

# ASISTENČNÍ TECHNOLOGIE A POLOHOVÁ ADAPTIVITA V ROBOTICE

Milan KVASNICA

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky  
Nad Stráněmi 4511, 76005 Zlín  
E-mail: [kvasnica@fai.utb.cz](mailto:kvasnica@fai.utb.cz)

## Abstrakt:

*Článek je zaměřen na současný stav v robotických asistenčních technologiích a rozhraní člověk-stroj se zřetelem na použití ve státní správě, bezpečnostních technologiích, protipožární, protiteroristické, vojenské a průzkumné činnosti, záchrannářských a policejních robotických systémech. Výroba, provoz a údržba robotických systémů vyžaduje nové směry ve výuce jak na středních, tak i na vysokých školách.*

## Úvod

Zaměření pohybujiícího se cíle patří k nejstarším úlohám polohové adaptivity, jejichž řešení je spojeno s otázkou přežití jak u zvířat, tak také u lidí. S rozvojem vědy a techniky se tato úloha přenesla na manipulační techniku operující ve dvou stupních volnosti, odměr a náměr. Údaje o odměru a náměru jsou postačující pro přímé zasažení cíle při použití jednoduchého projektilu. V případě potřeby zasažení cíle strelou s časovanou náloží, která po explozi zvyšuje pravděpodobnost zásahu, je zapotřebí vyhodnotit vzdálenost jako třetí stupeň volnosti. S rozvojem vědy a techniky se zvyšovala rychlost pohybujiících se cílů, zejména letadel, takže přímá palba na vzdušné cíle byla postačující ještě koncem I. světové války. Později vzhledem na zvýšenou rychlost vzdušných cílů byly vyvinuty elektromechanické analogové počítačové systémy, například československý UZ vzor 41. Tyto zaměřovací systémy se skládaly z dálkoměru ovládaného speciálně vycvičenou obsluhou, přičemž spojitě údaje o dráze letu byly přenášeny pomocí elektrických signálů do elektro-mechanického analogového počítačového systému, ze kterého pomocí selsynových vysílačů byly přenášeny parametry odměru, náměru a časování na protiletadlovou dělostřeleckou baterii, umístěnou i několik set metrů od zaměřovacího stanoviště.

Zaměřovací systémy omezené rychlostí reakce lidského operátora a časovým zpožděním elektromechanických analogových výpočetních systémů se stávaly koncem II. světové války neúčinné vzhledem k narůstajícím rychlostem letadel, které přesahovaly hodnotu 800 km/h (například Messerschmitt 107). Možnost použití vakuových obrazových snímačů dávala perspektivu on-line sledování vzdušných cílů pohybujiících se i nadzvukovou rychlostí. To vedlo k vývoji prvního elektronkového počítače ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer), jehož základní rysy architektury jsou shodné se současnými PC. Tento první elektronický počítač na světě byl sestaven z 18000 elektronek (dvojitě triody) jako podstata binárních klopných obvodů, 10000 kondenzátorů, 7000 odporů a 1300 relé. Byl chlazen dvěma leteckými motory, zabral plochu asi 150 m<sup>2</sup> a vážil asi 40 tun. Spotřeba elektrického proudu byla 200 kW a zvládnul 5000 operací/sek. Programovalo se na něm pomocí přepínačů. Tento historický počítač je dodnes vystavován ve svém vlastním muzeu na Walnut Street ve Philadelphii na Pensylvánské univerzitě. Tím byl zaznamenán historický krok ve vývoji výpočtové techniky, která primárně sloužila na podporu polohové adaptivity moderních palebných prostředků.

## **Současné směry v asistenčních technologiích a polohové adaptivitě robotických systémů**

Současný pokrok v oblasti robotických technologií dospěl do takové úrovně, že umožňuje průnik adaptivních robotických systémů dosud používaných převážně v průmyslu do zcela nových oblastí, jakými jsou asistenční robotické technologie.

Zvyšující se nároky jak na osobní bezpečnost, tak i na rychlou dostupnost informací o prostředí, ve kterém se člověk pohybuje, vedl k rozvoji inteligentních robotických systémů, zabezpečujících bezprostřední interakci s okolním prostředím. Inteligentní robotické systémy vyžadují pro své začlenění do prostředí účinné sensorické systémy nejen pro vnitřní zpětnou vazbu umožňující jejich mobilitu, ale též sensoriku vnější zpětné vazby, umožňující jejich polohovou adaptivitu orientovanou na styk s prostředím. Zvláštní skupinu sensorické systémy, umožňující polohovou adaptivitu robotů v rizikovém prostředí, manipulaci s nástražnými systémy a v kontaktu s lidmi umožňují tvořící strukturu různých druhů asistenčních technologií, jež se navzájem prolínají a jsou zaměřeny především na

- bezpečnostní služby
- informační služby ve státních orgánech, v soukromých firmách a ve výrobních prostorách
- zdravotnictví
- péče o invalidy  
péče o přestárlé lidi.
- vojsko
- protiteroristickou techniku
- záchranářství
- policii

Uvedené asistenční technologie jsou již nyní v zemích EU standardně používány a v současných projektech je připraveno hromadné nasazení asistenčních robotických systémů již v krátkém časovém horizontu a to zejména swarm robotic systems – skupinově spolupracující roboty, nazývané též robotické roje.

Nasazení těchto adaptivních robotických systémů v uvedených oblastech představuje značné finanční úspory a snížení rizika ohrožení osob v kritických situacích.

Česká republika v této oblasti značně zaostává, jak v oblasti bezpečnostních technologií, tak i v oblasti péče o invalidy a péče o přestárlé lidi pomocí asistenční robotické technologie. Nasazení asistenčních robotických technologií představuje nejen zvýšení efektivity zdravotní péče, ale též vysoké úspory pro zdravotní pojišťovny v podobě substituce celodenní pečovatelské služby.

Použití těchto adaptivních robotických systémů v uvedených oblastech vyžaduje spolupráci sensorických systémů a použití špičkových informačních technologií, což je jednou z náplní studijního programu Fakulty informačních technologií UTB.

V adaptivních robotických systémech typu swarm robots jsou používány inteligentní sensorické systémy, které pracují v součinnosti, jako například ultrazvukové a optoelektronické snímače vzdálenosti, šesti-složkové silově-momentové snímače a kamerové systémy s následným zpracováním obrazové informace. Součinnost uvedených sensorických systémů umožňuje pomocí skupinovou spolupráci při plnění speciálních úkolů například vojenských, bezpečnostních, informačních a protiteroristických. Při vojenských operacích „swarm roboty“ vyhodnotí situaci, který robot je v nejnepříhodnější pozici, aby střelbou zasáhl cíl, další roboty vytvářejí seskupení, které zamezí úniku zaměřeného objektu. V případě bezpečnostních robotických systémů se předpokládá nasazení především v obchodních a

dopravních centrech, budovách státní správy, nemocnicích, muzeích, galeriích, kde budou sloužit jako informační jednotky pro zákazníky a cestující a též k identifikaci a sledování podezřelých osob, jejichž snímky mají uloženy v paměti. „Swarm roboty“ si navzájem předávají informaci o pohybu podezřelé osoby, kterou sledují kamerovými systémy například s cílem zachycení obrazové informace o zloději při krádeži zboží, popřípadě peněženky. V nočním provozu jsou tyto kooperující robotické systémy přeprogramovány na součinnost s ostrahou a elektronickými zabezpečovacími systémy obvodové, prostorové a požární ochrany. Snižují zejména riziko přímého napadení ostrahy.

Robotické systémy založené na skupinové spolupráci „swarm roboty“ jsou testovány například v Jižní Korei, která jimi hodlá v brzké době nahradit vojenské oddíly hlídající hranici se Severní Koreou, přičemž náklady na pokrytí asi 225 kilometrů dlouhé demilitarizované zóny, si vyžádají investici přes 1,9 miliardy dolarů (kolem 47,5 miliardy korun). „Swarm roboty“ budou hranici zatím pouze sledovat, představitelé Jižní Korey však nevyklučují jejich pozdější vybavení střelnými zbraněmi, což zatím je v rozporu s mezinárodními konvencemi. Nejen Jižní Korea připravuje nasazení automatických bojovníků. Americká armáda vyvíjí systém FCS (Future Combat System), který zahrnuje pozemní i vzdušné robotické jednotky, jež spolu navzájem komunikují. První stroje FCS se mají objevit již v roce 2008, o dvě léta později by měly být schopny samočinně operovat. Americké armádě by nasazení FCS technologie mohlo ušetřit významnou část finančních prostředků, protože bude možné razantně snížit počty živých vojáků.

## **Vybrané druhy mobilních robotických systémů vyráběné v Ruské Federaci**

Uvedené mobilní robotické systémy byly představeny veřejnosti na výstavě LENEXPO 2007 pořádané paralelně s mezinárodním kongresem Mechatronics and Robotics 2007 a vzpomínkou oslavou k 50. výročí vypuštění prvního sputniku 4. října 1957. Některé z uvedených mobilních robotických systémů byly zařazeny do výzbroje průzkumných jednotek vojsk Ruské Federace již v roce 2006.

Mobilní robotický systém požárního průzkumu FGU BNIPO MČS Ruské Federace se čtyřmi stupni volnosti na obr. 1. Tento mobilní robot může být ovládán jak v ručním režimu otevřené zpětnovazební smyčky s operátorem, který může ovládat jednotlivé stupně volnosti na základě obrazové informace z kamerového systému CCTV, tak i v automatickém režimu s adaptivním polohováním na základě informace z termovizní kamery a senzorického systému. Do vybavení náleží snímač teploty, navigační kamerový systém, analyzátor plynů, infravizní kamera, termovizní kamera umožňující zacílení hasící směsi do místa požáru s nejvyšší teplotou, systém záštity robota před nadměrnou teplotou pomocí rozstříku chladící směsi a záchranářské nástroje. Robot umožňuje hašení požáru ve větší operační vzdálenosti do 500m pomocí hasící směsi umístěné v cisternách na platformě robota, pro menší operační vzdálenosti do 50m používá vlastní navíjecí buben s hadicí pro přívod hasícího media.



Obr. 1: Mobilní robotický systém požárního průzkumu FGU BNIIPO.

Robotické protipožární rameno se třemi stupni volnosti na obr. 2 má standardní výbavu sestávající z navigačního kamerového systému, analyzátoru plynů, termovizní kamery umožňující zacílení mohutného proudu hasící směsi do místa požáru s nejvyšší teplotou a systém záštity robotického ramene před nadměrnou teplotou pomocí rozstříku chladicí směsi. Robotické rameno je určeno jak pro montáž na pojízdné požární cisternové vozidlo, zpravidla na dálkově řízený tankový podvozek s cisternou, tak i pro stacionární montáž v blízkosti chemických reaktorů a nádrží na pohonné látky. Robotické protipožární rameno se třemi stupni volnosti může pracovat autonomně pomocí termovizní kamery, která automaticky zacílí hasící směs do míst s nejvyšší teplotou, popřípadě v režimu otevřené regulační smyčky s operátorem, který může ovládat jednotlivé stupně volnosti na základě obrazové informace z kamerového systému CCTV.



Obr. 2: Robotické protipožární rameno se třemi stupni volnosti

Vícefunkční mobilní robotický systém třídy VARAN na obr. 3 je určen na vizuální rozvědku a prvotní identifikaci podezřelých předmětů a nástražných systémů pomocí televizních kamer a přídavných závěsných systémů. Do příslušenství robotu patří roentgenové snímací zařízení a speciální kontejnery na přepravu podezřelých předmětů. Řídicí systém umožňuje autonomní i ruční dálkově řízenou navigaci robotu.



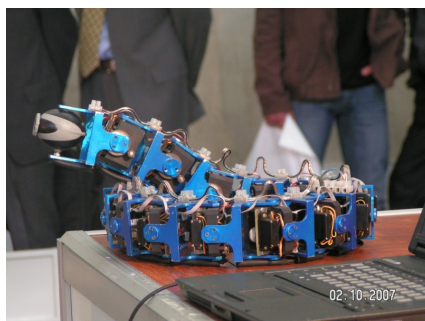
Obr. 3: Vícefunkční mobilní robotický systém třídy VARAN.



Obr. 4: Vícefunkční průzkumný robotický systém GNCN RTK Razvěděčik 3



Obr. 5: Vícefunkční mobilní robotický systém určený pro manipulaci s nástražnými systémy.

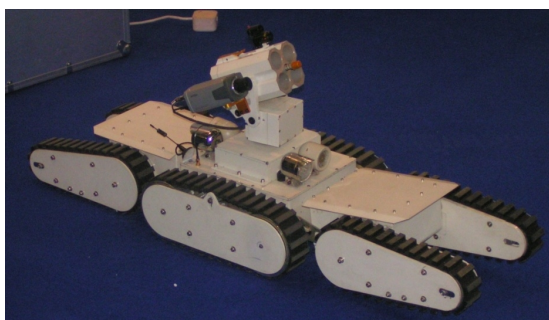


Obr. 6: Průzkumný kamerový plazivý mobilní robotický systém určený na inspekci dutin a potrubí.

### **Vybrané druhy mobilních robotických systémů vyráběné v Číně**

Na výstavě LENEXPO 2008 pořádané paralelně s mezinárodním kongresem Mechatronics and Robotics 2008 byly představeny veřejnosti za účasti čínských výrobců též vybrané druhy vojenských a protiteroristických mobilních robotických systémů vyrobených v Číně.

Jako první je uveden výrobek Strojně-elektrotechnického kombinátu LTD v Chu-Bej Chan-Dan, který je určen pro vizuální průzkum pomocí kamerového systému a mikrofonním systémem pro akustický průzkum, dále odpalovací rampou na střelbu obranných slzotvorných a kartáčových granátů. Při hašení požárů lze použít granát vytvářející tlakovou vlnu, která je účinná například při likvidaci požáru automobilů, zejména na hašení těžkých látek, například benzin. Na likvidaci teroristů lze použít dvousložkové aerosolové granáty s dvojitým ničivým účinkem, jak pomocí explose a i následné dekomprese, efektivní zejména v uzavřených prostorech.



Obr. 7: Vícefunkční mobilní robotický systém Strojně-elektrotechnického kombinátu LTD v Číně.



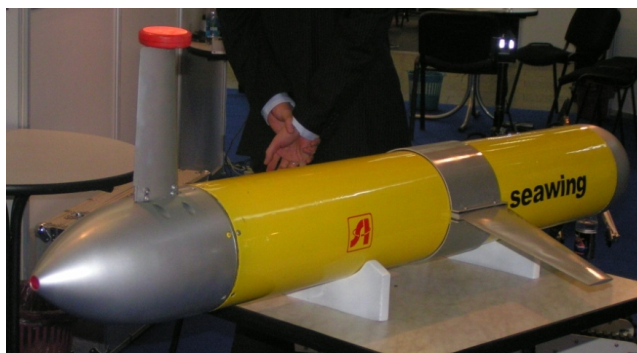
Obr. 8: Vícefunkční průzkumný mobilní robotický systém se strukturovaným pohybovým ústrojím HW LIZARD, Čína.



Obr. 9: Vícefunkční mobilní robotický systém určený pro manipulaci s nástražnými systémy, čínské výroby.



Obr. 10: Průzkumný vrtulníkový robotický systém čínské výroby.



Obr. 11: Vícefunkční podmořský průzkumný mobilní robotický systém čínské výroby.

## Literatura

- [1] KVASNICA M.: Six-Component Force-Torque Sensing by Means of One Quadrate CCD or PSD Element, Proceedings of the 2nd International Symposium on Measurement and Control in Robotics, 1992, AIST Tsukuba Science City, Japan.
- [2] KVASNICA M.: Intelligent Sensors for the Control of Autonomous Vehicles, Proceedings of the 6th International Conference and Exposition on Engineering, Construction and Operation in Space and on Robotics for Challenging Environments - Space and Robotics 98, Albuquerque, New Mexico, April 1998, USA.
- [3] KVASNICA M.: Measurement in Engineering Construction and Control Operations in Space, ASCE Multi-Conference on Engineering, Construction, Operations, and Business in Space and on Robotics for Challenging Situations and Environment, Space and Robotics'2000, Albuquerque, New Mexico, USA.
- [4] KVASNICA M.: Improvement of Positioning Accuracy in Multi-Pod Parallel Structures, ASCE Multi-Conference on Engineering, Construction, Operations, and Business in Space and on Robotics for Challenging Situations and Environment Space and Robotics 2002, Albuquerque, New Mexico, February-March 2002, USA.
- [5] KVASNICA M.: Force-Torque Sensing in Authentization and Human Factor Failure Prediction Mezinárodní konference Bezpečnostní technologie, systémy a management BTSM 2007, Zlín, 12.-13.9.2007, Czech Republic. ISBN 978-80-7318-606-7.
- [6] Kvasnica M.: Algorithmic Approach for the Sampling of Six Degrees of Freedom Information Using Floating 2-D Coordinate Frame. Proceedings of the International Workshop on Robotics and Mathematics ROBOMAT 2007, Coimbra, Portugal, 17.-19. 9. 2007. ISBN: 978-989-95011-3-3.
- [7] Kvasnica M.: The Design of the Calibration Equipment for the Six Component Force-Torque Sensor. Proceedings of the International Congress Mechatronics and Robotics MiR 2007, Saint Petersburg, Russia, 02.-05. 10. 2007, Izdatelstvo Poligrafičeskij Komplex Lenexpo 2007.
- [8] Kvasnica M.: Six DoF Sensing in Identification and Authentification for Robotics. Proceedings of the 19th All-Russian Scientific-and-Technological Conference with International Participation EXTREME ROBOTICS 2008, April 8-9, 2008, Saint-Petersburg, Russia, Izdatelstvo LNII RTC 2008.
- [9] <http://www.lenexpo.ru>
- [10] <http://www.rtc.ru>