

bojové hlavice s přibližně 1000 bombičkami s kumulativní náplní jsou pro ně k mání také protitankové miny, jakož i inteligentní submunice (Sadarm nebo TGW). Rakety ATACMS byly vystřelovány na dálku přibližně 100 km a přitom prý dosahovaly přesnosti v cíli (pravděpodobná úchylna) přibližně 50 m.

Týlové zabezpečení

Při rychle vedené pozemní operaci mělo velký význam týlové zabezpečení, především zásobování vojsk municí a pohonnými hmotami. Pro den boje se údajně spotřebovalo přibližně 5000 tun munice (jen u pozemních vojsk) a 555 000 galonů (2 milióny litrů) pohonných hmot. Např. tanky M1A1 musely být pohonnou hmotou doplňovány každých 100 km. Zajímavé je, že týlové zabezpečení bylo uskutečňováno přibližně 2000 muži vzdušných výsadkových jednotek, které s předstihem pomocí vrtulníků zřizovaly zásobovací sklady v hloubce útočného pásma.



Zatím ještě není možné z války v oblasti Perského zálivu formulovat definitivní zkušenosti a poučení (autor psal tuto stať v r. 1991 - pozn. redakce). Dnes se již dostává vyhodnocených podrobných informací jak z oblasti taktické a operační, tak výzbrojně technické, vycházejících od vojsk, která byla zasazena do boje. Již nyní však je nutné varovat před nekritickým přenášením válečných zkušeností a poučení z této války. Příliš rozdílné byly ve srovnání s Evropou zvláštní poměry války (přírodní prostředí, zvláštní protivník spojeneckých ozbrojených sil). Ovšemže je možné po podrobném hodnocení získat závěry pro vlastní zdokonalování a plánování.

-MW-

BUDOUCNOST VOJENSKÝCH ROBOTŮ

Autor Stefan Geisenheyner se v článku zveřejněném v Armádě international č. 6/1989 zamýšlí nad otázkami vývoje a uplatnění vojenských robotů ve vyspělých armádách. Z hlediska početních stavů vojsk je podnětné uplatňování nejmodernějších vojenských výrobních postupů při vedení boje a bojové činnosti, ale i mimo ni. Proto také tento článek byl redakčně zpracován a upraven pro čtenáře Vojenských rozhledů.



Vojenské roboty, které jsou dnes vyvíjeny, v podstatě představují ideálního vojáka. Nikdy se neunaví, dokud vystačí jejich napájení energií, nemají vůbec žádný strach, jejich reakce

jsou mnohokrát rychlejší než reakce člověka, mohou zvedat nebo přepravovat břemena mnohokrát těžší, než jsou samy, konečně, což je neméně důležité, budou schopny hromadně vyrábět jiné roboty v rozsáhlé automatizovaných továrnách.

Roboty nejsou nikterak nové. Německé pozemní vojsko vyrobilo během druhé světové války přibližně 5000 robotů pro použití na bojišti, které vážily od 0,4 do 3,7 tun. Tyto pásové miniaturní tanky ovládané drátem nebo rádiem byly používány k ničení opevnění pomocí výbušné náplně, kterou vezly, k vyřazení palbou chráněných překážek a zátarasů, k přepravě munice v terénu pozorovaném a ostřelovaném nepřítelem i k vytváření průchodů v minových polích.

Roboty, které jsou pro bojiště vyvíjeny dnes, mají v podstatě stejné úkoly jako jejich předchůdci ze druhé světové války, zejména "jít do akce" všude tam, kde jsou bojové podmínky příliš nebezpečné pro člověka.

Uvedené výhody však nejsou prvořadou hnací silou současné snahy průmyslových států o rozvoji robotů pro bojiště. Poměr osob plnících zabezpečovací úkoly k počtům osob v bojových jednotkách se stále zvyšuje. Nyní se odhaduje, že každý bojující voják potřebuje deset mužů pro svou podporu a zabezpečení.

Došlo k tomu se zavedením mohutnějších zbraní a s rozšiřováním jejich automatizace. Tento proces vešel ve známost jako "násobení síly". Je zřejmé, že tento proces je osidlný. Zatímco taková opatření ovšem zvyšují bojové možnosti vojáka, zvětšují také potřebu kvalifikovaného personálu pro ošetřování a opravy příslušné techniky. Není vždy možné ani účelné z hlediska hospodárnosti uskutečňovat opravy prostým vyměněním vadných dílů. Proto se poměr počtu osob postupně stále více mění ve prospěch týlového a zabezpečovacího personálu.

Protože počet mužů, kteří jsou k mání pro službu u ozbrojených sil, je konečný a poněvadž především je vždy málo personálu pro údržbu dnešních složitých zbraní, zrodila se myšlenka používat robotů jako násobitelů síly.

Ve Spojených státech amerických pozemní vojsko nedávno sestavilo operační a organizační plán, který stanoví požadavek na robotické vozidlo určené k plnění nebezpečných úkolů. Kromě toho, že roboty jsou schopny snížit ohrožení vojáka za nebezpečných situací na nejmenší míru, poskytují také prostředek pro vyloučení možné početní převahy protivníka v osobách a vozidlech. Návrh dokazuje nový a poněkud nečekaný postoj pozemního vojska vůči bojovým robotům v tom, že doporučuje, aby tyto roboty byly schopny nést modulovou užitečnou zátěž, a tak poprvé ukazuje na možnosti ničivých ozbrojených robotizovaných vozidel.

Vojáci si přejí mít roboty v používání pokud možno co nejdříve. V některých oblastech toho již bylo dosaženo. "Chytré" letecké protizemní rakety a moderní bezpilotní letadla jsou vybaveny značnou "inteligencí". Totéž lze říci o námořních minách a torpédách vybavených tak, že vyhledávají, rozpoznávají a ničí cíle pomocí svých vlastních výpočetních systémů.

Pro vedení pozemního boje nejsou zbraňové systémy srovnatelných možností dosud v používání. Je tomu tak proto, že velké obtíže vytváří nutnost pohybovat se v terénu, v dvourozměrném prostoru, v němž je mnoho překážek.

To podnítilo zahájení studií možnosti vybavit pozemní robotické systémy schopností "vznášedla" pro rychlý a bezpečný pohyb nad neschůdným terénem. Avšak uskutečnění je zatím v nedohlednu, protože potřebná výpočetní kapacita nemůže být ještě dostatečně miniaturizována, aby odpovídala použitelnému bojovému robotu.

Toto omezení vedlo ke dvěma přístupům při konstrukci ztížejších bojových robotů.

Prvým přístupem je dlouhodobé úsilí. Jeho cílem je vyvinout dokonalou technologii potřebnou pro sestavení vysoce inteligentních robotů, které budou schopny samostatně působit na bojišti. Takový zdokonalený robot by měl být schopen nahradit vojáka, pohybovat se rozumně v obtížném terénu, rozpoznávat nebezpečí, rozlišovat mezi "vlastním a cizím",

především účinně bojovat s nejmenšími lidskými zásahy. Nelze očekávat, že toto úsilí bude úspěšně ukončeno před koncem století.

Další řešení je zaměřeno na vývoj a brzké vojenské zkoušky složitých, avšak dálkově ovládaných strojů, které jsou v podstatě rozšířením bojové dovednosti "živého" vojáka. Rozšíření je dálkově omezeno délkou drátu sloužícího k dálkovému ovládní, nebo dosahem kanálu pro přenos dat. Takto ovládaný stroj nemůže být označen jako "robot" v pravém smyslu slova, protože člověk zůstává rozhodovacím prvkem ve smyčce člověk-stroj.

Technicky přijatelná pojetí pro dálkově ovládané roboty byla vojenskými plánovači vyjádřena koncem sedmdesátých let. Stejně jako v mnoha případech komerčního vývoje s potenciálním vojenským využitím, průmysl i vysoké školy často váhají připustit, že jejich výzkum robotů má vojenské použití. Mnozí z nich váhají připustit, že jejich výrobky se mohou stát klíčovými součástmi zbraňových systémů. Není však žádným tajemstvím, že vývoj vojenských robotů je nemožný bez zkušeností nabytých výrobci průmyslových robotů.

V robotických technologiích patří japonské firmy anebo jejich zámořské pobočky k nejznámějším vývojovým firmám. Např. ve Spojených státech amerických se firmy Seiko Instruments USA Inc. a Hitachi America Ltd. podrobně zabývají tímto oborem, vedle svých celoamerických protějšků. K těmto protějškům patří Cincinnati Milacron's Robot Division, Microbot Inc., Unimation Inc., Odetics Inc., John Deere, Caterpillar and Intelledex. Firmy se zkušenostmi z oblasti výzbroje, jako Martin Marietta, Hughes, Gould, Grumman, FMC, General Dynamics, Cadillac Gage, General Motors nebo Robot Defense Systems Inc. se rovněž zabývají robotikou.

Žádná z těchto firem nebude schopna sestrojovat roboty bez pomoci mnoha výrobců informačního vybavení a přístrojového vybavení počítačů zabývajících se vývojem umělé inteligence, z nichž mnozí zůstávají poměrně anonymní. K těm, kteří se s tím neskrývají, patří Denelcor Inc., výrobce superpočítačů Cray Research Inc. a IBM.

Pozemní vojsko a námořní pěchota Spojených států amerických se nyní pokoušejí skloubit své požadavky na společné vozidlo. Firmy Martin Marietta a Grumman vyvíjejí systémy, které zkouší Raketová správa pozemního vojska. Tyto roboty, řízené optickým vláknem a rádiem, jsou vyvíjeny tak, aby mohly být přepravovány na víceúčelovém kolovém terénním vozidle a měly rychlost $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Jak předpokládá pozemní vojsko, systém (Caleb) by zahrnoval dopravní vozidlo, ovládací přístroj operátora a vlastního robota.

V Evropě je obraz velmi podobný. Ve Spolkové republice Německo ozbrojené síly, jak se uvádí, objednaly od nejmenovaného zdroje dvě pokusná dopravní vozidla pro bojiště. Jedno z nich je kolové, druhé pásové. Jsou vybavena manipulačníma rukama pro pohyb kontejnerizovaných muničních paleb. Firma Dirnie, spolu s firmami AEG, ESG, MBB, Krupp-Atlas Elektronik, Siemens a Thyssen-Henschel dostaly rozsáhlou objednávku od německého ministerstva obrany na výzkum možností poskytovaných bojovými roboty. Předpokládané úkoly zahrnují přepravu, vyprošťování vozidel, odstraňování min, vytváření klamných cílů, průzkum, velení, řízení a vedení boje.

V Itálii je možné pozorovat vysokou aktivitu. Firmy Ausaido, Eltag, Selenia a Vitro Selenia vytvořily konsorcium, na němž se podílejí také firmy Fiat, Officine Galileo a Oto-Melara. Cílem je spolupráce s dalšími evropskými firmami na projektu zdokonaleného mobilního robota. Konsorcium má název Italrobot.

Zdokonalený mobilní robot bude konstruován tak, aby se pohyboval vysokými rychlostmi v každém terénu, měl schopnost vyhýbat se překážkám, sledoval stanovenou osu přesunu a sloužil jako dopravní vozidlo. Takové možnosti vytvoří ze zdokonaleného pohyblivého robota ideální nosič všeho od zbraní až po průzkumné vybavení.

Ve Velké Británii společné úsilí vlády a průmyslu vedlo k vytvoření obranné iniciativy v oblasti mobilních zdokonalených robotů. Na straně průmyslu zahrnuje firmy Alvis, British Aerospace, CAP Scientific, GKN Defense, Lucas, Marconi, Royal Ordnance, SD Scicon, STC Defence Systems a Westland Dynamics. Na straně vlády zahrnuje tato iniciativa královský

zbrojný výzkumný a vývojový ústav i dvě university. Dlouhodobý cíl je shodný s cílem konsorcia Italrobot, avšak kromě toho je studován autonomní robot. Robotický odminovací robot již byl dodán, aby splnil náležitý požadavek na Falklandských ostrovech, kde nezakreslené miny zanechané po válce znemožňují zemědělské využití hodnotné půdy.

Známejší úsilí a vývoj bojových robotů je soustředěn především na zařízení, jež je dálkově ovládáno vojákem-operátorem. Dnešní roboty jsou vybaveny čidly, která operátorovi umožňují pozorovat na svém řídicím monitoru vše, co přijímají infračervená nebo televizní čidla stroje. Zabudovaný zaměřovač umožňuje zamíření zbraní nesených nosičem.

Tato technologie byla původně sestrojena pro polovojskové účely před téměř dvaceti lety ve Velké Británii, a to formou pásového vozíku. Vozík a podobná zařízení byly po určitou dobu v používání u policie a bezpečnostních sil pro prohlídky podezřelých obalů, ničení nebo zneškodnění již zjištěných pum. Takové roboty mohou být velmi pohyblivé. Některé konstrukce mohou dokonce jezdit po schodech nahoru. Mohou být také vyzbrojeny a být použity k vytlačení zločinců s použitím brokovnic nebo zneškodňujících plynů.

Stejně technologie se používá u mobilních robotů potřebných k ošetřování zařízení v radioaktivních prostorech jaderných elektráren. Po černobylské katastrofě dodalo SRN několik dálkově ovládaných pásových strojů pro zemní práce pro urychlení prací v zamořené oblasti.

Podobné vybavení se předpokládá pro použití k ženíjním úkolům, např. u robotu pro opravy vzletové a přistávací dráhy. Vyplňování kráterů, opravy vzletových a přistávacích drah leteckých základen, které byly napadeny, je stále nebezpečnější. Moderní zbraně pro útoky na letiště často zahrnují miny proti osobám a vozidlům se zpožděným působením, aby se zabránilo opravám a aby letiště bylo vyřazeno pokud možno co nejdříve. Takové práce je možné vykonávat pomocí dálkově ovládaných silně obrněných strojů pro zemní práce. Firma John Deere vyvinula pokusné robotické vybavení této kategorie pro letectvo Spojených států amerických, jež je úspěšně vyzkoušelo.

Univerzální autonomně rozvinutelný nákladový manipulátor je příslibem, že se stane dalším hodnotným zařízením pro bojové zabezpečení. Je náhradou bojového robotického muničního zásobovacího systému (vývoj byl zahájen v roce 1984), což bylo autonomní vozidlo pro manipulaci s municí pod palbou na bojišti. Brzy bylo zjištěno, že technologie počítače a umělé inteligence, která byla tehdy k uplatnění, nepostačuje k dokončení projektu.

V polovině roku 1988 však byla technologie již dostatečně rozvinuta, takže pozemní vojsko mohlo s firmou FMC uzavřít smlouvu na konstrukci, sestrojení a technické začlenění prototypu rekonstruovaného univerzálního autonomně rozvinutelného nákladového manipulátoru. Toto robotické vozidlo bude vidlicovým zvedacem se zvětšeným dosahem pro práci v nebezpečném prostředí. Úkoly budou vedle práce v muničních skladech zahrnovat manipulaci s nebezpečnými látkami a radioaktivně nebo chemicky zamořenými předměty. Univerzální autonomně rozvinutelný nákladový manipulátor patří do kategorie dálkově ovládaných robotů a bude používán především jako pokusný nosič, který může být vybaven zařízeními složitějšími, než je zvedací vidlice.

Firma FMC zároveň uzavřela smlouvu jako vedoucí firma projektu na zdokonalení robotického manipulátoru. Bude to elektricky poháněný robot se dvěma rukama, které napodobují lidskou ruku, zápěstí a prsty i jejich pohyby, včetně dotykových čidel, která umožní, aby systém manipuloval s vejci i těžkými předměty. S firmou FMC spolupracují firmy Odetics Inc. a Bonneville Scientific i universita ve Stanfordu.

Univerzální autonomně rozvinutelný nákladový manipulátor vybavený takovým robotickým systémem bude univerzálním strojem, schopným plnit úkoly od sejmutí proudového motoru z letadla až po opětovné naplnění vnějšího muničního zásobníku na tanku za bojových podmínek.

Do kategorie dálkově řízených vojenských robotů patří program robotických úderných vozidel firmy Grumman. Základem konstrukce je malé víceúčelové terénní vozidlo, které

může nést všechny typy přenosných pěchotných zbraní. Při zkouškách bylo robotické úderné vozidlo vybaveno kulomety M240C a pěchotními protitankovými raketami jako Matra Manurhin Apilas a FFV AT-4. Při obsluze nahodile vybraným pěšákem mělo vozidlo úplný úspěch.

Vozidlo hmotnosti 160 kg je poháněno elektrickými motory otáčejícími čtyři koly umístěnými v rozích kosočtvercového rámu. Rozsáhlé studie firmy Grumman dokázaly, že toto nezvyklé umístění kol poskytuje nejlepší kompromis mezi terénní průchodivostí a dostatečnou stabilitou pro střelbu zbraní.

Robotické úderné vozidlo je vysoké pouze 63,5 cm, k čemuž je nutné přičíst výšku čidel a zbraní. Při vybavení kulometem přesahuje celková výška jeden metr. Ovládání se uskutečňuje pomocí panelu, který je součástí skříňky obsahující obrazovku. Panel je vybaven také přístroji pro čtení ujeté vzdálenosti, zbývající zásoby energie, okamžité polohy vozidla atd. Spojení s úderným vozidlem se uskutečňuje pomocí dvoucestného datového spoje tvořeného jednožilovým kabelem z optického vlákna, který je kladen z vozidla. Maximální rychlost je asi $16 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ v obtížném terénu.

Důležitým hlediskem úderného vozidla a podobných pojetí je snadné ošetřování. Podle firmy Grumman může být vozidlo v poli ošetřováno všeobecně přístupnými nástroji, stejnými jako u každého motorového vozidla.

Podobný projekt, označený jako robotický úderný tank pro ničení překážek (robotic obstacle-breaching assault tank - ROBAT) vyrábí ve vlastních závodech tanková a automobilní správa pozemního vojska Spojených států amerických. Úpravou tanků M-60 bylo sestrojeno a vyzkoušeno několik prototypů. Přednostním úkolem robotického úderného tanku pro ničení překážek je ničení min, ačkoli může být přizpůsoben pro jiné úkoly, jako je raketami vyzbrojený stíhač tanků nebo zásobovací vozidlo.

Po odstranění věže tanku a jejím nahrazení vrhačem raket, které za sebou kladou výbušné lano pro ničení min, po připojení válce o váze 10 tun pro ničení min může vozidlo vyčistit poměrně bezpečný průchod. Robotický úderný tank pro ničení překážek je dálkově ovládan dvoukanálovým systémem.

Vozidlo je vybaveno kabelem z optických vláken a čidly umístěnými na tomto robotu, jakož i dvoucestným mikrovlnným spojem pro přenos dat. Kabelu z optických vláken se používá, když robotický úderný tank pro ničení překážek působí mimo prostor pozorování operátora. Když je možné používat přímého zrakového spojení, používá se rádiového řízení. Tento systém dvojího řízení byl vyvinut firmami Gould Electronics a Robot Defense Systems Inc., přičemž druhá firma má rozsáhlé zkušenosti ve vojenské robotické technologii, nabyté během vývoje prvního prototypu ozbrojeného robotického strážního přístroje (Prowler), který byl vůbec kdy zkoušen.

Tanková a automobilní správa pozemního vojska Spojených států amerických zkoumá také možnost využití obrněného vozidla Wiesel firmy Porsche/Krupp MaK jako základu pro vývoj robotizovaného vozidla. Do programu budou zahrnuta čtyři vozidla pro vyzkoušení systémů dálkového ovládání, spojovacího vybavení, počítačem zabezpečovaného dálkového řízení, pozorovacích čidel (stereoskopická "dopředu se dívající" a celokruhová kamera se zesilovačem obrazu), průzkumných čidel (obrazová barevná kamera, "dopředu se dívající" infračervené přístroje, akustické systémy) a navigačního systému (plánování osy přesunu a autonomní sledování cesty).

Prowler (programmable robot observer with logical enemy response - programovatelný robotický pozorovací přístroj s logickou reakcí na nepříteli) je šestikolové terénní vozidlo velikosti dodávkového vozidla. Vozidlo samotné vyrábí firma Standard Manufacturing Corp. Vozidlo Prowler může být pancéřováno a vybaveno mnoha různými zbraněmi ve věžích, od brokovnic po protitankové rakety.

Soubor vozidel Prowler, který se dnes rozšířil na tři vozidla (další jsou ve vývoji), je určen k použití jako automatizovaný "strážný" ke střežení ohradních plotů letišť, muničních skladů nebo průmyslových objektů. Takové roboty je možné používat ke střežení důležitých hraničních prostorů a také produktovodů.

Vozidlo může s použitím svého palubního počítače dodržet předem programovanou cestu a přitom udržovat nastavenou vzdálenost od plotu (zaměřenou ležrovým dálkoměrem), zastavit k prozkoumání prostoru, kde prolomení plotu dokazuje vniknutí dovnitř. Poškození plotu je zjištěno palubními čidly, jimiž mohou být pasivní infračervené přístroje nebo televizní kamery.

Počítače vozidla mohou být také použity v kombinaci s zařízeními signalizujícími proniknutí umístěnými jako trvalá zařízení na obvodu střeženého prostoru.

Ačkoli nejnovější vzory vozidla Prowler jsou schopny působit nezávisle a při vybavení patřičným informačním vybavením a vhodnými čidly mohou vést mířenou automatickou palbu na každého narušitele, jsou nyní drženy na "pevné uzdě" přenosu dat. Pojetí je zcela nové, nevyzkoušené, žádný odpovědný činitel si nepřije podstoupit riziko, že stroj divoce pojede a bude střílet na vše, co může jeho robotický mozek hodnotit jako nepřátelské.

Operátor může na dálku vidět na svém monitoru vše, co zjistí televizní kamery nebo infračervené "oči" robota a zahájit vhodnou akci vozidla Prowler. Rozmezí akcí sahá od použití světometu a hlasového varování reproduktorem až po střelbu dvouhlavňových kulometů M-60.

Dokonalejší vzory souboru Prowler již mohou nalézat svou cestu s použitím digitalizované mapy uložené do paměti počítače. Vstup různých čidel je plynule porovnáván s touto mapou, každá úchylna je okamžitě zjištěna a opravena.

Zachycení cíle a zamíření zbraní pracují podle téhož principu. Počítač má ve své paměti obrazy potenciálních protivníků, proti nimž je možné po jejich zjištění automaticky působit. Když čelí útoku většího rozsahu, robot může povolát na pomoc jiná vozidla pro zastavení narušení, dokud nedojde k zákroku lidmi. Robotický systém jako je Prowler představuje ideální náhradu za nákladné, namáhavé a na pracovní síly náročné střežení strážnými, avšak má také možnost vyvinout se případně v bojový stroj pro bojiště.

Dálkově ovládaný robot MedTec pozemního vojska Spojených států amerických je projektem k rychlému odsunu raněných a nemocných z bojiště, což byl vždy nesnadný a nebezpečný úkol. Předpokládá se, že to bude vozidlo velikosti vozidla Prowler, vybavené vhodnými dálkově ovládanými manipulátory pro zvednutí raněného a jeho uložení do prostoru vozidla.

Je zřejmé, že státy s velkým nedostatkem vojáků musí vyvíjet zvláštní úsilí k automatizaci své bojové výzbroje. Takovou zemí je Izrael. Firma Israel Aircraft Industries oznámila, že vyvíjí dálkově ovládaný bojový tank označený Pele (zázrak). Všechny jízdní a bojové funkce tanky jsou plněny při dálkovém ovládní, jež je založeno na čidlech a ovládacích prvcích podobných těm, jichž se používání k dálkovému ovládní bezpilotních letadel. Tank Pele je nyní ve svém počátečním vývojovém stádiu.

Jakmile se mnohem dokonalejší druhá generace bojových robotů stane v příštím století skutečností, bude představovat zcela odlišný druh. Roboty druhé generace budou schopny vidět, slyšet, hmatat a dokonce budou mít i čich. Budou mít dostatek umělé inteligence ke stíhání, rozpoznávání, ničení nepřátelských cílů i k tomu, aby byly vysoce účinnými a neúnavnými týlovými pracovníky. Prvé pokusné kroky k tomuto cíli již byly vykonány, je zřejmý značný pokrok ve spojení umělé inteligence a robotiky.



Zatímco vývoj dálkově ovládaných robotů řeší základní problémy členění a materiálů, dotykových čidel a technologie manipulátorů, je dosud mnoho překážek v oboru umělé

intelligence na cestě k tomu, aby se autonomní roboty staly skutečností. Např. jestliže má robot rozpoznávat hloubku, hrany, křivky, a potom využívat snímané tvary ke srovnávání s digitalizovanými modely uloženými v paměti jeho počítače, aby se např. mohl vyhýbat překážkám a udržovat svoji dráhu, musí mít vizuální systém schopný vidět trojrozměrně. Ačkoli inženýři vyvinuli mnoho typů pozorovacích systémů, roboty jsou stále omezeny na vidění v zásadě dvojrozměrné, při němž chybí vnímání hloubky. To značně omezuje jejich současnou užitečnost a pro nápravu tohoto nedostatku se provádí intenzivní výzkum. Prostorového vidění je možné dosáhnout použitím dvou čidel a dvou počítačů, přičemž jejich výstupy po zpracování spolu splývají, nebo je možné používat ultrazvukových, lezrových nebo mikrovlnných dálkoměrů pro umožnění měření hloubky. Zdá se, že problém se blíží k uspokojivému vyřešení a že může být pravda, že "oči" robota budou mít vidění nejen srovnatelné s viděním lidským, ale že budou dokonalejší, protože budou schopny využívat infračerveného a ultrafialového pásma. To jim umožní vidět za tmy, mlhou nebo dýmem.

V roce 1989 byl zahájen evropský projekt Vidimus. Cílem je dosáhnout trojrozměrného vidění pro roboty určené pro průmyslové montážní systémy. Aby byl systém tohoto typu životaschopný, musí obsahovat pozorovací technologii takového typu, který bude použitelný také u mobilních robotů. Vedení projektu tohoto programu má firma British Aerospace, která spolupracuje s firmami AEG v Německu, CEAIRDI ve Francii, Ibermatica ve Španělsku, pobočkami firmy Phillips v Německu i Holandsku a s firmou Thomson-CSF.

Trojrozměrné vidění vyžaduje velmi rychlé počítače a rozsáhlou kapacitu paměti s velmi krátkým časem vybavení. Nelze pochybovat o tom, že generace dnes používaných počítačů není vhodná pro vyřešení tohoto úkolu. Je zapotřebí více superpočítačů pracujících paralelně nebo jiných dokonalých architektur. Upravená verze velmi rychlého počítače German Supremum (spojené úsilí firem Krupp-Atlas, Siemens, Dornier, Německého matematického sdružení a několika universit) může být kandidátem pro dosažení výpočtů v reálném čase, což je potřebné u mobilního autonomního robota. Počítač Supremum má nyní výpočetní rychlost 5 miliard operací za sekundu, avšak je možné, že dosáhne případně rychlosti 100 miliard operací za sekundu.

Jakmile bude robot mít alespoň základní trojrozměrné vidění a rychlý výkonný počítač pracující podle programu špičkové umělé inteligence, bude schopen snímat své okolí a přesně v něm navigovat. Pro zkoušky a hodnocení různých návrhů zaměřených k tomuto cíli sestrojila firma Martin Marietta autonomní pozemní vozidlo (ALV) pro úřad Spojených států amerických pro perspektivní výzkumné projekty (DARPA). Autonomní pozemní vozidlo bylo poprvé zkoušeno v roce 1985. Nyní slouží jako zkušební podvozek Spojených států amerických pro výzkum a vývoj informačního vybavení pro umělou inteligenci i zdokonalené počítače v polních podmínkách, uskutečňovaný průmyslem a vysokými školami.

Autonomní pozemní vozidlo je osmikolová samostatná laboratoř o hmotnosti 6800 kg vhodná pro provoz s obsluhou operátorem, jakož i pro autonomní provoz. Pohybové části byly konstruovány firmou Standard Manufacturing a jsou téměř stejné jako u vozidla Prowler.

Na konci roku 1984 během prvních autonomních pokusů prováděných s hladkými zkušebními pásy, autonomní pozemní vozidlo dosáhlo poněkud zářezující průměrné rychlosti 4,8 km.h⁻¹. Každé 2,4 sekundy vysílala pozorovací soustava obraz do počítače, který zpracoval data a vysílal do autonomního pozemního vozidla instrukce pro řídicí systém, jak řídit vozidlo, aby zůstalo na střední čáře vozovky.

Postupně se výkonnost zlepšovala v souvislosti s pokrokem v technologii počítače a informačního vybavení. Předpokládá se, že v roce 1992 bude dosaženo rychlosti 96 km.h⁻¹ v každém sjízdném terénu a že vozidlo bude schopno volit nejlepší možnou cestu a vyhýbat se překážkám.

Prvé výsledky autonomního pozemního vozidla vedly pozemní vojsko USA k tomu, že zahájilo program zdokonalené technologie pozemního vozidla (AGVT). Smlouvy byly uzavře-

ny se dvěma skupinami: jednu vede firma FMC, druhou firma General Dynamics. Firma FMC zvolila za základní podvozek upravený M113, který mohl být ovládán buď dálkově, nebo autonomně svým vlastním počítačovým systémem. V roce 1986 vozidlo prokázalo svou schopnost plnit úkoly na bojišti, jako řízení dělostřelecké palby, předsunuté pozorování a průzkum ke zjištění i rozpoznání nepřátelských polních postavení. Při dálkovém ovládání se pohybovalo rychlostí až $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a v autonomním režimu dosáhlo podivuhodných $19 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Skupiny firmy General Dynamics, zahrnující firmy Cadillac Gage a Hughes, zapojila svá pojetí zdokonalené technologie pozemního vozidla do kolového vozidla Scout firmy Cadillac Gage, jež bylo vyzkoušeno s podobnými výsledky.

V roce 1986 však pozemní vojsko USA došlo k závěru, že disponibilní technologie není dostatečně zralá pro zajištění vývoje robotického bojového vozidla. O rok později obě skupiny předvedly upravené verze svých prototypů a oba prokázaly při polních zkouškách značný pokrok.

Výsledkem tohoto úsilí bylo, že se nyní uvažuje o víceúčelovém nosiči pro robotická bojová vozidla, který může být vybaven různými moduly pro různé úkoly. Tyto moduly mohou být zaměřeny na přímý boj, nebo na úkoly bojového zabezpečení. Také bylo zjištěno, že by bylo možné vyvinout zvláštní robotické povelové středisko, jež by řídilo několik robotů současně. Na konci roku 1987 byla s firmou FMC uzavřena smlouva o vývoji robotického povelového střediska, jež by bylo schopno současně ovládat dva dálkově řízené a dva autonomní roboty. Povelové středisko by mohlo být umístěno na upraveném podvozku samohybné houfnice M-109, takže by byla zajištěna ochrana a zároveň pohyblivost. Pro budoucnost by se takových robotických povelových středisek mohlo používat také k řízení jiných "chytrých" zbraní, jako jsou UAVS a na dálku působící letecké protizemní zbraně.

V USA bylo zahájeno mnoho jiných programů. Např. na základě úspěchu dosaženého s průzkumným vozidlem firmy Grumman byl zahájen program dálkově ovládané mobilní protitankové zbraně (teleoperated mobile anti-armor program - TMAP), v němž firma Martin Marietta pracuje společně s firmou Grumman na zdokonalených pojetích. Prowler firmy Robot Defense System je dále zdokonalován, aby byl vyvinut na účinný protitankový robot.

V současnosti bylo zjištěno, že používání kolových vozidel zvyšuje požadavky na umělou inteligenci ve srovnání s požadavky kladenými na roboty opatřené nohama, nazývané také jako "mechanický chodec". Důvodem je, že kolový typ musí vytvářet a provádět instrukce pro navigaci na své cestě kolem překážky, namísto aby ji prostě překročil. Ozbrojené síly jako potenciální uživatelé nejsou příliš přesvědčeny, že překračování je uskutečnitelné, protože roboty s nohama jsou příliš zranitelné v nepřátelském prostředí. To však je domněnka, o níž se nyní intenzivně diskutuje.

Americká firma Odetics Inc. se specializuje na roboty s nohama, který se podobá obrovskému pavouku. Zraková čidla jsou umístěna pod průhlednou kupolí a systém je ovládán dálkově. Dokonalejší roboty souboru Odex jsou konstruovány pro autonomní působení. Nejstarší robot firmy Odetics váží 180 kg a je schopen uzvednout břemeno o hmotnosti jedné tuny.

Universita státu Ohio sestrojila adaptivní závěsové vozidlo (adaptive suspension vehicle - ASV), tj. pokusný poloautonomní příšerný robot o váze přibližně 2300 kg . Má šest počítačem ovládaných noh, které jsou schopny samočinně volit místo své opory, zatímco směr pohybu je řízen řídící jednotkou. Užitečná zátěž bude podle očekávání přibližně 225 kg . Účelem je zajistit rychlou přepravu v terénu neschůdném pro kolová a pásová vozidla.

Zdá se, že v současné době se u všech projektů klade důraz na dálkové ovládání. Je to zřejmě ze dvou důvodů. Především, současný stav technologie dálkově ovládaných robotů je takový, že umožňuje zavést v případě potřeby zbraňové systémy v krátké lhůtě, avšak pouze za aktivního řízení člověka.

To vede ke druhému důvodu. Mezi vojáky, stejně jako mezi rozpočtovými orgány přetrvávají vážné výhrady k zavádění ozbrojených robotů, které se mohou vymknout lidské kontrole, jakmile se s nimi ztratí spojení. Psychologická mez, která musí být překročena dříve, než bude moci být svěřena plná důvěra ve výkonnost křehkých počítačů a možná také znehodnocenímu informačnímu vybavení, jež rozhoduje o ničivé výzbroji, je pochopitelně vysoká.

Je zcela možné, že tyto meze nebudou nikdy překročeny.

-JM-