems in defends security, and assistive technologies.

Keywords: Robotics, humanoid robots, sensory systems, military robots, security services.

Pod'akovanie

Ďakujem Ing. Mgr. Milanovi Kvasnicovi, CSc. za odborné, pedagogické vedenie, množstvo cenných rád, pripomienok, ktoré prispeli k dokončeniu tejto práce.

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Čestne vyhlasujem, že som záverečnú prácu vypracovala samostatne a použila som
pramene, ktoré uvádzam v priloženom zozname.

V ZLÍNE 4.6. 2006

.....

OBSAH

ÚVOD.....	8
1 ROBOTIKA	9
1.1 MOBILNÉ ROBOTY	9
1.2 VOJENSKÁ ROBOTIKA	10
1.3 KOZMICKÁ ROBOTIKA	11
1.4 PODMORSKÁ ROBOTIKA	112
1.5 ROBOTIKA V MEDICÍNE	114
1.6 KOGNITÍVNA ROBOTIKA	117
2 SÚČASNÝ STAV HUMANOIDNÝCH ROBOTOV	19
2.1 WAKAMARU.....	20
2.2 ENON.....	23
2.3 ASIMO	25
3 VOJENSKÁ ROBOTIKA	31
3.1 ROBOTY BEZ ZBRAŇOVÉHO SYSTÉMU.....	31
3.1.1 Packboat	31
3.1.2 Aghan explorer.....	32
3.1.3 Fetch II	32
3.1.4 Ariel.....	33
3.1.5 Antiteroristické roboty	33
3.1.6 Bezpilotné letecké zariadenie.....	34
3.2 ROBOTY SO ZBRAŇOVÝM SYSTÉMOM.....	36
3.2.1 Roboty strážiace hranice	36
3.2.2 Robot strážiaci vojenskú základňu.....	36
3.2.3 Protiraketové dáždniky.....	38
3.2.4 Robart III	40
4 ROBOTIKA SÚČASNOSTI	45
4.1 SÚČASNÝ STAV ROBOTIKY VO SVETE.....	45
4.2 STAV ROBOTIKY NA SLOVENSKU A JEJ PERSPEKTÍVY	46
ZÁVER	48
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	50
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATEK.....	51
ZOZNAM OBRÁZKOV	52
ZOZNAM PRÍLOH.....	53

ÚVOD

Táto práca sa zaoberá problematikou využitia robotov v bezpečnostných technológiách. Zhodnocuje súčasný stav technických prostriedkov v oblasti robotiky s dôrazom na roboty pre nasadenie v strážnych, bezpečnostných a asistenčných službách u nás i vo svete.

Vo vývoji robotiky vznikol rad nových mechanických komponentov, aplikovali sa nové konštrukčné materiály, vznikli nové originálne kinematické štruktúry, výrazne sa zdokonalili pohybové systémy, rozvinula sa problematika špeciálnych senzorických systémov, nastal hlboký prienik výpočtovej techniky a programových prostriedkov do robotiky, rozvinuli sa nové riadiace štruktúry, silne sa rozvíjajú väzby a aplikácie vo vzťahu k umelej inteligencii.

Význam robotiky v dôsledku ich ekonomickej efektívnosti neustále rastie. Vo svete sa dnes používa veľké množstvo robotov v najrôznejších odvetviach. Jedná sa predovšetkým o priemyselné roboty a manipulátory od najjednoduchších typov schopných vykonávať jednoduché manipulačné pohyby s predmetmi rôznych veľkostí až po relatívne veľmi zložité systémy schopné zabezpečovať realizáciu komplikovaných úloh imitujúcich ľudskú činnosť.

Ako aj iné vedné odbory robotika napredovala pri vojenských aplikáciách. Avantgardné robotické systémy schopné rozpoznávať podnety z okolia sú schopné mapovať a strážiť terén a dokonca likvidovať bojovú techniku, či páchatel'a. Takéto typy robotov sa väčšinou používajú v boji, alebo v nebezpečných a prísne strážených pásmach.

Existujú roboti – humanoidi slúžiaci ako strážna služba dokonca aj v hoteloch. Dokážu sa pohybovať, sledovať okolité prostredie, vyzvať človeka k podrobeniu sa identifikácií, v prípade krízovej situácie spustiť poplach.

Doterajší vývoj nasvedčuje tomu, že humanoidi by mali byť v budúcnosti využívaní viac ako doteraz. V súčasnosti sa využíva tento typ robotov nielen v hoteloch, poprípade v armáde, či v strážnych službách, ale tiež ako súčasť zaužívanej starostlivosti v zdravotníctve a asistenčných službách pre seniorov a telesne postihnutých.

1 ROBOTIKA

Do 60. rokov minulého storočia je možné pokladať roboty za automatické zariadenia, ktoré umožňujú riešiť obmedzenú množinu úloh v prispôsobenom prostredí. Dnes sú stredom záujmu adaptívne robotické systémy, a to ako mobilné robotické systémy, tak aj robotizované pracoviská v priemyselných výrobách. Mobilné robotické systémy sa môžu pohybovať samostatne vo výrobných halách za pomociu senzorických systémov, poprípade v neznámom teréne s podporou počítačového videnia a stacionárnych družicových systémov. Medzi základné funkcie týchto mobilných robotických systémov patrí napríklad detekcia cesty a prekážok, vyhýbanie sa kolíziám, určovanie polohy a plánovanie trajektórie. Od začiatku svojej existencie bola robotika viazaná prevažne na automatizované výrobné linky s pevne stanoveným programom jednotlivých úkonov – tzv. tvrdá automatizácia, dnes však ide predovšetkým o úkony vykonávané v reálnom čase – tzv. polohová adaptivita.

Súčasný vývoj robotiky smeruje k imitácii ľudskej činnosti, pričom proces vnímania a rozpoznávania okolia, sú podporované metódami umelej inteligencie. Robotika pojatá v širšom zmysle za účelom imitácie činnosti ľudských zmyslov zahrňuje špeciálne techniky predspracovania a spracovania signálov, obrazovej informácie, plánovanie trajektórie a podobne. Robotika je považovaná za súčasť mechatroniky.

1.1 Mobilné roboty

Možno konštatovať, že vznik mobilných robotov siaha do obdobia vzniku robotiky ako takej. Začiatok modernej robotiky možno však časovo zaradiť na začiatok 60-tych rokov minulého storočia, čo bolo podmienené zvýšením operačnej rýchlosti číslicových počítačov na približne 100000 aritmetických operácií za sekundu. Uvedená rýchlosť výpočtu umožňovala riadenie kĺbových premenných robota v reálnom čase, spracovanie obrazovej informácie a 6-zložkovej silovo-momentovej informácie zápäšťového senzora za účelom polohovej adaptivity pri vkladaní kolíku do otvoru. Táto úloha bola prvýkrát vyriešená na Stanford Univerzity a Charles Stark Draper Laboratory. Uvedený adaptívny robotický systém pomocou televíznej kamery lokalizoval polohu otvoru, v palete pripravený kolík zachytil chápadlom a pomocou silovo-momentovej spätnej väzby vložil kolík do presne

tolerovaného otvoru. Týmto robotický systém po prvý krát napodobil zámernú činnosť človeka, čím bol položený historický medzník ľudskej tvorivej činnosti.

Osobitnú časť tvoria telerobotické systémy umožňujúce prenášať zámerný pohyb ľudskej ruky, vrátane jemného uchopenia predmetu predpísanou silou pri použití haptic interface. Mobilnú robotiku možno riadiť pomocou klávesnice riadiaceho počítača, 3D myšou (Micro Space Mouse), ktorá bola vyvinutá najmä na riadenie kozmických robotov, poprípade pomocou autonómneho navigačného systému. Pokrok v oblasti inteligentných senzorických systémov umožňuje riadiť robota hovorenou rečou, rôznymi typmi joystickov, pohybmi rúk, tela, zreničkou oka, mimikou tváre, riadiacim volantom a riadiacimi pedálmi, pohybmi hlavy a podobne. Alternatívne metódy riadenia boli odvodené najmä z rehabilitačnej robotiky a postupne prenesené aj do vojenských technológií v súvislosti s antiteroristickými robotmi, najmä zámer zneškodňovania náloží, navigácia v kontaminovanom prostredí a zamorenom priestore, respektíve v iných nepriaznivých klimatických podmienkach, pri činnosti robota pod vodnou hladinou a v kozme.

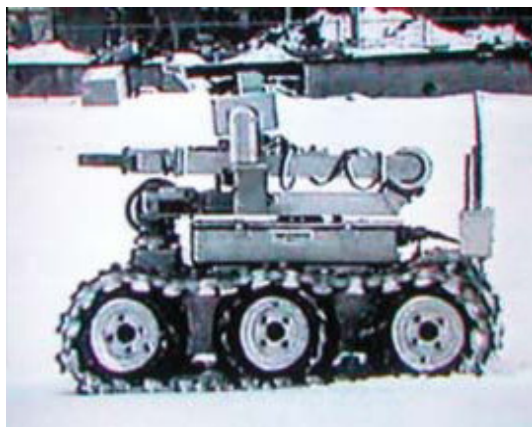
1.2 Vojenská robotika

Razantný vývoj zaznamenala oblasť vojenskej robotiky, kde ide napríklad o teleroboty a autonómne mobilné roboty v akcii v 3D priestore, ako je kopanie zákopov, rekognoskácia terénu, vyhľadávanie mín, ich zber, transport, zneškodnenie a stavanie zátarasou, zber ranených z bojiska, rozvoz materiálu na bojisko a podobne.

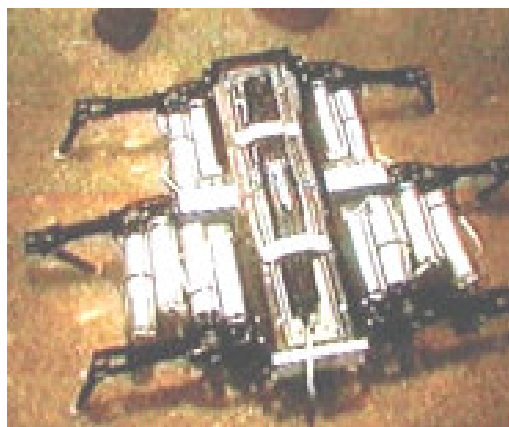
Na ilustráciu je na Obrázku 1. uvedený pásový vojenský robot Andros, ktorý vyhľadáva mínové polia a míny likviduje impulzným vodným delom.

Zaujímavý je i vojenský samovražedný šesťnohý autonómny robot na vyhľadávanie a likvidáciu mín v prílivových a odlivových oblastiach, Obrázok 2. Dokáže sa aj pri silných morských vlnách plaziť k mínovému poľu, nájde mínu, ľahne si na ňu a iniciuje ju, čím súčasne môže dôjsť vodným tlakom k likvidácii celého mínového poľa súčasne. V tejto oblasti možno s ďalším rozvojom umelej inteligencie a expertných systémov očakávať aj ďalšie vylepšenia.

Vojenskou robotikou sa podrobnejšie zaoberá Kapitola 5.



Obr. 1. Pásový vojenský robot Andros na vyhledání a likvidaci mìn vodným delom



Obr. 2. Americký šestnohý samovražedný podmořský robot na likvidáciu mìnových polí

1.3 Kozmická robotika

Nie menej atraktívnou oblasťou aplikácií mobilnej robotiky je aj oblasť rekognoskácie a vyšetrovania zložitých a náročných terénnych a klimatických oblastí, a to aj z hľadiska ich aplikácií v kozmickej robotike. Medzi takéto projekty možno zaradiť testovanie osemnohého kráčajúceho robota Dante 2 americkou organizáciou NASA (National Aeronautics and Space Administration) od roku 1992 vo svojom výskumnom stredisku Ames Research Centre v kalifornskom Mountain View. Testovanie robota prebiehalo v kráteroch sopiek. Robot Dante 2 bol vyrobený v laboratóriu pre robotiku Carnegieho Mellon University v Pittsburgu. Konfigurácia terénu bola približne taká, aká sa mohla vyskytnúť na Marse. Robot bol diaľkovo riadený pomocou klávesnice počítača, 3D myšou, respektíve joystickom. Testy sa uskutočnili v horúcom kráteri sopky Mount Spurr vo výške 3 374 m, 120 km západne od Anchorage na Aljaške. Robot Dante 2 s hmotnosťou 770 kg mal výšku 3 m. Všetky nohy robota mali autonómne nastaviteľné teleskopické systémy z hliníkovej zliatiny, ktoré umožňovali po analýze scény bezpečný pohyb aj po veľmi strmých a preliačených stenách sopiek.

Robot mal 8 videokamier, laserové diaľkomery, ktoré odmeriavali vzdialenosti 30 000-krát za sekundu, čo umožňovalo, a to aj v neprehľadnej atmosfére, vyšetrovať 3D konfigurácie terénu prakticky v reálnom čase. Robot mal chromatograf na analýzu plynov, odberače vzoriek vzduchu a pôdy, snímače teploty pôdy a okolitej atmosféry, a to aj na

vulkanologické vyhodnocovania. Riadenie robota pri experimentoch sa realizovalo zo Silicon Valley v Kalifornii z výskumného strediska Ames, odkiaľ bolo rádiové spojenie s Anchorage a odtiaľ cez družicu na okraj krátera. Robot dosiahol v hĺbke približne 200m dno krátera sopky Mount Spurr. Zostupoval na dno krátera približne tri dni a zotrval tam dva dni. Vo svojich útrobach mal štyri riadiace počítače a bol vybavený programami s aplikáciou umelej inteligencie, čo mu umožňovalo zostup riešiť v podstate bez pomoci operátorov v Ames. Riadiaci systém robota mu umožňoval aj veľmi rýchle a úspešné vyhýbanie sa padajúcim skalám. Tieto experimenty napriek pádu robota pri spätočnej ceste z výšky 120 m vplyvom výpadku elektrickej energie zo zdroja umiestneného na vrchole krátera a zničeniu robota znamenali mimoriadny pokrok v oblasti mobilnej robotiky najmä z hľadiska ďalšieho rozvoja robotov pre kozmonautiku.

1.4. Podmorská robotika

Priama činnosť človeka pod vodou je aj v malých hĺbkach v podstate nemožná a zároveň nebezpečná. To je dôvod prečo si aj v tejto oblasti nachádzajú roboty významné miesto.

Pre rozsiahlejšiu činnosť je potrebné robota vybaviť senzormi a schopnosťou samostatného automatického rozhodovania. Roboty, pracujúce pod morskou hladinou bývajú vybavené televíznymi kamerami, ultrazvukovými senzormi, hmatovými senzormi a prijímačmi pre navigáciu. V súčasnosti sa na vedecký výskum morí, morského dna a pre prácu pod morskou hladinou využívajú rôzne typy robotov. Sú špecializované a prispôsobené určitej činnosti a môžeme ich zaradiť do kategórie diaľkovo ovládaných alebo autonómnych robotov.

Podľa prieskumov OSN – UNESCO pracovalo v roku 2000 približne tritisíc robotov na činnostiach pod vodnou hladinou. Ide o technológie súvisiace s ťažbou ropy v ťelfových oblastiach, ako je kladenie, inšpekcia a opravy potrubí, energetických a telekomunikačných káblov, hľadanie predmetov, ako sú čierne skrinky lietadiel a lodí, hľadanie potopených lodí, ich obsahu a pod.

Začiatky využívania inteligentných podmorských mechanizmov bez ľudskej posádky siahajú do roku 1966, keď sa úspešne použil podmorský robot Curv na vyhľadanie stratenej atómovej bomby na morskom dne v hĺbke 750 m pri španielskom pobreží. Tento telerobot bol vybavený pohybovým systémom, hierarchickým senzorickým systémom,

dvoma TV kamerami a sústavou reflektorov. Robot bol s príslušnou loďou spojený káblom a lanami.

Za veľký a patrične medializovaný úspech podmorskej robotiky možno označiť činnosť telerobota Robin v rokoch 1985 – 1986, ktorý bol vybavený videokamerou, chápadlom a sústavou reflektorov a bol ponorkou Atlantis s ľudskou posádkou spojený káblom. Išlo o prieskum a vynesenie určitých predmetov z vraku lode Titanic, ktorá sa potopila v Atlantickom oceáne v roku 1912. Tento vrak sa podarilo po 15-ročných neúspešných pokusoch o jeho nájdenie objaviť v roku 1985 v hĺbke 4 800 m americko-francúzskej expedícii pod vedením špecialistu na počítačové videnie profesorom Robertom Ballardom zo Standfordskej univerzity.

Z hľadiska podmorskej robotiky bola významná aplikácia podmorského robota ROV 128 kábelovej lode Sir Eric Sharp pri opravách a údržbe telekomunikačného optoelektronického kábelového systému PTAT medzi Anglickom a USA. Tento robot na pásovom podvozku v hĺbke do 2 000 m je svojimi vysokotlakovými vodnými dýzami schopný obnažiť kábel uložený na morskom dne, ktorý je pokrytý zeminou, bahnom, pieskom, štrkom, kamením a pod. Na lokalizáciu kábla bol aplikovaný zameriavací systém firmy Slingsby Engineering (Severný Yorkshire), ktorej výrobkom je aj uvedený robot ROV 128. Na identifikáciu polohy kábla sa používa telemetrický systém. Robot vyhľadá defektnú časť kábla, vyhrabe ho, prereže a pripevní k obom koncom laná. Kábel je vytiahnutý a opravený predĺžením na materskej lodi. Po spustení ho robot zahrabe. Systém robota ROV 128 disponuje dvoma manipulátormi, ktoré slúžia na prerezanie kábla a pripevnenie, respektíve uvoľnenie lán.

Jednou z perspektívnych oblastí podmorskej robotiky je oblasť hľadania a ťažby konkrécií (valúnov, hydroterm) na morskom dne, ktoré vznikajú činnosťou hlbinných mikrosopiek so žeravou rudonosnou lávou v reakcii so studenou morskou vodou. Pôsobením chemických reakcií vznikajú tvrdé minerálne častice s vysokým obsahom kovov, ako je zinok, meď, olovo, zlato, striebro alebo mangán. Očakáva sa, že sa v budúcnosti výrazne rozvinie ťažba týchto gigantických podmorských sulfidových rúd obohatených uvedenými kovmi. Ide najmä o oblasti Tichého oceánu v oblúku od Kamčatky po Nový Zéland a o hĺbky 4 000 až 8 000 m. Teplota vody v uvedených hĺbkach je blízka k 0 °C a tlak 40 až 80 MPa.

Konkrécie uložené na morskem dne sa označujú za materiálovú nádej ľudstva v treťom tisícročí.

V roku 1994 vstúpila do platnosti konvencia OSN o morskom práve, ktorá upravuje vzťahy a podmienky pri ťažbe nerastných surovín z morského dna a jeho podložia. V Kingstone (Jamajka) sídli medzinárodný orgán pre morské dno (ISA), ktorý koordinuje ťažbu konkrécií a prideľuje licencie.

Vláda SR schválila už v roku 1993 dokument o členstve SR v organizácii Interoceanmental so sídlom v Štetíně, kde je v súčasnosti zapojených 6 štátov z bývalých krajín RVHP. Táto skupina štátov disponuje v súčasnosti časťou Tichého oceánu blízko Havajských ostrovov s rozlohou 75 000 km², v ktorej môže realizovať ťažbu surovín z morského dna. Slovenská Republika v tejto oblasti dosiaľ vyťažilo z hĺbky 4 500 m približne 500 t konkrécií pomocou tzv. sieťových systémov. Časť tejto ťažby bola spracovaná v Kovohutách v Istebnom a časť v zahraničí. Technológie ťažby konkrécií sú mimoriadne náročné z energetického a materiálového hľadiska (napr. rozpletanie špeciálnych oceľových lán ťahom a vlastnými gravitačnými silami, ako aj ich korózia). Veľké problémy vznikajú aj akýmkoľvek pohybom mechanizmov, napr špeciálnych drapákových telerobotov, ale aj pohybom samotných konkrécií. Morské dno sa touto činnosťou zakaľuje, pričom samočistiaca schopnosť trvá 3 až 4 hodiny. Vývoju nových ťažobných metód a novým mechanizmom sa v Európe venuje Nemecko. Ako jedna z najperspektívnejších technológií uvedenej ťažby sa javí aplikácia špeciálnych podmorských robotov so schopnosťou vyhľadávať konkrécie a transportovať ich do vhodného ťažobného systému. Výsledky tohto výskumu, ktorý je určený pre použitie robotov v extrémnych podmienkach sú v priamej nadväznosťou aplikovateľné aj pre vojenské účely, najmä pre práce žienijného charakteru.

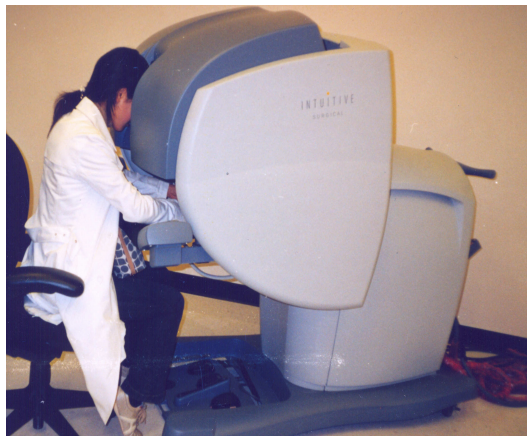
S rozmachom priemyselnej ťažby vyspelými štátmi sa počíta už po roku 2010. Pôjde perspektívne o neobyčajne významné využívanie mobilných robotov v týchto technológiách.

1.5. Robotika v medicíne

Z hľadiska aplikácií robotov v medicíne možno za veľmi úspešný označiť americký robotický systém da Vinci od spoločnosti Surgical System používaný na operácie, pri

ktorých sa minimálne narúša väzivo. Ide o robotický systém, ktorý sa uplatňuje vo všeobecnej chirurgii, urológii, kardiochirurgii, gynekológii a hrudnej chirurgii. Pri zákroku odborný lekár pozoruje proces na obrazovke a rukami uskutočňuje virtuálnu operáciu. Jeho pohyby sa vďaka špeciálnym náprstkám prenášajú na robot, ktorý ich realizuje v tele pacienta, pričom celý proces sa môže realizovať na diaľku rádiovým spojením. Systém sa skladá zo štyroch základných častí. Prvá je konzula určená chirurgovi, ktorý do nej vloží hlavu a ruky. Získa 3D obraz, pričom sa v reálnom čase zobrazuje pohyb chirurgických nástrojov a celková situácia v operovanej oblasti. Rukami môže chirurg ovládať jednotlivé nástroje. Ďalšou súčasťou je stolík nesúci robotické ramená. Dve alebo tri ramená sú ručené na manipuláciu s chirurgickými nástrojmi, ďalšie rameno nesie endoskop. Súčasťou je takzvaný EndoWrist, napodobenina ľudskej ruky umožňujúca rovnaké typy a rozsahy pohybov. Mimoriadne dôležitá je možnosť odfiltrovať chvenie rúk chirurga a transformovať mierku pohybov jeho ruky na pohyby robota. 3D vizualizačný systém tvorí endoskop s dvoma kamerami a osobitné rameno nesúce endoskop. Kamery majú automatický systém udržiavania konštantnej teploty, ktorého úlohou je zabrániť zaroseniu optiky. Veľký dôraz sa kladie na bezpečnosť systému, preto do Vinci nevykonáva žiadne úkony, pokiaľ nerozozná prítomnosť chirurgovej hlavy v príslušnej časti riadiacej konzoly. Ďalším bezpečnostným opatrením je systém zabraňujúci neúmyselnému roztrhnutiu vstupnej rany manipuláciou s nástrojmi a náhodným pohybom ramien. Da Vinci má vlastný záložný systém, schopný dodávať energiu ešte po dobu 20 minút. Pri operácií je malá pravdepodobnosť infekcie, pretože sa v miestnosti nachádza iba robot riadený na diaľku a pacient.

Vo svete pracuje v súčasnosti 280 takýchto systémov, z toho šesťdesiat v strednej Európe. V Českej republike sú úspešne využívané v Prahe a v Brne. Pohľad na obrazovku systému da Vinci Obrázok 3. a operačný stolík tohto systému Obrázok 4.



Obr. 3. Robotický systém da Vinci. Lekár pri zákroku pozoruje proces cez obrazovku



Obr. 4. Stôlák nesúci robotické ramená

Podobne ako opísaný systém da Vinci sa používajú pre vojenské účely, medicínske teleoperačné systémy pre účely zvláštneho nasadenia. Používajú sa tam, kde z dôvodov obmedzeného množstva posádky vojenského operačného pracoviska napríklad strategickej jadrovej ponorky nie je možné zaradiť lekára, poprípade chirurga. V tomto prípade nahradí prítomnosť lekára teleoperačné robotické pracovisko, ktoré je možné ovládať na veľkú vzdialenosť aj z iného kontinentu pomocou komunikačných družíc. Postačuje, keď zaškolená obsluha aplikuje anestéziu a inštaluje chirurgické efektoory robota postihnutému vojakovi a potom nasleduje náročná operácia riadená špecialistom chirurgom priamo z nemocnice na inom mieste Zeme.

HAL-3 (Hybrid Assistive Limb - 3) je z Japonska a jeho autorom je profesor Jošijuki Sankai z Univerzity Tsukaba. Zariadenie sa „oblieka“ na spodné končatiny a pomáha postihnutým alebo starším ľuďom pri chôdzi alebo zdolávanie schodov. Taktiež môže byť využívaný na bojisku. Po zranení končatín vojaka, dopomôže pri jeho presune na bezpečnejšie miesto. Systém pracuje ako systém motorčekov riadených centrálnym počítačom, napájanie poskytuje prenosná batéria. Senzory cez pokožku zachytia elektrický signál a smerujúci z mozgu cez nervový systém do svalov. Počítač podľa signálu určí, aký pohyb chce užívateľ spraviť, a okamžite aktivuje motorčeky, ktoré pomôžu vykonať žiadaný pohyb.

Ďalšiu kategóriu tvoria medicínske armádne roboty určené na evakuáciu ľudí a roboty schopné zaistiť zranených pod krížovou paľbou počas ošetrovania pomocou sanitných

robotov. Jedným z robotov je BloodHound, jedná sa o teleoperatívny robot, ktorý je postavený na podvozku a je poloautonómny. Robot spolupracuje s inteligentným oblečením vojakov a systémom GPS. Ak dôjde k zraneniu vojaka, jeho oblečenie to rozpozna, zašle informáciu do medicínskeho centra a prijímač GPS určí jeho polohu. Následne sa zdravotníci rozhodnú, či je možné poslať za vojacom ľudí. Ak je situácia príliš nebezpečná, vyslaný bude práve BloodHound. Robot sa autonómne dostane na miesto, kde leží zranený. Upozorní obsluhu na to, že dorazil, a v tomto bode prevezme jeho ovládanie lekár. Informácie o situácii získava robot prostredníctvom senzorov vrátane elektronického stetoskopu. Zistí rozsah poranení a poskytne pomocou robotických ramien a balíčka prvej pomoci nevyhnutné ošetrovanie. Vďaka autonómii robota sa lekári nemusia zaoberať jeho riadením a môžu sa tak sústrediť iba na svoju prácu.

1.6 Kognitívna robotika

Problematika kognitívnych, respektíve humanoidných robotov priamo súvisí s problematikou umelej inteligencie, do ktorej z hľadiska robotiky možno zaradiť napríklad oblasti príznakových metód rozpoznávania objektov, rečových informácií, syntaktickú analýzu a syntézu, počítačové videnie, expertné systémy, rozhodovacie procesy, procesy učenia, komunikáciu človeka s počítačom, reprezentáciu poznatkov, zostavovanie modelov vonkajšieho prostredia, automatické plánovanie činnosti a pod., pričom možno konštatovať, že robotika je jedným z vyústení snáh umelej inteligencie.

V bývalom Československu najmä pod vplyvom rozvíjajúcej sa svetovej robotiky, ale aj úspechov v aplikácii vizuálnych systémov a iných mikroelektronických súborov, došlo od roku 1976 k intenzívnemu integrovanému výskumu v spoločnom pracovisku Ústavu fyzikálnej elektroniky a Elektrotechnického ústavu SAV a podniku TESLA Piešťany k vzniku spoločného pracoviska. Medzi prvé úspešné produkty tohto pracoviska patrili registre CCD.



Obr. 6. Prvá čas. ČB CCD kamera (bez objektivu)
TESLA PTK 0256 (r. 1984)

V roku 1982 boli vyrobené prvé CCD líniové snímače typu TS 110 s 256 snímacími elementmi. Súčasne prebiehal výskum a vývoj maticových CCD snímačov, ktoré boli produkované v roku 1984 s 256 x 256 snímacími elementmi. Neskôr vznikol vizuálny systém CCD vhodný už aj pre farebné snímače. V uvažovanom období vznikla prvá československá maticová ČB CCD kamera s 256 x 256 elementov TESLA PTK 0256 – obr. 6 (bez objektivu) a vzápätí ČB kamera TESLA PTK 0384.

Už koncom 70-tych rokov niektoré výskumné ústavy a vysoké školy (ČVUT FEL Praha, VÚT FE Brno) sa začali intenzívne venovať problematike počítačového rozpoznávania predmetov. ÚTK SAV v Bratislave komerčne začiatkom 80-tych rokov dodával pôvodný, vizuálny systém s 256 x 256 obrazovými bodmi v 16 jasových úrovniach s počítačom SM 54/30 s pripojeným mikropočítačom SM 50/50, ktorý bol určený najmä pre robotické aplikácie. Tento systém bol vybavený príslušnými riadiacimi a programovými prostriedkami. O niečo neskôr sa v tejto oblasti angažovala Zbrojovka Brno a VPZVÚ Běchovice so svojím röntgenovým vizuálnym testovacím zariadením zvarov, VÚKOV Košice s vizuálnym systémom pre robotiku VJ/80, TESLA VÚST Praha s univerzálnym systémom pre spracovanie obrazových signálov s rozlíšením 512 x 512 bodov, ako aj systém MODUL z VÚTZ Praha pracujúci na báze rýchlej Fourierovej transformácie. ÚTK SAV na zrýchlenie uvažovaných procesov navrhol a realizoval paralelizáciu procesu spracovania obrazových informácií a na to vyvinul špeciálny počítačový systém SIMD vrátane programového zázemia.

2 SÚČASNÝ STAV HUMANOIDNÝCH ROBOTOV

Zvlášť posledné desaťročie vo vývoji robotiky bolo orientované, a to najmä v Japonsku, na problematiku humanoidných robotov, ktoré možno zaradiť do 5. generácie robotov. Ide o roboty, ktoré dokážu komunikovať s ľudskými bytosťami, vedia hrať na hudobných nástrojoch, vedia maľovať, viesť nevidiacich, hrať hry, vedia sa rozhodovať, hľadať optimálne postupy, napríklad pri skladaní Rubikovej kocky, vykonávať pod dozorom niektoré medicínske úkony a operácie.

Základnou a spoločnou vlastnosťou všetkých humanoidných robotov je, ako už samotný názov napovedá, ich podobnosť s človekom. Ich tvorcovia sa pokiaľ možno snažia čo najlepšie napodobiť ľudský organizmus. Humanoidný robot však nemusí byť kompletne podobný človeku, ak je výskum a vývoj zameraný na intelektuálne schopnosti zväčša býva tento robot skonštruovaný do pol pása, pričom sa môže klásť dôraz na mimiku tváre alebo gestá vytvorené pomocou rúk. Väčšina humanoidných robotov sú len výskumné exempláre alebo sa jedná o maskotov firiem, ale nájdu sa i také, ktoré sú ľudom užitočné.

Medzi popredných komerčných výrobcov humanoidných robotov patria firmy MITSUBISHI, FUJISTU, HONDA, SONY a iné. Najbližšie uvedenie humanoidného robota na trh má z ďalších spoločností pravdepodobne TOYOTA, ktorá túto svoju snahu v minulosti už deklarovala. V komerčnej humanoidnej robotike prebieha neustály konkurenčný boj firiem o najvyspelejšieho humanoida, čoho dôsledkom je zvýšenie prestíže firemnej značky. Vývoju humanoidov sa tiež venujú i mnohé známe technické univerzity.

Súčasný stav humanoidných robotov používaných v civilnom sektore podáva v podstate ucelený obraz o tom, čo už je pre použitie v armáde a v asistenčných armádnych službách štandardne používané, nakoľko pokrok civilného sektoru spravidla vychádza ako derivát výsledkov vojenského výskumu.

Nasledujúce časti sa podrobnejšie zaoberajú humanoidnými robotmi, nakoľko ich modifikácie sa používajú pre vojenské účely aj ako strážne roboty v bezpečnostných agentúrach.

2.1 Wakamaru

Wakamaru je humanoidný robot spoločnosti Mitsubishi Heavy Industries. Po prvý krát bol predstavený verejnosti v roku 2003 a získal prestížne ocenenie za najlepší dizajn, ktoré udelila Japan Industrial Promotion.

Úlohy

Robot dokáže plniť niekoľko typov úloh. Prostredníctvom pripojenia k internetu prijíma nové informácie, ktoré potom reprodukuje ľudským hlasom jednotlivým členom domácnosti. Dokáže prijímať aj personalizované typy informácií, ako sú e-maily. Tie následne doručí osobám, ktorým sú určené. Jednotlivým členom domácnosti dokáže pre doručenie správ aj aktívne vyhľadávať. Na základe naprogramovaného rozvrhu zobudí jednotlivých členov domácnosti alebo im v priebehu dňa pripomenie činnosť, ktoré by nemali zabudnúť vykonať.

Wakamaru môže pracovať aj ako bezpečnostný robot, keď sa pohybuje po miestnostiach bytu a rozoznáva mimoriadne situácie. Príkladom môže byť nečakaný pohyb v čase, keď by sa nemal v byte nikto nachádzať. Robot dokáže o takejto situácii informovať majiteľa odoslaním preddefinovaného e-mailu na konkrétnu e-mailovú adresu.

Majiteľ Wakamaru má možnosť napojiť sa prostredníctvom mobilného telefónu alebo počítača pripojeného na internet na robota. Takto sa môže prezrieť interiérom bytu a započúvať sa do jeho zvukovej kulisy.

Robot by sa mal vedieť postarať aj o chorých a starších ľudí. Mal by ich monitorovať tak, že si všimne nezvyčajné situácie, ako je napríklad dlhá absencia konverzácie v čase, keď to nie je obvyklé, alebo nehybnosť človeka ležiaceho na podlahe a podobne.

Komunikácia

Wakamaru rozpráva príjemným, realisticky pôsobiacim ženským hlasom a disponuje slovnou zásobou 10 000 slovíčok. Pri rozhovore s človekom sa pozerá priamo do tváre. Dokáže rozpoznať meno, ktoré mu dal jeho majiteľ. Po oslovení sa otočí smerom k človeku a vďaka schopnosti rozoznávať tváre dokáže ľudí oslovovať ich menami. Do svojej konverzácie vsúva aj gestá. V konverzácii využíva informácie získané z denného života rodiny, ako i z internetu, na ktorý je permanentne pripojený.

Správanie

Robot sa správa autonómne, riadia sa aktuálnym časom, pričom vykonáva úlohy, ktoré mu boli naprogramované v časovom pláne. Okrem toho sleduje okolitý život v rodine a prispôbuje svoje činnosti životným návykom ľudí, s ktorými prichádzajú do styku.



Obr. 7. Wakamaru

Rozoznávanie tvárí

Wakamaru dokáže rozoznať desať tvarí ľudí, pričom možno označiť dvoch z nich ako vlastníkov robota. Rozoznávanie tváre prebieha vo viacerých krokoch. Prvým z nich je extrakcia tej časti obrazu, v ktorej sa podľa predpokladov nachádza tvár človeka. Druhým krokom je identifikácia detailov tváre a v poslednom kroku ich porovnáva s databázou, ktorou disponuje. Prostredníctvom tejto schopnosti rozozná prichádzajúcich ľudí do bytu a v prípade nerozoznania tváre môže poslať túto informáciu majiteľovi.

Pohyb a navigácia

Robot má výšku 1 m a v najširšej, spodnej časti má priemer 45 cm. Jeho hmotnosť je 30 kg. Nemá spodné končatiny, pohybuje sa na podvozku maximálnou rýchlosťou 1 km/hod. Vyžaduje, aby nerovnosti podlahy neboli väčšie ako 1 cm.

Wakamaru sa pohybuje po byte pomocou preddefinovanej mapy prostredia, pričom využíva technológiu počítačového videnia. Pohľadom kamery na strop miestnosti, ktorý síce dáva relatívne málo, zato minimálne sa meniacich informácií, dokáže rozoznávať miestnosť, v ktorej sa nachádza, a približne určovať svoju polohu.

Pri pohybe dokáže rozoznať prekážky a merať vzdialenosti objektov aj pomocou infračervených a ultrazvukových senzorov. Prekážkam sa vyhýba a disponuje možnosťou predikcie kolízie. Robot disponuje stupňami voľnosti, tri pripadajú na jeho krk, štyri na každá z horných končatín a po jednom na kolesá podvozku. Hnacím mechanizmom sú DC servomotory.

Ruka robota je naznačená, preto nedokáže uchopiť predmety. V oblasti kĺbov v horných končatín má zabudované tlakové senzory, zabraňujúce priškripeniu prstov užívateľa. Pomocou sledovania torzného momentu je zabezpečená detekcia kolízií horných končatín s prostredím.

Napájanie

Zdrojom energie je interný akumulátor, na jedno napájanie dokáže robot pracovať zhruba dve hodiny. Wakamaru sa dobíja autonómne, pričom pri bežnej prevádzke kontroluje nabitie svojich akumulátorov a nechá si v nich vždy dostatočnú zásobu energie, aby stihol nájsť nabíjačku a pripojiť sa k nej. I počas nabíjania pracuje, dokáže komunikovať s prostredím a je pripojená k internetu.

V noci, keď členovia domácnosti spia, by sa mal zdržiavať blízko svojej nabíjacej stanice a byť pripravený pre prípad, že by s ním niektorý člen rodiny chcel komunikovať.

Cena a dostupnosť

Wakamaru sa stal komerčne dostupným v septembri roku 2005. Bol ponúknutý na trh, zatiaľ však iba v oblasti centrálného Tokia. Mitsubischi Heavy Industries pripravuje na trh sto robotov, ich cena bola stanovená 14 000 USD, čo je v prepočte zhruba 450 000 SK. Okrem nadobúdacej ceny však bude používateľ zaťažený ešte udržiavacím poriadkom približne 90 USD mesačne.

Po tejto úvodnej sérii predaných robotov bude Mitsubischi sledovať ohlas zákazníkov a podľa neho sa rozhodne, ako rozšíri svoju ponuku v roku 2006.

2.2 Enon

Na vývoji robota spolupracovali firmy Fujitsu Laboratories a Fujitsu Frontech. Po prvý krát bol predstavený v polovici septembra 2005 na 23. výročnej konferencii Robotics Society of Japan. Oproti predošlým prototypom je menší, ľahší a implementovaných viac bezpečnostných prvkov, ako aj lepšie schopnosti týkajúce sa uchopovania predmetov.

Enon je skonštruovaný pre vykonávanie viacerých úloh. Môže poslúžiť ako informátor v budovách. Návštevníkom môže poskytovať odpovede na otázky týkajúce sa prítomnosti konkrétnych ľudí v budove, môže im vysvetľovať cestu do kancelárie, kde môže vyriešiť svoj problém.

Úlohy

Enon môže ľudí sprevádzať po budovách, pričom im môže súčasne ľudským hlasom sprostredkovať informácie. Túto schopnosť dokážu využiť napríklad múzeá, ale aj iné inštitúcie.

Ďalej môže byť využívaný ako mobilný terminál. Okrem hlasovej komunikácie disponuje 10,5'' dotykovým LCD displejom a voliteľným bezdrôtovým pripojením na lokálnu počítačovú sieť. Dokáže sprostredkovať grafické informácie a užívateľ môže do informačného systému firmu zadávať údaje.

Schopnosti robota môžu využiť obchody, kde na základe požiadavky kupujúceho dokáže lokalizovať tovar a kupujúceho k nemu zaviesť, prípadne poskytnúť informácie o tovare.

Ďalšou funkciou robota je transportovanie predmetov. Na tento účel má zabudovaný úložný priestor vo svojom torze s rozmermi 270 mm x 320 mm x 280mm. Jeho celková hmotnosť je 10 kg. Do každej z horných končatín môže vziať predmet s hmotnosťou maximálne 0,5 kg.

Robotovi možno prikázať, aby zobral predmet z presne špecifikovaného miesta a preniesol ho na iné miesto. Využiť pritom možno jeho hlasové komunikačné schopnosti, dotykový display, prípadne mu možno úlohu uložiť na diaľku pomocou jeho sieťového pripojenia.

Enon je schopný pracovať ako strážny robot. Na základe predprogramovanej trasy a časového rozvrhu sa dokáže pohybovať po budove a rozoznávať neobvyklé situácie. Obraz a zvuk prenáša zo vzdialeného kontrolného centra, odkiaľ môže byť ďiaľkovo riadený. Operátori tak získajú možnosť zamerať pozornosť robota na konkrétne detaily.



Obr. 8. Enon

Navigácia a pohyb

Robot využíva predprogramovanú mapu budovy, v ktorej sa pohybuje. Pomocou sústavy kamier sníma svoje okolie a určuje svoju polohu. Netreba po budove rozmiestniť nijaké vysielacie ani orientačné značky, pomáhajúce robotovi pri jeho lokalizácii. Senzory mu umožňujú detekovať v prostredí ľudí a prekážky. Enon dokáže vyvíjať vyhábacie manévry. Disponuje 18 stupňami voľnosti. Dva pripadajú na jeho hlavu, po piatich na každú z horných končatín, po jednom na každú ruku, na každé z kolies podvozka robota pripadajú dva stupne voľnosti. Rýchlosť pohybu je maximálne 3 km/hod. Robot vyžaduje bezbariérové prostredie.

Komunikácia

Robot sa pri komunikovaní s klientom otočí smerom k nemu, to znamená, že jeho hlava je otočená dozadu, kde má dotykový displej. Pri relokácii dozadu, má hlavu otočenú do dopredu, kde má úložný priestor na predmety. I počas presúvania môže robot komunikovať s človekom idúcim za ním pomocou displeja.

Enon má diódy v oblasti očí, úst a v zadnej časti hlavy. Predné diódy umožňujú rozšíriť jeho hlasovú komunikáciu o tvárové prejavy, diódy v zadnej časti hlavy signalizujú jeho operačný stav používateľom stojacim za ním.

Senzory

Enon disponuje šiestimi kamerami, tromi ultrazvukovými senzormi a tromi infračervenými senzormi. Má štvoricu mikrofónov, zvuk vydáva pomocou dvoch reproduktorov. Robot má rozmery 130 x 56 x 56 cm, hmotnosť 50kg.

Cena a dostupnosť

Cena robota bola stanovená na 54 000 USD, v prepočte zhruba 1,7 mil. SK. Táto suma zahŕňa iba náklady na zakúpenie hardvéru, softvér je platený osobitne. Firma predpokladá, že dodá na trh, ktorý je zatiaľ obmedzený iba na Japonsko, 20 až 30 kusov týchto robotov.

Podobne ako spoločnosť Mistubishi aj Fujitsu bude po iniciálnom uvedení robotov na trh skúmať ich interakciu s ľuďmi a posúdi ďalší trhový potenciál tohto produktu. Firma plánuje masovú výrobu robotov Enon, čoho dôsledkom by mala byť znížená cena na 18 000 USD.

2.3 ASIMO

Budovanie ASIMA bola výzva pre inžinierov z firmy Honda. Tento robot bol vytváraný viac ako 18 rokov. Vďaka vytrvalému študijnému výskumu a skúšok, sa podarilo odborníkom dosiahnuť sen tvorby pokrokového ľudského robota.

Reprezentuje roky výskumu v mnohých vedeckých oblastiach ako napríklad v matematike, fyzike – štúdia pohybu, a v anatómii – štúdium ľudského tela.



Obr. 9. ASIMO

Konstrukčný tím Hondy vybavil ASIMA pohybovým aparátom 26 stupňami voľnosti, ktoré mu umožňujú imitovať ľudskú činnosť a reagovať tak na podnety pohybom v rôznych smeroch. Systém kĺbov je rozložený analogicky ako u človeka, v krčnej, ramennej a bedernej oblasti a na končatinách. Je vyrobený z ľahkého a húževnatého materiálu - zliatin magnézia. Počítačové riadiace a vyhodnocovacie systémy sú umiestnené vo vaku na jeho chrbte. 26 servomotorov umiestnených v kĺboch, ktorých činnosť je riadená pomocou senzorického systému vnútornej spätnej väzby mu umožňujú kráčať a s ľahkosťou sa pohybovať po schodoch, po prípade aj po inom členitom teréne. Analyzátor reči mu umožňuje rozpoznávať príkazy a expertný systém umožňuje analyzovať situáciu.

Základné údaje

ASIMO (Advanced Step in Innovative Mobility) bol po prvý krát predstavený verejnosti v novembri roku 2000. Vďaka použitiu moderných konštrukčných technológií a materiálov je ASIMO úspešný nástupca generácie ťažkých robotov. Jeho výška je 120cm a váži 52kg. Dokáže chodiť rýchlosťou až 1.6km/h a je schopný chodiť i po schodoch. V rukách dokáže nosiť menšie predmety o hmotnosti až 2kg. Energiu mu dodáva 38.4V/10AH NiMH batérie, s ktorou vydrží 30 minút. Jeho výška mu dovoľuje bežnú interakciu s okolitým prostredím. Vďaka svojim 120cm dosiahne napríklad na vypínač, na kľuku dverí či na

klávesnicu na doske stola. V senzorickej výbave robota sú dve kamery umožňujúce priestorové videnie a tým aj priestorovú analýzu scény. Ďalšia senzorickej výbava pozostávajúca z akcelerometru a gyroskopu mu umožňujú zvládať náročnejšie konfigurácie pohybov.

Základné vlastnosti

a) Možnosti komunikácie s okolím sú založené na možnosti

- rozpoznávanie pohybujúcich sa objektov
- rozpoznanie polohy
- analýzu scény
- analýzu zvuku
- rozpoznávanie tváre

b) *Robot používa multimediálnu komunikáciu za účelom*

- integrácie s užívateľským sieťovým systémom
- prepojitelnosť s internetom

Prístup k týmto informáciám cez Internet, umožňuje ASIMOVÍ poskytovať informácie o počasí, prípadne odpovedať ľuďom na iné aktuálne otázky.

c) *Rozpoznávanie pohybujúcich sa objektov*

Počítačové stereovidenie umožňuje detekovať pohyby objektov, odhadnúť ich vzdialenosť a smer pohybu.

ASIMO špeciálne ovláda:

- analyzovať pohyb ľudí pred jeho kamerovým systémom
- sledovať pohyb človeka
- reagovať pozdravom na približujúceho sa človeka
- rozoznávať tváre ľudí a umožniť vstup tým osobám, ktoré boli registrované, osloviť známu tvár menom, komunikovať s nimi a sprevádzať ich

Rozlišovanie polohy a gesta

Na základe analýzy vizuálnych informácií, dokáže tento humanoidný robot interpretovať pozíciu a pohyb ruky, rozpoznať jej polohu. Dokáže analyzovať gesta tváre a identifikovať

pozíciu ruky a potriasť rukou, ak je toto gesto ponúknuté. Dokáže reagovať na hlasový príkaz, ako aj na prítomnosť človeka.



Obr. 10. Pohyb na ukazovanú polohu



Obr. 11. Rozpoznanie pohyb ruky, tak ako i na zvlhnie ruky

Rozpoznávanie okolia

ASIMO dokáže rozpoznať svoje okolie, odhadnúť pozíciu prekážok a predísť kolízií

- vyhnúť sa pohybujúcim sa ľuďom a objektom, ktoré sa neočakávane objavajú v ceste
- rozpoznať nehybné objekty a plánovať trajektóriu medzi nimi

Rozlišovanie zvukov

Riadiaci systém umožňuje analyzovať a rozpoznať akustické signály (hlas a zvuky).

- Eviduje, ak ho niekto osloví a otočí sa tvárou k zdroju zvuku
- Pozrie do tváre osobe, ktorá s ním komunikuje a reaguje
- Reaguje na nepredvídané a neočakávané predmety, ako napríklad padajúce objekty, neobvyklé zvuky, ako napríklad rachot pri zrážke a na tváre ľudí v smere jeho pohybu

Rozpoznanie tváre

- ASIMO rozpoznáva tváre aj pohybujúcich sa ľudí.
- rozpozná približne 10 rôznych tvári
- rozpozná tváre ľudí, ktorých obraz alebo parametre boli uložené do pamäte a dokáže s nimi komunikovať a sprevádzať ich



Obr. 12. Rozpoznávanie registrovaných tvárí

Predstavené modely ukazujú, že vývoj sa bude v iniciálnej fáze a pravdepodobne aj dlho po nej uberať cestou kolesového podvozka, nie kráčajúceho mechanizmu. Podvozok má viacero výhod. Konštrukcia robota je oveľa jednoduchšia, a teda aj lacnejšia. Ďalšou výhodou je nižšia energetická náročnosť pohybu na podvozku, roboty musia totiž šetriť energiou, pracovná doba 2 hodiny na jedno nabitie nie je práve najdlhšia, nevyhnutná prestávka na nabíjanie používateľov tiež nepoteší. Jednou z najdôležitejších výhod podvozka je bezpečnosť. Stabilita robota na podvozku je vo všeobecnosti a najmä pri kolíziách podstatne vyššia. Zabráni sa tak pádom robota, ktorý by mohol používateľom spôsobiť zranenia, poškodiť nábytok a zariadenie bytu.

Podobne ako v prípade prvých automobilov, lietadiel alebo zvukových reprodukčných sústav nemožno očakávať absolútnu dokonalosť, práve naopak. Tieto roboty sú určené nadšencom, ochotným odpustiť nejaký ten nedostatok. Pre humanoidné roboty sa v súčasnosti začína tvrdý zápas o potvrdenie opodstatnenosti ich existencie v kombinácii s neustálym zlepšovaním ich parametrov tak, aby sa stali skutočne užitočnými pomocníkmi v domácnostiach, kanceláriách alebo obchodných priestoroch.

Wakamaru predstavuje riešenie pre domácnosť, Enon je orientovaný viac na korporátnu klientelu. Robot spoločnosti Honda ASIMO sa v súčasnosti pokladá za najvyvinutejšieho humanoidného robota, ktorý sa súčasne pohybuje pomocou dvoch dolných končatín.

Roboty Wakamaru a Enon ukazujú aj to, že hardvér robota je k dispozícii i keď je samozrejme stále čo zdokonaľovať, najmä v súvislosti s uchopovaním a manipuláciou s predmetmi.

V blízkej budúcnosti sa očakávajú evolučné zmeny ako revolučné zlepšovania, s výnimkou budúceho prechodu od podvozka k pohybu s využitím dolných končatín, prípadne ďalších zmien ako je využitie umelej pokožky robota. Oveľa dôležitejší je však softvér a najmä umelá inteligencia robota. Práve tu je ešte stále veľký potenciál na ďalšie zlepšovanie. Nová éra robotiky sa začala, hoci zatiaľ iba v Japonsku, ktoré k robotike inklinuje najviac.

3 VOJENSKÁ ROBOTIKA

Samostatnou kategóriou robotov sú roboty vojenské. Jedná sa zväčša o precízne stroje určené na plnenie rôznych zložitých misií. Vďaka vojenskému priemyslu sa do civilnej sféry dostalo mnoho noviniek, materiálov a zariadení. Nie je tomu inak ani v oblasti robotiky. Viaceré armády sveta dlhé roky vyvíjali a ešte i vyvíjajú rôzne robotické systémy. Vďaka veľkému prísunu finančných prostriedkov pre armádu, je armádny výskum v mnohom popredu oproti výskumu civilnému. Niektoré technológie použité v týchto zariadeniach sa ujali aj v iných oblastiach (nielen robotiky) ešte pred nasadením samotných zariadení.

Mnohé vojenské roboty sú väčšinou len v štádiu experimentálnom a väčšina z nich pravdepodobne nebude nikdy skutočne nasadená, ale vďaka moderným vojenským konfliktom sa už niektoré osvedčili i v boji. V súčasnosti existuje niekoľko typov vojenských robotov.

3.1 Roboty bez zbraňového systému

3.1.1 Packboat

Do kategórie robotických prieskumníkov možno zaradiť robot PackBoat. Spolu s agentúrou DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) ho vyvíja spoločnosť iRobot. Vzdialene pripomína tank bez veže a s dvoma prídavnými pásmi vpredu. Vďaka nim sa dokáže pohybovať po schodoch, vyhrabať sa zo zložitého terénu a otočiť sa do správnej polohy, ak sa prevrhne. Môže pracovať aj pod vodou, a to až do hĺbky troch metrov. Je ovládaný na diaľku operátorom, ktorému posiela informácie o prostredí, v ktorom sa nachádza. Operátor vidí a počuje to, čo robot. Kameru má uloženú na výsuvnom ramene, takže môže vidieť aj za roh. Robot však dokáže oveľa viac. Robí priamo na mieste chemické rozbory, aby zistil, či v okolí nie sú bojové plyny. Znižuje tak riziko, ktoré by inak hrozilo prieskumníkom pri pohybe na nepriateľskom území.

Ak robot nie je v prevádzke, vďaka jeho malým rozmerom a hmotnosti ho môže na chrbte niesť vojak. Cena robota bola stanovená na 45 000 USD.

Určitým problémom je, že rôzne misie si vyžadujú rôzne veľkosti robotov – od 20 kg modelu až po model s hmotnosťou 1,5 kg, ktorý by bolo možné napríklad prehodiť cez zátarasu alebo oknom vhodiť do miestnosti. Robot by sa mal následne zorientovať, dostať sa do správnej polohy a začať zbierať informácie.

3.1.2 Aghan explorer

Podobné úlohy ako prieskumníci plnia aj vojnoví spravodajcovia. V snahe priniesť čo najzaujímavejšie informácie priamo z miest bojov často riskujú svoj život a neraz oň prídu. Toto riziko možno eliminovať nasadením robotov.

Robotického vojnového spravodajcu vyvíja MIT (Massachusetts Institute of Technology) v USA. Pod názvom Afghan Explorer tu vzniklo vozidlo dlhé niekoľko desiatok centimetrov, ktoré je schopné prenášať zvuk a video z miesta, kde sa nachádza, do riadiacej centrály. Ovládanie robota aj prenos informácií sa deje prostredníctvom družíc a robota je možné ovládať z jediného miesta po celom svete.

Ako už názov napovedá, prvýkrát bol nasadený v Afganistane. Cieľom tvorcov je prejsť robotom naprieč celou krajinou a natáčať pritom spravodajstvo, čím chcú otestovať funkčnosť a perspektívnosť takéhoto zariadenia. Afghan Explorer nedisponuje podobne ako PackBot svojou vlastnou inteligenciou a nerozhoduje sa autonómne.

3.1.3 Fetch II

Na svete je obrovské množstvo mín, ktoré sú artefaktmi vojnových konfliktov. Zamínované sú rozľahlé územia, obývané civilným obyvateľstvom. Každoročne tisícky osôb prichádzajú o život alebo sú zmrzačené pri náhodných výbuchoch, ale aj pri cieleňom odmíňovaní. Pomôcť znížiť riziko, urýchliť odmíňovanie a zautomatizovať túto činnosť možno použitím robotov. V roku 1996 bol vyvinutý na odmíňovanie robot pod názvom Fetch. V súčasnosti existuje jeho druhá verzia Fetch II. Roboty sú konštruované tak, aby napriek svojej sofistikovanosti boli zhotoviteľné ľahko a s čo najnižšími nákladmi. Zaujímavosťou je, že pracujú v skupinkách po štyroch. Skupina robotov je ovládaná diaľkovo operátorom. Ten vymedzuje územie, na ktorom operujú, a sleduje priebeh

odmínovania. Samotný proces je však absolútne automatizovaný. Zariadenia si samy vyberajú trasy, po ktorých sa pohybujú, pričom svoje trajektórie zakresľujú do elektronickej mapy, ktorú vidia všetky roboty aj operátor. Cieľom je optimalizovať činnosť tak, aby prešli čo najkratšiu trasu, ale skontrolovali celé územie a neduplikovali navzájom svoju prácu.

3.1.4 Ariel

Ariel je úplne autonómny robot, ktorý pripomína kraba. Má šesť nôh, na ktorých sa pohybuje. Vďaka takejto konštrukcii je schopný prejsť aj po veľmi komplikovanom teréne miesta, kde by sa kolesové alebo pásové vozidlá nedokázali dostať. Jeho hlavnou funkciou je vyhľadávanie mín na súši a najmä v mori a ich zneškodnenie.

Stratégia skupín robotov, ktoré majú navzájom spolupracovať, je vyhľadať míny, uložiť ich na najvhodnejšie miesto, ktoré starostlivo vybrali vopred, utiahnuť sa do bezpečia a nechať míny vybuchnúť.

Robot je konštruovaný tak, aby bolo jedno, či pracuje v normálnej polohe alebo otočený „hore nohami“. Každá jeho noha má dve stupne voľnosti. Prenášať môže míny s maximálnou hmotnosťou 6 kg a operovať môže až do hĺbky 8 m.

Roboty Ariel a PackBoat sú na ilustráciu uvedené v prílohe, Obr.13 a Obr. 12.

3.1.5 Antiteroristické roboty

Súčasný stav pretrvávania lokálnych vojnových konfliktov vo svojom dôsledku vedie k presadzovaniu ideologických doktrín, ktoré sú neprijateľné pre demokratický svet. Presadzovanie ideologických doktrín za ktorými spravidla stoja finančné skupiny, ktoré majú snahu zasiahnuť do globálnej ekonomiky vedie k medzinárodnému terorizmu. Prejavy teroristických útokov aj keď zatiaľ nedosiahli stupňa globálneho ohrozenia spôsobujú neustále značné straty na ľudských životoch. Snaha predísť zbytočným stratám na ľudských životoch ovplyvnila aj rozvoj robotiky a to v oblasti vývoja antiteroristických robotov, ktoré sú schopné identifikovať obsahy nebezpečných batožín, poprípade nástražných systémov. Takéto roboty sú spravidla prevedené ako mobilné a sú vybavené

špičkovými technológiami na rozhraní človek – stroj. Obsahujú spravidla priestorové ručné ovládače pre šesť stupňov voľnosti, inteligentné chápadlá, či antropomórfne ruky vybavené aj rozhraním pre silovo-momentovú spätnú väzbu (hapticinterface), ktorá umožňuje citlivé narábanie s nástražnými systémami. Postup pri nasadení takéhoto antiteroristického robota je následný. Ako prvý krok je prevedená analýza podozrivého predmetu pomocou röntgenového prístroja s prenosom obrazu k operátorovi do bezpečnej vzdialenosti. Pri pozitívnom náleze diaľkovo ovládaná ruka robota prevedie navrtanie obalu predmetu v miestach, kde sa nachádza detonátor. Následné prerušenie aktivačných prírodných káblov by malo zamedziť odpáleniu nálože. Poslaním antiteroristických robotov je eliminovať nebezpečenstvo plynúce z bezprostredného kontaktu pyrotechnika s podozrivými predmetmi.

3.1.6 Bezpilotné letecké zariadenie

V americkom vojenskom tréningovom centre Fort Benning v marci 2006 predstavili bezpilotné letecké zariadenie s kolmým štartom (UAS). Do zariadenia bol predtým integrovaný systém snímačov WolfPack. Bepilotné zariadenie dokáže lietať viac ako hodinu a prepraviť na miesto určenia bezobslužné snímače. Ich úlohou je získavanie elektronických spravodajských informácií známe pod názvom WolfPack - Vlčia svorka. Bepilotné zariadenie prenieslo systém snímačov po 1,1 kilometrovej trase. Štart a návrat sa uskutočnili v rozdielnych lokalitách, čím sa zvýraznili schopnosti zariadenia pri reálnom nasadení. Počas letu dosiahlo zariadenie rýchlosť vyše tridsať uzlov, teda takmer 60 km/h. Pristálo automaticky s toleranciou jedného metra od miesta určenia. Let sledovali odborníci z prenosnej pozemnej riadiacej stanice. Po pristátí systém WolfPack úspešne rozpoznal prítomnosť simulovaného radarového ohrozenia. Skúška odhalenia cudzieho vysieláča prebehla automaticky. Táto ukážka dokazuje, že bezobslužné snímače môžu nielen autonómne pracovať, ale sú schopné aj samonasadenia, samopremiestnenia a podľa potreby aj samonávratu.

WolfPack je systém bezobslužných snímačov, ktoré slúžia na odhalenie a narušenie rádiovkej komunikácie nepriateľa, kým vlastná vojenská a komerčná komunikácia, ako aj radary zostanú nenarušené. Využitie bezpilotného zariadenia je jedným zo smerov, ktorým

sa uberá výskum pri nasadení snímačov WolfPack v mestskom prostredí alebo na vzdialenom bojisku. Mobilita systému, ktorú zabezpečuje bezpilotné zariadenie, výrazne zvyšuje využiteľnosť snímačov WolfPack. Sústava snímačov a UAS ako celok predstavujú dôležitý pokrok pre podporu potrieb vojakov v teréne a prispievajú k ochrane ľudských životov.

Zariadenie UAS pochádza z dielne spoločnosti Britskej zbrojárskej spoločnosti BAE Systems.

Ako je možné vidieť u predchádzajúcich robotov, ani jeden z nich nemá zbraň a nie je určený na priamy boj. Otázne však je, či by nasadenie vojenských robotov ako zbraňových systémov bolo normálne. Roboty napríklad nie sú konštruované tak, aby boli schopné brať zajatcov. Pred samotným zahájením srel'by by mali vyzvať človeka k zloženiu zbraní, a po neuposlušnutí by nasledoval druhý krok, upozornenie na zahájenie paľby. Roboty by nemali byť naprogramované k zabíjaniu skôr k zneškodňovaniu páchatel'a. Aby bolo nasadenie vojenských robotov v súlade so Ženevskými konvenciami, bolo by potrebné pomocou obrazovej, či zvukovej analýzy robota týmto smerom naprogramovať. Porušený bude aj jeden zo zákonov robotiky, ktorými sa mali roboty riadiť od čias, keď sa začalo používať slovo robot. Zákony robotiky totiž hovoria práve o tom, že robot by nemal ublížiť človeku a mal by zabrániť všetkému, čo by k tomu viedlo.

Ak problém ozbrojených robotov generalizujeme, môžeme si vo všeobecnosti položiť otázku, či môžeme dať robotom do rúk zbrane. Nemusí to byť iba v prípade vojny, roboty môžu zohrať úlohu aj ako policajti, členovia strážnej služby a podobne.

Za túto myšlienku hovorí napríklad údaj, že až polovica tých, ktorí boli postrelení pri zatýkaní v USA, v skutočnosti nebola agresívna. Policajti si pomýlili predmety v ich rukách so zbraňami alebo si nesprávne vysvetlili ich správanie. Policajti si, samozrejme, chránia vlastný život, a preto vystrelia. Toto sa robotom nemôže stať, pretože nemajú pud sebazáchovy. Nie sú nútené strieľať ako prvé a majú viac času vyhodnotiť pomocou obrazovej a zvukovej informácie danú situáciu. Na druhej strane ešte ani zďaleka nie sú neomylné a riziko omylov zlyhania bude ešte aj v budúcnosti veľké. To je aj jedným z dôvodov, prečo roboty v širšom meradle nedostanú do rúk zbrane ani v blízkej, ani vo vzdialenej budúcnosti.

3.2 Roboty so zbraňovým systémom

3.2.1 Roboty strážiace hranice

Systémy založené na súčinnosti viacerých robotov testuje napríklad Južná Kórea, ktorá nimi plánuje v blízkej budúcnosti nahradiť vojenské oddiely strážiace hranicu so Severnou Kóreou. Južná Kórea do vývoja robotov, ktoré svojou činnosťou pokryjú asi 225 kilometrov dlhú demilitarizovanú zónu, investovala cez 1,9 miliardy dolárov (asi 47,5 miliardy korún).

Robotické zariadenia budú zatiaľ hranicu sledovať, predstavitelia Južnej Kórei nevyklučujú ich neskoršie vybavenie strelnými zbraňami.

Nielen Južná Kórea pripravuje nasadenie automatických bojovníkov. Americká armáda vyvíjajúca systém FCS (Future Combat System), ktorý zahrňuje pozemné i vzdušné robotické jednotky, ktoré sú už schopné spolu navzájom komunikovať. Prvé stroje FCS sa majú objaviť už v roku 2008, o dva roky neskôr by mali byť schopné samočinnej operácie.

Americkej armáde by nasadenie FCS technológie mohlo ušetriť významnú časť finančných prostriedkov, pretože bude možné razantne znížiť počty nasadených živých vojakov.

3.2.2 Robot strážiaci vojenskú základňu

V USA sa snažia vyvíjať robotické vozidlá bez ľudskej posádky, ktoré by mali byť nasadené v armáde. Podiel takýchto automobilov na ich celkovom počte by mal v budúcnosti dosiahnuť až 50%. Spoločnosť DARPA (Výskumný inštitút pokrokových obranných projektov) vyvinula robota, ktorého úlohou je strážiť vojenskú základňu Tyndall Air Force Base. Poloautonómne vozidlo vo veľkosti terénneho automobilu má názov Mobile Detection and Response System (MDARS) a jeho cena sa pohybuje od 200 000 do

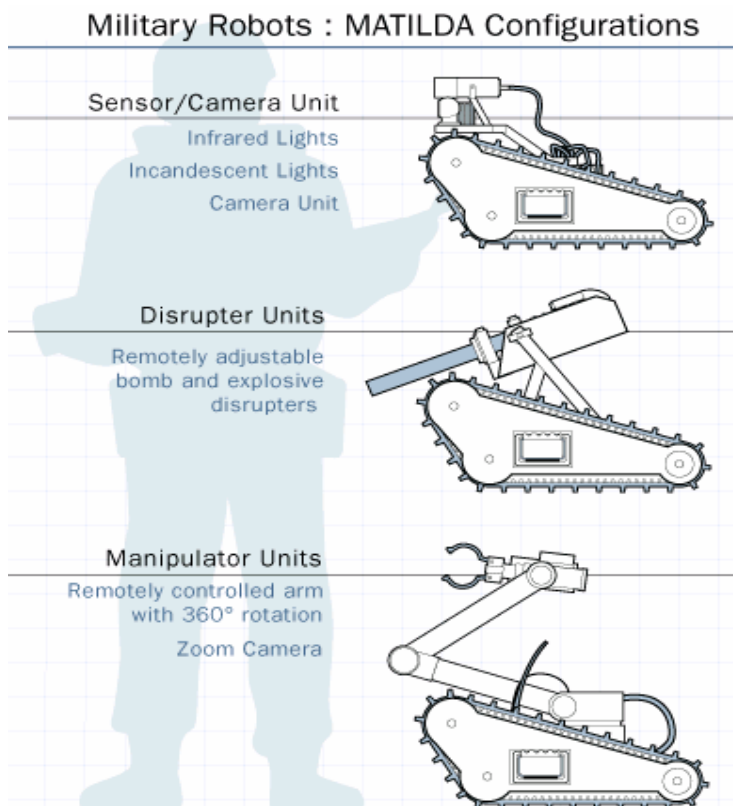
500 000 US\$. Uvedený systém má za úlohu overiť schopnosti vozidla týkajúce sa detekcie a eliminácie potenciálnych nepriateľov, ktorí by prenikli na základňu. Na detekovanie ľudí, vozidiel a iných objektov môže využiť radar, kamery a infračervené senzory.



Obr. 15. Poloautonómny robot MDARS

Vozidlo nesie aj menší robot s pásovým pohonom, nazvaný Matilda, ktorého úlohou je prehľadávať priestory pod automobilmi, interiéry budov a podobne. Medzi rôzne typy zbraňových systémov využiteľných v boji patrí puška M-16 a spreje slúžiace na spacificovanie útočníka. Robot môže byť naprogramovateľný na stráženie určitého územia. Samostatne rozhoduje pomocou systému detekcie pohybu o tom, či sa v jeho okolí deje niečo podozrivé. Ak áno, informuje o tom riadiace stredisko, odkiaľ môže byť následne prevedená inšpekcia pomocou diaľkovo ovládaných kamerových systémov. Vozidlo by v žiadnom prípade nemalo mať právomoc autonómne používať zbrane. Má namontované aj reproduktory a mikrofóny, aby bolo možné s ľuďmi, ktorí neoprávnene prenikne do stráženej oblasti, komunikovať. Pripravené sú aj frázy pre rôzne situácie a jednoduchý systém ich výberu vo viacerých jazykoch.

Verziu Scout, ktorá je veľmi podobná MDARS, možno využiť aj ako klasické vozidlo s posádkou a vodičom, v jej výbave je iný mini robot nazývaný Packbot, slúžiaci ako prieskumník terénu. V roku 2005 bolo dodaných 150 kusov tohto typu robota do Iraku. Jeho úlohou je vyhľadávať a deaktivovať nástražné výbušné systémy. Podľa výrobcu o robot prejavili záujem aj iné kruhy ako vojenské.



Obr. 16. Tri možné konfigurácie robota MATILDA

3.2.3 Protiraketové dáždniky

Prvá fáza vývoja protiraketových dáždnikov, ktoré spadajú do systémov protivzdušnej obrany bola naštartovaná už počas 2. svetovej vojny, kedy sa začali využívať optické zameriavače na zachytenie a sledovanie dráhy letu lietadiel. Opticky zameriavací systém obsluhovaný vycvičeným zameriavačom pomocou triangulačného princípu zameral vzdialenosť lietadla a prepočítali je na časovanie. Parametre dráhy lietadla odmer, námer a časovanie boli spracúvané pomocou elektromechanických analógových počítačov. Tieto parametre boli prenášané pomocou selsynov k protilietadlovej batérii za účelom zostrelenia lietadla. S narastajúcou rýchlosťou lietadiel (napríklad tryskový stíhací bombardér Messerschmidt začiatkom 1945) už ľudský operátor nebol schopný zameriavať rýchlo sa pohybujúce ciele. To viedlo k vývoju prvého osobného počítača Eniac na University of Pensilvania vo Philadelphii, kde je dodnes múzeum tohto prvého elektronického počítača, ktorého činnosť bola založená na dvojitych triódach. Ďalší vývoj sledoval pokroky vo vývoji počítačových systémov, u ktorých je samozrejmosťou rozpoznávanie typu lietadla

pomocou obrazovej informácie a expertný systém, ktorý vyhodnocuje stupeň ohrozenia s možnosťou zásahu bezprostredne či na základe dialógu s operátorom. Ako vyzeralo použitie takého robotického palebného systému inštalovaného na americkom krížniku s vyradením dialógu s operátorom pri bojovej akcii v Perzskom zálive pri oslobodzovaní Kuvajtu je všeobecne známe. Obrazový rozpoznávací systém zlyhal, veľkokapacitné dopravné lietadlo bolo vyhodnotené ako vojenský bombardér a nasledovne zostrelené. Zahynulo viac ako 300 ľudí.

Súčasnosti najnovšími systémami protivzdušnej obrany sú tzv. protiraketové dáždniky. Jedná sa o radarové systémy, kombinované s raketovými a družicovými palebnými systémami, ktorých úlohou je ničiť nepriateľské rakety ešte pred dopadom na zem. Medzi kandidátov na tieto základne sú Veľká Británia, Poľsko a Česko. Na vybudovanie základne, ktorá sa stane súčasťou amerického protiraketového dáždniku, vyčlenila vláda vo Washingtone viac ako 100 miliónov dolárov. V Európe pravdepodobne skončí nielen americké proti odpaľovacie zariadenie, ale i pozemné radary zostavy, ktorá je označovaná ako Národná protiraketová obrana (NMD – National Missiles Defense). S touto myšlienkou prišiel v 80. rokoch bývalý americký prezident Ronald Reagan. Základne protiraketovej obrany už stoja v Kalifornii a na Aljaške. Sú určené k zostreľovaniu rakiet zo Severnej Kórei. V Európe by mohol protiraketový dáždnik slúžiť proti raketám z Iránu. Tamajší islamský režim pracuje na vývoji rakiet a najskôr aj na atómovej bombe. Protiraketový dáždnik pracuje na princípe objavenia rakety, jej sledovanie a zneškodnenie.

Systém sa skladá zo:

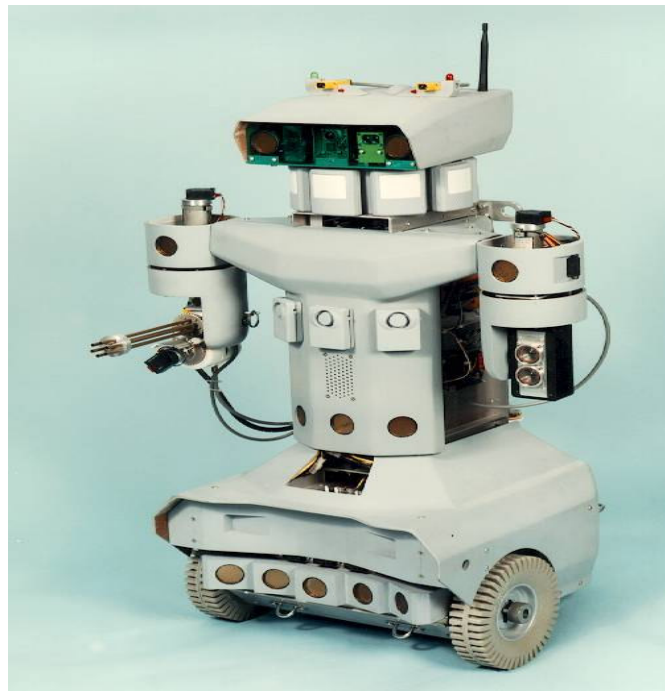
- 1) Satelitov s infračerveným navigačným systémom, vyhľadávajúci nepriateľskú raketu ešte za horizontom, ktorý predbežne určí parametre dráhy.
- 2) Radarov, ktoré dokážu včasne varovať. Podrobne zmerajú dráhu nepriateľskej rakety.
- 3) Pásmového radaru, ktorý spresní dráhu rakety pomocou elektromagnetických pulzov.
- 4) Kozmického lasera a satelitov umiestnených nad nepriateľským územím, ktorý slúžia k navedeniu strely na raketu
- 5) Pozemný lapač, strela štartujúca proti rakete z pozemnej základne.

- 6) Úderné hlavice EKV, ktoré pohybovou energiou ničia nepriateľskú strelu ešte pred jej dopadom, počas jej letu mimo atmosféru.
- 7) Zostava pre obranu územia, pojazdný pásový radar, riadiaci systém, odpaľovacie zariadenie a strela vybavená EKV.

3.2.4 Robart III

Robart zo série výskumu prototypov slúži americkému vojenskému námorníctvu v rozvoji systémových technológií na podporu ostrahy armádnych objektov - Mobile Detection Assessment Response System – MDARS. Bol vyvinutý odborníkmi firmy SPAWAR System Center v San Diegu.

Robart III je autonómny navigačný systém špecificky konfigurovaný na podporu operácií v nepreskúmaných vnútorných štruktúrach.



Obr. 17. Robart III

Robot je optimálne konfigurovaný na podporu výskumu a vývoja v laboratórnom prostredí. Špecifický výskum zahŕňa:

1. zdokonalenie ovládania robota na diaľku

2. *automatické zameranie a sledovanie cieľa*
3. *lokalizácia polohy a mapovanie oblasti*
4. *vývoj komunikačných jazykových prostriedkov*
5. *rozšírenie činnosti na báze nových fyzikálnych princípov*

add 1) zdokonalenie ovládania robota na diaľku

Doterajšie skúsenosti, s diaľkovo ovládaným robotickým systémom tohto typu odhalili značné nedostatky v komunikácii na rozhraní človek – stroj.

Ak vzdialený operátor pracujúci vo virtuálnej realite musí súčasne ovládať niekoľko rôznych pohybových konfigurácií (napr. jeden pre riadenie, iný pre kamerové snímanie a nakláňanie, tretí pre kontrolu a nastavenie zbraňových systémov), šance zásahu pohybujúceho sa cieľa znižujú.

Za týmto účelom je robot vybavený funkciou „stráženia pohybu“ (motion detection), pomocou on-line analýzy obrazovej informácie. Prístup zahŕňa tri regulovateľné elementy, riadenie konfigurácie polohy kamerových systémov, riadenie konfigurácie polohy palebných systémov, nastavenie parametrov munície.

add 2) automatické zameranie a sledovanie cieľa

Kamerový zameriavací systém je podporovaný kruhovým panoramatickým infračerveným snímačom. Zoomový (panoramatický približovací) systém panoramatického naklonenia (PTZ – pan-tilt-zoom) kamery s vysokou rozlišovacou schopnosťou upresňuje zameranie cieľa. Rušivé vplyvy (napr. nehybnosť), je pomocou protokolu PTZ integrovaný do dvojstupňového vyhľadávania. Znamená to, že obhľadový systém vykonáva predovšetkým široko-plošné skenovanie. Nasleduje konkrétne približovanie predmetov PTZ kamery, zameranie a identifikácia cieľa pomocou expertného systému, ktorý je schopný rozpoznať zadaný počet objektov, špecifikovať zraniteľné miesta súvisiace s príslušným cieľom. V prípade identifikácie človeka je aktivovaná nesmrtiaca zbraň za účelom pohybovej paralýzy cieľa.



Obr. 18. Robot je vybavený vizuálnou kamerou umiestnenou na hlave a tiež pasívnym infračerveným čidlom okolo krku a detektorom pohybu za lícnou doskou

Add 3) lokalizácia polohy a mapovanie oblasti

Kľúčovým systémom taktických mobilných robotov SPAWAR je identifikácia prostredia so záznamom reliéfu pomocou rozvinutej mapovacej techniky, ktorá efektívne spracováva výsledky laserového skenovania do hĺbkomernej mapy. Navigačný systém v ROBART III má adaptívny informačný register schopný vrátiť sa do oblasti predchádzajúceho skúmania za účelom upresnenia mapy oblasti. Táto mapovacia technika umožňuje vytvárať mapy s vysokou rozlišovacou schopnosťou s možnosťou on-line plánovania presnej trasy presunu tam i pre spätnú cestu aj za podpory družicových navigačných systémov.

Add 4) vývoj komunikačných jazykových prostriedkov

Vývojové laboratória SSC San Diego skúmajú komunikačné jazykové prostriedky prepojenia, ktoré umožňujú riadenie a upresňovanie operácii autonómnych robotov.

Například, ak robot vnikol do podzemného bunkru a jeho kamera ukazuje otvorený vchod v centre vzdialenej steny izby. Pomocou hierarchického komunikačného systému môže operátor konverzovať s nasledovným spôsobom: „Hľadaj vchod pred sebou.“ Robot by potom mohol analyzovať aktuálnu obrazovú scénu, hľadať preddeklarované výstupné hodnoty tak, aby identifikoval rám dverí a ich otvorenie. V dialógovom režime zobrazí hlavné námety so žiadosťou o schválenie výberu. Ak obrazový rozpoznávací systém robota je napojený na rovnaký vchod ako operátor, zostáva už len potvrdenie navrhutej akcie.

Ak z nejakého dôvodu robot vyberie nesprávne dvere alebo súbor scén, ktoré v skutočnosti vôbec neexistujú, operátor by mohol zareagovať rozdielne, napríklad pozeraj v ľavo. Systém rozpoznávania obrazovej informácie by sa potom sústredil na ďalší adekvátny súbor parametrov výstupu, ktoré pripomínajú vchod.

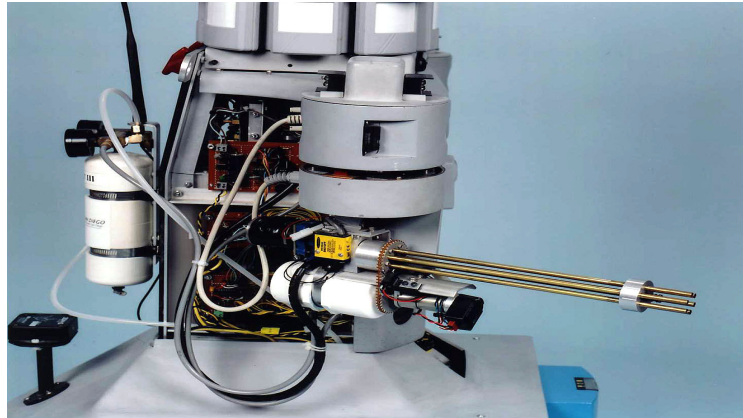
Stavba

Trojica 16-bitových spoločne pracujúcich počítačov dávajú Robartovi III rozšírené autonómne schopnosti:

- V trupe robota sú umiestnené počítačové systémy, umožňujúce zber a spracovanie informácií zo snímačov vonkajšej spätnej väzby, aktivujúce hlasový výstup, ovládanie hlavy sa senzorickými systémami a konfiguráciu pohybov nesmrtiacich zbraní (paralyzérov).
- Vision Computer (počítačové videnie), umiestnené v hlave, je zodpovedné za konverziu obrazovej informácie od rôznych kamier do dialógového režimu s operátorom.
- Lokomočný počítačový systém, uložený v základni robota, riadi činnosť pohonných jednotiek..

Nesmrtiace zbrane

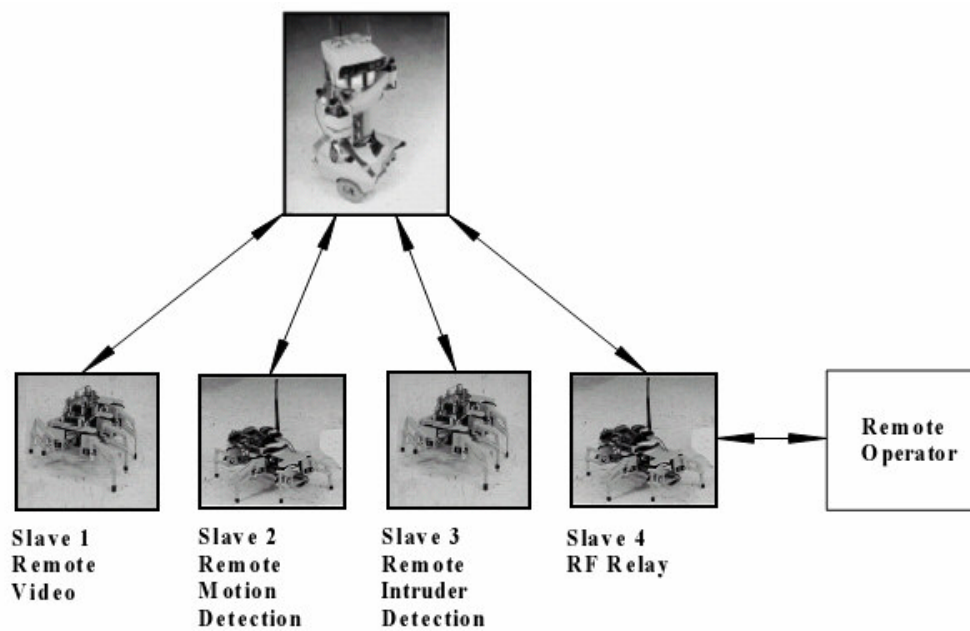
Jedná sa o pneumatically poháňaný šíp vystrelený z 12-palcovej hlavne pomocou stlačeného vzduchu. Rotujúca hlaveň povoľuje viacnásobnú paľbu . Zníženie straty stlačeného vzduchu na minimum sa uskutočňuje prostredníctvom solenoidového riadiaceho ventilu ovládaného riadiacim počítačom, ktorý určuje potrebný čas k vypusteniu náboja. Šesť šípov môže byť takto vypálených počas 1,5 sekundy.



Obr. 19. Pneumaticky poháňané šípy

Roboart III môže využívať a ovládať niekoľkých menších robotov otrokov na báze kráčajúcich platforiem, ktorí môžu vykonávať veľké množstvo priradených funkcií:

- 1) *sprevádzať robota na ceste*
- 2) *distribúovať obrazovú a senzorickú informáciu*
- 3) *poskytovať dáta, audio, video*
- 4) *detekcia nepovolených osôb*
- 5) *prieskum v nebezpečnej oblasti*



Obr. 20. Činnosť podriadených robotov - kráčajúcich platforiem

4 ROBOTIKA SÚČASNOSTI

Robotika dnes reprezentuje jednu z najdynamickejších sa rozvíjajúcich oblastí. Robot predstavuje komplexný produkt, ktorý v sebe zahŕňa najširšie oblasti výskumu, ale aj aplikácie. Je to však produkt, ktorý sa objavuje nielen ako robotník pre obsluhu stroja, ale už aj ako chirurg, upratovač, zdravotná sestra, herec, futbalista, murár, hračka, či imitácia živého zvieratá.

4.1 Súčasný stav robotiky vo svete

Veľký vplyv na svetovú robotiku má RIA (Robotic Industries Association), inštitúcia založená v USA. V súčasnosti združuje výrobcov, distribútorov robotov, servisné a konzultantské firmy, organizuje kongresy, reprezentuje priemysel robotov, udeľuje prestížne ceny za objavy a rozvoj robotiky, poriada výstavy robotov a vydáva publikácie.

Podobná organizácia bola založená i v Japonsku pod názvom JIRA (Japan Industrial Robot Association) a podobne ako USA i tá združuje rôzne inštitúcie súvisiace s výrobou robotov, aplikáciami, vzdelávaním, medzinárodnými kongresmi a podobne.

Vzhľadom na enormný spoločensko-ekonomický význam robotiky vo svete, sleduje túto problematiku aj OSN – UNESCO, ktorého medzinárodná komisia pod vedením Johna Karlssona, popredného amerického robotológa, vydala poslednú správu OSN o stave robotiky vo svete v roku 2001. V súčasnosti sa vyrába približne 500 typov robotov v 40-tich štátoch sveta. Výrobu robotov, ich komponentov, ako i systémového okolia zabezpečuje približne 350 firiem a korporácií. Na svetovej produkcii robotov sa podieľa Japonsko približne 55%, USA 20%, západná Európa 20% a zvyšok je ostatný svet.

Koncom roku 2000 bolo vo svete približne 720 000 priemyselných robotov. Podľa uvedenej správy sa okrem štandardných technológií využíva asi 3000 robotov na činnosť pod vodou, 2300 robotov na demolačné práce, približne 1600 robotov v zdravotníctve, najmä na operačné a rehabilitačné účely. Približne 50 robotov vyspelého typu je aplikovaných ako požiarnické systémy. V domácnostiach sa používa asi 12 500 robotov. Ide o autonómne, mobilné akumulátorové robotické systémy, ktoré sa najčastejšie aplikujú tak, že sú schopné automaticky sa vyhýbať prekážkam alebo zdrojom veľkej teploty. Pracujú predovšetkým na báze náhodných pohybov. Predpokladalo sa, že do konca roku

2004 sa vo svete vyrobí ďalších 425 000 robotov pre domácnosti, čo predstavuje obrovský trend rozvoja. Pritom ceny priemyselných robotov výrazne klesajú. V roku 2000 bola cena priemyselných robotov približne 1/5 ceny robotov z roku 1990.

Taktiež veľké rozšírenie robotov možno očakávať v oblasti vojenského priemyslu, a to najmä v súvislosti s rekognoskáciami terénu, s hľadaním a zneškodňovaním mín.

Dá sa očakávať, že roboty budú naďalej prispievať k rozvoju technológií, vedy a techniky.

4.2 Stav robotiky na Slovensku a jej perspektívy

Ešte za čias Československa bola u nás pomerne veľká pozornosť venovaná robotike a zo štátov bývalého ZSSR sme boli azda najvyspelejšou krajinou, čo sa týkalo robotiky. Po zmene politicko-ekonomického systému výroba priemyselných robotov a manipulátorov na Slovensku pomaly utlmovala, i keď niektoré slovenské firmy naďalej navrhovali a realizovali robotizované pracoviská, a to najmä v Česku. Postupne sa rozširoval rad firiem, ktoré sa úspešne angažovali v tejto oblasti.

Slovensko má ďalšom rozvoji komplexnej automatizácie technologických procesov značné perspektívy. V nových podmienkach sa totiž výrazne zlepšila situácia v oblasti riadiacej výpočtovej techniky, v dostupnosti komponentov i celkove aj pre robotizáciu výrobných technológií. Podľa odhadov z konca roku 2004 pracuje na Slovensku v súčasnosti 1000 priemyselných robotov a ich počet sa bude rýchlo zvyšovať najmä v súvislosti s ďalším rozvojom automobilového priemyslu.

V Slovenskej republike existuje značný vedecký, odborný a technologický potenciál na rozvoj robotiky, a to najmä v oblasti programového vybavenia, v tvorbe senzorických systémov, v pohonných systémoch, v aplikovanej výkonnej elektronike. Tiež tu existuje výrazná možnosť rozvoja mechanických komponentov robotov, čoho dôkazom je košicko-prešovská firma SPINEA, ktorá prakticky celú svoju produkciu exportuje výrobcom robotov. Ďalšou významnou firmou v tejto oblasti je firma MICROSTEP GROUP Bratislava. V budúcnosti má Slovensko veľké šance angažovať sa v rozvoji technológií tretieho tisícročia, ako sú laserové technológie, moderné technológie zváranie, technológie delenia materiálov plazmovým oblúkom a vodným lúčom, aplikáciou robotov v medicínskych oblastiach, v domácnostiach, v rozvoji ťažby konkrécií z morského dna.

V súčasnosti sa budujú školiace - pedagogické robotické laboratória, vzhľadom na prísun zahraničných investorov sa očakáva ich rozšírenie. V Slovenskej Republike sa úspešne rozvíjajú mimoriadne atraktívne súťaže, a to aj na medzinárodnej úrovni študentov a žiakov v oblasti tvorby autonómnych mobilných robotov.

ZÁVER

Možno konštatovať, že v približne polstoročnom svetovom vývoji robotiky boli dosiahnuté v priemyselne vyspelých štátoch enormné pokroky. Roboty sa v tomto procese stali novým spoločenským fenoménom, ktorý zohráva pre ľudstvo významnú úlohu a umožňuje ďalší pokrok ľudského spoločenstva.

Robotika sa vypracovala na komplexnú vedu, ktorá integruje rad poznatkov z technických, prírodných, ekonomických a humanitných vied. Robotika navyše umocňuje vzťah človek – stroj, prehlbuje ho a dáva mu novú kvalitu. Pritom robotika navyše revolucionizuje mnohé vedné oblasti tým, že im predkladá nové náročné požiadavky. Významne prispela a prispieva k rozvoju špičkových technológií. Bez nej si nemožno predstaviť ďalší rozvoj podmorských technológií a plnenie náročných kozmických projektov, ktoré prispeli k novým strategickým objavom v našej slnečnej sústave. Nastáva obrovský rozvoj mobilnej robotiky, čo sa bude ešte v ďalšom období stupňovať najmä s novými nezávislými zdrojmi elektrickej energie. Robotika začína silne prenikať aj do domácností, do služieb, silne sa rozvinula a rozvíja humanitná robotika napríklad svojím vstupom do medicíny, zdravotníctva a čiastočne do strážnych služieb.

Prostredníctvom vojenského priemyslu prenikajú do civilnej sféry nové poznatky a technológie v oblasti robotiky. Robotické systémy by mali v budúcnosti nahradiť človeka pri práci v nebezpečnom prostredí. Tak by sa obmedzila zbytočná strata ľudských životov pri práci v strážnych službách, ochrane vojakov v armáde, teroristických útokoch a odstraňovaní mínových polí.

Ďalším aspektom nasadenia vojenských robotov je, že síce chránia vojakov armády, ktorá ich používa, ich protivníci však budú musieť čeliť oveľa väčším stratám na životoch. Ak budú mať vyspelé armády roboty, môžu ovplyvňovať verejnú mienku poukazovaním na „humánnosť“ takto vedenej vojny. Verejná mienka môže za týchto okolností menej vnímať vojenské konflikty, čo by následne mohlo viesť vyspelé priemyselné mocnosti k snahe o hegemoniu a vyvolávanie konfliktov.

Vojenské roboty sa stali skutočnosťou. Mnohí to komentujú tak, že v budúcich vojnách s nimi už musíme rátať.

V súčasnosti ešte bojové roboty nepokročili tak ďaleko, aby boli nasadzované ako vojaci. Samotní tvorcovia vojenských robotov vyhlasujú, že by ich neradi videli v takejto úlohe. Používané budú skôr ako prieskumné roboty a budú mať ďalšie podporné úlohy.

Diskusie o „humánosti“ vojny vedenej robotmi sú opodstatnené do tej miery, do akej možno hovoriť o humánosti samotnej vojny. Ideálne by bolo, aby sa žiadne vojny nevedli, ale toho ľudstvo zrejme zatiaľ nie je schopné dosiahnuť.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] *PC REVUE: počítačový magazín*. Vydáva Digital Visions, s.r.o. Marec 2006, roč. XIV., č. 3. Bratislava: Mediaprint-Kapa, 1x mesačne. ISSN: 1335-0226
- [2] *PC REVUE: počítačový magazín*. Vydáva Digital Visions, s.r.o. November 2005, roč. XIII., č. 11. Bratislava: Mediaprint-Kapa, 1x mesačne. ISSN: 1335-0226
- [3] *PC REVUE: počítačový magazín*. Vydáva Digital Visions, s.r.o. Október 2004, roč. XII., č. 10. Bratislava: Mediaprint-Kapa, 1x mesačne. ISSN: 1335-0226
- [4] *PC REVUE: počítačový magazín*. Vydáva Digital Visions, s.r.o. Október 2004, roč. XII., č. 8. Bratislava: Mediaprint-Kapa, Ares 1x mesačne. ISSN: 1335-0226
- [5] *PC REVUE: počítačový magazín*. Vydáva Digital Visions, s.r.o. Apríl 2003, roč. XI., č. 4. Bratislava: Mediaprint-Kapa, 1x mesačne. ISSN: 1335-0226
- [6] *AT&P journal* [online]. Kalaš: Tridsať rokov svetovej robotiky (13). 2005, č. 6 [cit. 2006-4-23]. Dostupný z WWW:
- [7] *AT&P journal* [online]. Kalaš: Tridsať rokov svetovej robotiky (11). 2005, č. 4 [cit. 2006-4-23]. Dostupný z WWW:
- [8] *Honda: ASIMO humanoid robot* [online]. [cit. 2006-2-15]. Dostupný z WWW:
<<http://world.honda.com/ASIMO/>>
- [9] *SPAWAR Systems Centre San Diego: Robart III*. [online]. [cit. 2006-03-15]. Dostupný z WWW:
<<http://www.spawar.navy.mil/robots/land/robart/robart.html>>
- [10] *SME: denník* [online]. Vo Fort Benningu vzlietlo bezpilotné letecké zariadenie, článok, 14.3. 2006. [cit. 2006-05-20]. Dostupný z WWW:
<<http://aero.sme.sk/c/2630925/Vo-Fort-Benningu-vzlietlo-bezpilotne-letecke-zariadenie.html>>
- [11] *Howstuffworks: How military robots work* [online]. [cit. 2006-03-22]. Dostupný z WWW:
<<http://science.howstuffworks.com/military-robot4.htm>>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATEK

ASIMO	Advanced Step in Innovative Mobility
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
FCS	Future Combat System
GPS	Global Positioning System
HAL - 3	Hybrid Assistive Limb - 3
ISA	International Seabed Authority
JIRA	Japan Industrial Robot Association
MDARS	Mobile Detection and Response System
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NMD	National Missile Defense
OSN	Organizácia Spojených Národov
PTAT	Proportional To Absolute Temperature
PTZ	Pan-Tilt-Zoom
RIA	Robotic Industries Association
RVHP	Rada Vzájomnej Hospodárskej Pomoci
SSC	Spawar System Center San Diego
UAS	Unmanned Aerial System
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1.	Pásový vojenský robot Andros.....	11
Obr. 2.	Šest'nohý podmořský robot.....	11
Obr. 3.	Obrazovka s konzolou systému da Vinci.....	15
Obr. 4.	Stolík s robotickými rameny systému da Vinci.....	15
Obr. 5.	HAL – 3.....	54
Obr. 6.	Prvá československá ČB CCD kamera.....	17
Obr. 7.	Wakamaru.....	21
Obr. 8.	Enon.....	24
Obr. 9.	ASIMO.....	26
Obr. 10.	Pohyb na ukazovanú plochu.....	28
Obr. 11.	Rozpoznávanie pohybu ruky.....	28
Obr. 12.	Rozpoznávanie registrovaných tvárí.....	29
Obr. 13.	PackBoat.....	54
Obr. 14.	Ariel.....	54
Obr. 15.	MDARS.....	37
Obr. 16.	Konfigurácie robota Matilda.....	38
Obr. 17.	Robart III.....	40
Obr. 18.	Detailný záber hlavy Robarta III.....	42
Obr. 19.	Pneumaticky poháňané šípy.....	44
Obr. 20.	Kráčajúce platformy.....	44

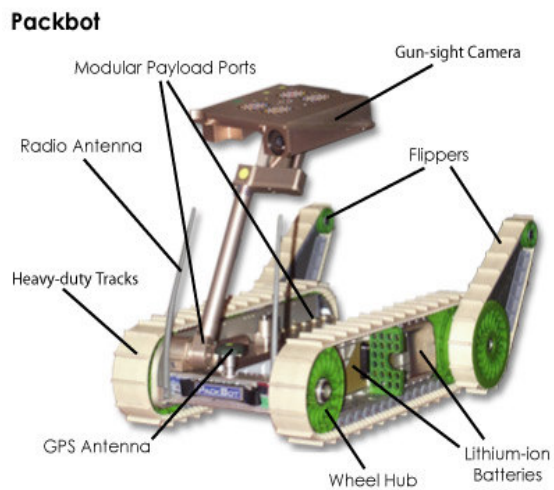
ZOZNAM PRÍLOH

PRÍLOHA P 1: Roboty bez zbraňového systému

PŘÍLOHA P I: ROBOTY BEZ ZBRAŇOVÉHO SYSTÉMU



Obr. č. 5. HAL – 3



Obr. č. 13. Robot PackBoat ovládaný operátorem



Obr. č. 14. Autonómny robot Ariel