

# Mobilne roboty interwencyjno-inspekcyjne

prof. dr hab. inż. Andrzej Masłowski  
Przemysłowy Instytut  
Automatyki i Pomiarów  
Warszawa

Przedstawiono tendencje rozwoju mobilnych robotów inspekcyjnych i interwencyjnych, szczególnie w zakresie ich wyposażenia i oprogramowania do teleoperacji z elementami autonomicznej, inteligentnej nawigacji. Podano przykłady zastosowań takich robotów, m.in. do humanitarnego rozminowania i unieszkodliwiania niebezpiecznych ładunków w działaniach antyterrorystycznych.

W wielu krajach świata radykalne grupy etniczne lub religijne, a także organizacje kryminalne coraz częściej w akcjach terrorystycznych wykorzystują bomby i środki strzałowe [1]. Zdarzenia takie mają ostatnio miejsce także w Polsce, gdzie nie opracowano wyspecjalizowanego systemu mobilnego, wspomagającego działania antyterrorystyczne. Policja państwowa, straż graniczna, straż pożarna, jednostki antyterrorystyczne są zainteresowane zdalnie sterowanym robotem do rozpoznawania i usuwania niebezpiecznych ładunków lub do analizy skutków zdarzeń z udziałem materiałów wybuchowych.

## Zastosowanie i budowa

Specjalizowane roboty mobilne są produkowane i stosowane na świecie [2, 3, 4]. Typowymi ich aplikacjami są: monitorowanie i naprawy elementów w siłowniach jądrowych, inspekcja obszarów skażonych środkami chemicznymi lub zagrożonych skażeniem, walka z pożarami, wyszukiwanie i usuwanie bomb, walka z terroryzmem. Osobnym i ostatnio szczególnie intensywnie rozwijającym się zastosowaniem systemów mobilnych jest detekcja i usuwanie min oraz humanitarne rozminowanie [5, 6, 7, 8]. Istnieją także inne aplikacje robotów mobilnych o cechach robotów inspekcyjnych np. w górnictwie [9] czy w rolnictwie [10].

Wszędzie tam gdzie zagrożone jest życie operatora, jest celowe stosowanie wyspecjalizowanych systemów mobilnych. Nawet w chłodnym ujęciu ekonomicznym, koszt utraty życia człowieka znacznie przewyższa wydatki poniesione na konstrukcję, badania, produkcję i utrzymanie maszyn mobilnych.

Typowym zastosowaniem robotów inspekcyjnych jest technika jądrowa.



Rys. 1. Ciężki manipulator mobilny HMV firmy Telerob

Na rysunku 1 przedstawiono jeden z bardziej zaawansowanych systemów inspekcyjnych – ciężki manipulator mobilny (Heavy Manipulator Vehicle-HMV [11]), produkowany przez firmę Telerob.

Innym przykładem robota, wykorzystywanego do inspekcji i nadzoru w elektrowniach jądrowych, jest średniej wielkości robot na czterech gąsienicach, również produkowany przez firmę Telerob, o nazwie MV3 [11], przedstawiony na rys. 2.

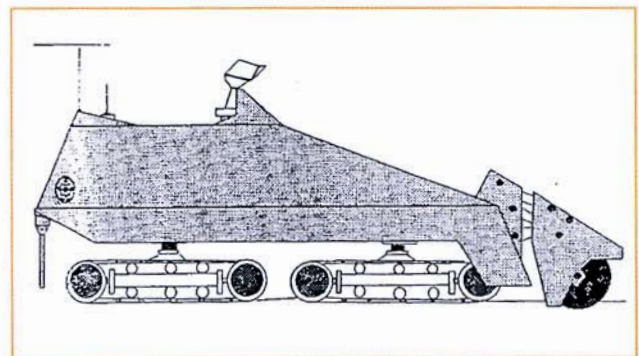


Rys. 2. Robot inspekcyjny MV3 firmy Telerob

Szczególnym obszarem zastosowań mobilnych robotów specjalizowanych, mających właściwości zarówno robotów inspekcyjnych jak i interwencyjnych, są roboty wykonujące misję detekcji, neutralizacji lub usuwania min, szczególnie min przeciwpiechotnych (anti-personnel mines) [12].

Przykładem mobilnego robota, przeznaczonego do działania w trudnym terenie (np. górzystym czy pustynnym) jest wyprodukowany przez firmę ACSA robot CM-2 [13]. Ideę budowy tego robota przedstawiono na rys. 3.

Cechami wyróżniającymi go są: modułowa budowa, a zatem łatwość transportu i naprawy, prosta obsługa, zintegrowany system sygnalizacji i sterowania. Do celów rozminowania robot jest wyposażony w przedni bęben o napędzie hydraulicznym, czujniki magnetyczne, działko wodne oraz 6-funkcyjny manipulator.



Rys. 3. Idea budowy robota CM-2 firmy ACSA



W USA opracowano i wdrożono system zdalnie sterowanego robota mobilnego RETRVIR [14], pokazany na rys. 4. W skład tego systemu wchodzi czterokołowa baza mobilna z 6-funkcyjnym manipulatorem hydraulicznym, chwytak z czujnikami siły, układy wizyjne, mobilne stanowisko sterowania z konsolą operatorską (rys. 5), wyposażoną w wysokiej klasy interfejs graficzny oraz moduł szybkiej łączności radiowej. Rozkazy operatora, jako decyzje wyższego rzędu, są przekazywane do układu sterowania systemem RETRVIR, który automatycznie wyznacza trajektorię ruchu ramienia manipulatora i jego chwytaka właściwą do wykonania danego zadania. W celu uniknięcia kolizji z otaczającymi przeszkodami ruch ramienia jest korygowany i odpowiednio zsynchronizowany z ruchem bazy mobilnej. Daje to w sumie efekt znacznego przyspieszenia operacji wykonywanych za pomocą tego robota. Chwytak manipulatora może bezpośrednio ujmować niebezpieczne przedmioty (np. miny) albo za pośrednictwem narzędzi, dodatkowo montowanych na ramieniu manipulatora. Czujniki siły zainstalowane w chwytaku pozwalają delikatnie nim operować.

Ze względu na wymiar społeczny akcji terrorystycznych, na plan pierwszy wysuwa się wykorzystanie ich w technice usuwania ładunków wybuchowych: lokalizacja, identyfikacja, unieszkodliwienie. Tu przykładem dobrej konstrukcji jest robot MV4 [15] firmy Telerob, rys. 6, stanowiący integralną część w pełni wyposażonego zestawu do inspekcji i interwencji TEL 600, przedstawionego na rys. 7.

### Nowoczesne sterowanie robotami interwencyjno-inspekcyjnymi

System mobilnego robota inspekcyjno-interwencyjnego składa się z dwóch głównych elementów. Pierwszy z nich to stanowisko operatorskie do zdalnego sterowania robotem mobilnym, ewentualnie z wykorzystaniem elementów rzeczywistości wirtualnej. Stanowisko to jest elementem dialogu na łączu człowiek-maszyna oraz obsługuje radiową lub przewodową komunikację z robotem. Drugim elementem jest robot mobilny wyposażony w manipulator z chwytakiem, różnego rodzaju czujniki [16] służące do badania stanu otoczenia, dwie kamery (jedna do obserwacji drogi, druga do obserwacji manipulatora), modemu radiowego i inteligentnego sterownika. Oprogramowanie takiego systemu składa się również z dwóch części: pierwszej związanej z obsługą stanowiska operatorskiego oraz drugiej dotyczącej komunikacji i sterowania robota.

Jednym z zadań zdalnie sterowanego mobilnego robota inspekcyjnego czy interwencyjnego jest dostarczenie teleoperatorowi informacji o swoim otoczeniu, zebranych i przedstawionych tak, aby umożliwić sprawne nim manewrowanie w nieznanym terenie [17,18,19, 20].

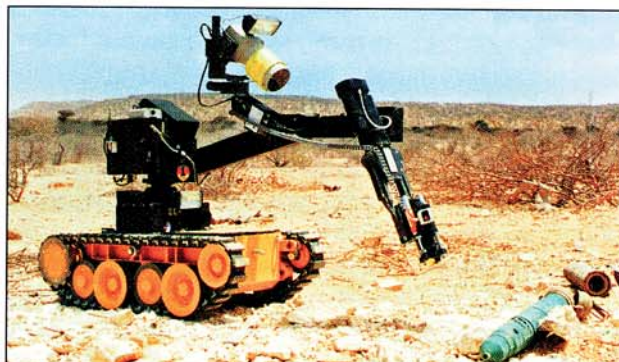
W razie pomyłek teleoperatora lub w razie zakłóceń łączności, robot powinien przejmować inicjatywę i kontynuować wykonywanie zadania, a przede wszystkim być w stanie wrócić samodzielnie do miejsca startu misji. Robot powinien wspomagać teleoperatora przez autonomiczne wykonywanie pewnych funkcji, np. jazda wzdłuż ściany, środkiem korytarza, z unikaniem zderzeń z przeszkodami (ruchomymi i nieruchomymi) itp.



Rys. 4. Zdalnie sterowany mobilny manipulator RETRVIR wraz ze stanowiskiem sterowania



Rys. 5. Operator przy konsoli sterującej robotem RETRVIR



Rys. 6. Robot MV4 firmy Telerob



Rys. 7. System TEL 600 firmy Telerob



Do realizacji tych celów teleoperator powinien mieć do dyspozycji panel do sterowania mobilnym manipulatorem i móc posługiwać się hełmem wirtualnym z obrazem otoczenia robota [21, 22, 23]. Obraz ten jest przetwarzany i przekazywany drogą radiową z kamer robota: kamery umieszczonej z przodu robota, umożliwiającej kontrolowaną jazdę bazy mobilnej i kamery obserwującej manipulator, umożliwiającej kontrolę jego ruchu. Głównym celem stosowania elementów techniki wirtualnej rzeczywistości jest ułatwienie teleoperatorowi wykonanie zadania. Przetworzony obraz z kamer robota, rzutowany na ekran wewnątrz hełmu na głowie operatora, stwarza mu wrażenie osobistego pobytu w miejscu robota. Efekt ten jest spotęgowany tym, że ruchom głowy operatora na boki odpowiadają obroty wieży robota, na której jest zamocowana kamera. Dzięki temu sterowanie robotem i zdalne wykonanie zadania staje się łatwiejsze. Dzięki modemu radiowemu, roboty mogą poruszać się w odległości do kilkuset metrów od teleoperatora. Wykorzystuje się przy tym odczyty z czujników robota i/lub systemu wizyjnego, uwzględniając błędy pomiaru, zakłócenia radiowej transmisji danych, a także dynamikę robota.

Do sterowania robotem stosuje się obecnie hybrydowe i hierarchiczne sterowniki. Taka struktura pozwala na dużą szybkość ich działania w przypadku często powtarzających się sytuacji (np. zagrożenia zderzeniem z dowolną przeszkodą). Sterownik może być zbudowany przy wykorzystaniu sieci neuronowych lub zbiorów rozmytych, ale wykonuje się również implementację niektórych funkcji metodami klasycznymi, np. gdy czas reakcji robota jest wielkością krytyczną. Głównym wyznacznikiem skuteczności sterownika jest jego niezawodność.

Jeśli robot (lub zespół robotów) ma pracować na znacznej przestrzeni, zatem w znacznej odległości od operatora, to niemożliwy jest ciągły nadzór i stałe przekazywanie danych o stanie jego otoczenia, np. szybka transmisja sygnału wizyjnego. Zadaniem sterownika będzie wówczas zarówno sterowanie robotem według decyzji operatora, jak i podejmowanie własnych decyzji i reagowanie na nieznaną sytuację. Taki autonomiczny sterownik robota musi składać się z czterech podstawowych bloków: bloku analizy zadań zleconych przez operatora, bloku priorytetów zadań, bloku decyzyjnego, bloku bezpieczeństwa.

Blok analizy zadań służy do ich klasyfikacji do kategorii, które robot potrafi wykonać. Blok priorytetów zadań zaseregowuje zlecone, a jeszcze nie wykonane zadania, tak aby robot mógł jak najefektywniej wykorzystać czas i zasoby energii. Optymalizacja czasu wykonania pewnej liczby zleconych zadań umożliwia rozwiązanie zarówno problemu szybko wyczerpujących się zasobów energii w robocie, jak i zwiększenia liczby wykonanych zadań, biorąc pod uwagę prawdopodobieństwo uszkodzenia robota w trudnych warunkach. Blok decyzyjny odpowiada za wybór środków do realizacji całego zadania. Blok bezpieczeństwa, wyposażony w system odruchowy przejmuje kontrolę nad robotem w sytuacjach jego zagrożenia. Dotychczasowe próby wprowadzenia odruchów do sterowania robotami, stanowią początki badań w tej dziedzinie.

Opisana powyżej zasada teleoperacji łączy w sobie szereg cech zwiększających możliwości sterowania robotami na dużych odległościach. Jest to nowe i jeszcze nie rozwiąza-

ne zagadnienie, stwarzające możliwości usprawnienia mobilnych robotów interwencyjno-inspekcyjnych o rozszerzonej autonomii. Przykładem tego trendu jest inteligentny sterownik mobilnego systemu autonomicznego, zbudowanego w oparciu o architekturę wielowarstwową [24, 25], gdzie każda warstwa, odpowiedzialna za realizację danego celu, ma bezpośredni dostęp do receptorów i efektorów sterowanego obiektu. W proponowanym rozwiązaniu, typowe problemy związane z innymi architekturami, np. subsumption architecture mogą być usunięte przez zastosowanie dynamicznego przydziału priorytetów warstwom. Wymaga to dodania modułów wstępnego przetwarzania danych filtrujących informacje z poszczególnych warstw (wzorce biologiczne) oraz zastosowania do budowy niektórych warstw techniki sieci neuronowych samouczących się (unsupervised learning).

Ważną zaletą takiego systemu sterowania jest jego odporność na uszkodzenia, np. gdy uszkodzi się warstwa odpowiedzialna za wyszukiwanie celu, dalej istnieje szansa realizacji zadania, gdyż robot jest w stanie omijać przeszkody. Prawdopodobnie warstwa odruchów warunkowych, nauczona przez warstwę wyszukującą cele, może zastąpić uszkodzoną część sterownika. Warto ponadto zaznaczyć, że proponowane do stosowania sieci neuronowe przejawiają pewną odporność na częściowe uszkodzenia, co wynika z samej ich budowy [26].

Robot musi wspomagać teleoperatora w stopniu umożliwiającym łatwe nim sterowanie. W razie zakłóceń lub całkowitego zerwania łączności, powinien bezpiecznie wrócić do miejsca rozpoczęcia misji lub samodzielnie wykonać zadanie i powrócić. Służą do tego, będące na wyposażeniu robota mobilnego, czujniki odległości (ultradźwiękowe, podczerwone i dalmierz laserowy) do tworzenia mapy otoczenia robota oraz czujniki taktylne do sygnalizowania ewentualnego zdarzenia z przeszkodami. Dane z układów sensorycznych powinny się wzajemnie potwierdzać (realizuje się tu ideę fuzji sensorów). Obraz z systemu wizyjnego może być (w przypadku użycia standardowego modemu radiowego) przekazywany teleoperatorowi jedynie w uproszczonej postaci. Przy zastosowaniu szybkiego łącza radiowego możliwe jest przekazywanie obrazu o większej rozdzielczości. Operator mobilnego robota interwencyjno-inspekcyjnego powinien również dysponować narzędziowymi funkcjami przetwarzania obrazów (np. filtrowanie, wyostrzenie, cyfrowa regulacja jasności i kontrastu itp.) [27]. Nie jest to możliwe w przypadku stosowania standardowych łącz telewizji przemysłowej. System wizyjny, zainstalowany w robocie mobilnym wyposażonym w komputer pokładowy, spełnia takie wymagania.

Oprogramowanie wspomagające działania operatora powinno pozwolić na autonomiczny ruch robota w danej sytuacji, np. na jazdę wzdłuż ściany, optymalne omijanie przeszkód, ciągłe monitorowanie przestrzeni wokół siebie (wyświetlanie mapki) i alarmowanie w sytuacji zbliżenia się do przeszkody (lub interwencji), autonomiczną inspekcję terenu. Mimo to nadrzędną rolę w sterowaniu będzie zawsze pełnił operator.

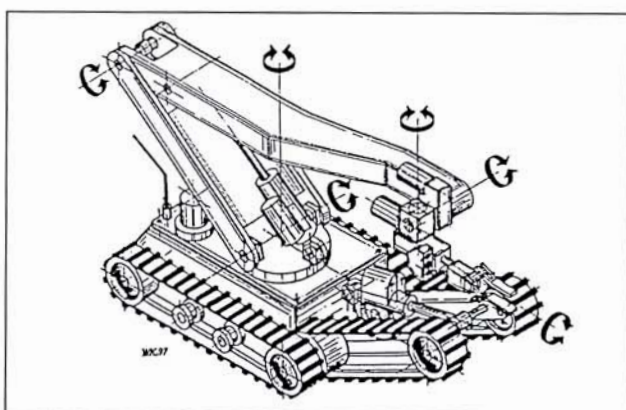
Reasumując poruszane do tej pory kwestie, można stwierdzić, że za nowe i oryginalne tendencje należy uznać rozwiązania problemów związanych ze sterownikiem robota mobilnego interwencyjno-inspekcyjnego o ograniczonej autonomii, zdalnie prowadzonego przez operatora. Jest to



połączenie dwóch oddalonych od siebie ośrodków decyzyjnych – człowieka i komputera robota. Uwzględnia się przy tym fakt pracy robota, rozpoznawania stanu otoczenia i jego autonomiczną nawigację w skrajnie trudnych warunkach (np. zapylenie, temperatura, wilgotność nierówność terenu, jazda po schodach itp.).

## Mobilny robot interwencyjno-inspekcyjny ROBOPIAP

W Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów PIAP podjęto realizację projektu celowego [28] dotyczącego opracowania, wykonania i badania prototypu mobilnego robota interwencyjno-inspekcyjnego, którego rzut aksonometryczny pokazano na rys. 8.



Rys. 8. Rzut aksonometryczny prototypu robota interwencyjno-inspekcyjnego

Zasadniczym czynnikiem różniącym to przedsięwzięcie od konstrukcji zagranicznych jest założenie o zdolności robota do automatycznego wykonywania określonych czynności, w pewnych sytuacjach lub na życzenie operatora. Do działań takich należy autonomiczny powrót robota do stanowiska operatora lub jazdy w kierunku operatora, w przypadku utraty łączności radiowej. Zapobiega to wyłączeniu robota z dalszej akcji lub konieczność bezpośredniej ingerencji operatora. Zastosowanie za-

awansowanego komputera pokładowego pozwoli na zaprogramowanie innych funkcji robota np. autonomiczne poruszanie się robota w korytarzu w ustalonej odległości od ściany lub w terenie.

Integralną częścią systemu jest specjalistyczne oprogramowanie zarówno poszczególnych podsystemów robota, pulpitu sterowniczego jak również systemu jako całości. Oprogramowania będzie napisane w systemie operacyjnym czasu rzeczywistego QNX, który cechuje duża stabilność i niezawodność, przy jednoczesnym zachowaniu oszczędności pamięci operacyjnej.

## Podsumowanie

Efektywne wykorzystanie mobilnych robotów interwencyjno-inspekcyjnych w akcjach antyterrorystycznych, wymaga istnienia zintegrowanego systemu inspekcyjno-śledczego dla zastosowań specjalnych z udziałem materiałów wybuchowych, gazów toksycznych czy narkotyków. W kraju dotyczy to, szczególnie przypadków użycia środków wybuchowych [29, 30]. Taki system inspekcyjno-śledczy zdarzeń z materiałami wybuchowymi powinien być przebadany i zweryfikowany w warunkach symulacji hybrydowej [31, 32] jak i rzeczywistych warunkach pracy.

Wykorzystanie mobilnych robotów klasy interwencyjno-inspekcyjnych w akcjach humanitarnego rozminowania powinno zapewnić spełnienie założenia o likwidacji tak znacznej liczby zainstalowanych min [33], głównie przeciwpiechotnych, w ciągu 20-30 lat [34]. Wymaga to ściślejszej współpracy międzynarodowej zarówno ośrodków badawczych, przemysłowych, jak też koordynacji nakładów finansowych, przeznaczonych na humanitarne rozminowanie. Na podkreślenie zasługuje fakt rozpoczęcia w kraju, w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów prac nad specjalizowanym robotem mobilnym o takich właściwościach, które predestynują go także do aplikacji w akcjach humanitarnego rozminowania. Zastosowane nowe koncepcje sterowania robota, zdolność do autonomicznego wykonywania określonych czynności, wyposażenie i oprogramowanie do celów teleoperacji z elementami inteligentnej nawigacji wzbudził już zainteresowanie specjalistów zagranicznych.

## Bibliografia:

- [1] Proc. of the 4th Int. Symp. on Analysis and Detection of Explosives, Sept. 7-10, 1993 Jerusalem, Israel., J. Yinon, Ed., Kluwer Academic Publishers, 1993.
- [2] Katalogi i materiały firm produkujących zdalnie sterowane mobilne roboty inspekcyjno-interwencyjne: REMOTEC, DATA MAST, AI Security, ALVIS LOGISTICS LTD, Telerob, Kentree, PIMCO, BILZ.
- [3] Mononen J. and Nieminen T., Puputti J.: Teleoperation and Autonomous Guidance Systems for Off-Road Vehicles, SAE Technical Paper Series 941804.
- [4] Mononen J., Nieminen T., Puputti J., Sampo M.: Development of Autonomous Vehicles for Commercial and Government Applications, in: Proc. of the AUVS Annual Symp. Detroit, MI, May 23-25, 1994.
- [5] Daniels D. and Ditter J.: Design Challenges for Ultra-Wideband Radar for AP Mine Detection, in: Proc. of the Workshop on Anti-personnel Mine Detection and Removal, Lausanne, 30th June and 1st July, 1995.
- [6] Liu X., Fu S., Zhang H. and Zhang J.: Hidden Explosive Detection Methods, in: Proc. of the 4th Int. Symp. on Analysis and Detection of Explosives, Sept. 7-10, 1992, Jerusalem, Israel.
- [7] Sieber A. J., Ed.: Localization and Identification of Anti-personnel Mines, Joint Research Center European Commission, ECSC-EC-EAEC, Brussels-Luxemburg, 1995.
- [8] Nicoud J. D.: Mine Clearance - not only a problem for the military and more, Proc. of the Int. Conf. on Measurement and Control in Robotics, ISMCR,96, Brussels, 9-11 May, 1996.
- [9] Makela H., Lehtinen H., Koskinen K.: Navigation System for LHD Machines, in: Proc. of the 2nd IFAC Conf. on Intelligent Autonomous Vehicles'95, 12-14 June, 1995, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland.
- [10] Nieminen T., Sampo M.: Unmanned Vehicles for Agricultural and Off-Highway Applications, 1993 Int. Off-Highway & Power Plant Congress & Exposition, SAE Technical Paper Series 932475.
- [11] Katalog wyrobów firmy Telerob, Wyd. Telerob, Kiel, 1996.
- [12] Craib J. A.: Humanitarian Mine Clearance Equipment Requirements, WAPM'95, Lausanne, June 30- July 1, 1995.
- [13] Valez G., Thomas H., Requirements for Robotics in Explosive Ordnance Disposal Operations in Tropical and Desert Areas, WAPM'95, Lausanne, June 30- July 1, 1995.
- [14] Remotely Operated Dexterous Manipulation for Landmine and Unexploded Ordnance Detection and Removal Sandia National Labs Research Report, Albuquerque, New Mexico/Livermore, California, 1997.



- [15] Manipulator Vehicle Systems MV4, Katalog wyrobów firmy Telerob, Wyd. Telerob, Kiel, 1996.
- [16] Schraft R. D., Dahlkemper J., Baum W. and Gehringer H., Smart Sensor Modules for Operator Assistance of Teleoperated Mobile Robots, in: Proc. of the Workshop on Anti-personel Mine Detection and Removal WAMP'95, Lausanne, 30th June and 1st July, 1995.
- [17] Masłowski A., Czerniewska-Majewska A., Andrzejuk A., Szykarczyk P.: Komputerowo wspomaganą identyfikacją stanu otoczenia zrobotyzowanych układów mobilnych, Oprac. nauk.-bad. PIAP nr 7168, Wyd. PIAP, Warszawa, 1994.
- [18] Masłowski A.: Method of Hazardous Environment State Identification for a Robots, in: Proc. of the Int. Conf. on Measurement and Control in Robotics, ISMCR'92, Tsukuba, Japan, 1992.
- [19] Masłowski A.: State Identification of Space-Time Environmental Hazardous Systems in Mobile Robotics, in: Proc. of the Int. Conf. on Intelligent Robotics Systems IRS'94, Grenoble, France, 1994 (invited paper).
- [20] Masłowski A.: State Identification of Environment for Inspection Robots, in: Proc. of the Int. Conf. on Mathematical Models in Automation and Robotics, MMAIR'94, Międzyzdroje, Poland, 1994.
- [21] Hallbach M., van Muyswinkel A.: Robotics Control Station: From Teleoperation up to Mission Preparation, in: Proc. of the 2nd IFAC Conf. on Intelligent Autonomous Vehicles'95, June 12-14, 1995, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland.
- [22] Jarvis R. A.: An All – Terrain Intelligent Autonomous Vehicle with Sensor Fusion Based Navigation Capabilities, in: Proc. of the 2nd IFAC Conf. on Intelligent Autonomous Vehicles'95, June 12-14, 1995, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland.
- [23] Schultz R. J., Nishiyama T., Nakajima R., Nomura J.: A Software Architecture for a Telepresence Mobile Robot, Proc. of the Second Int. Symp. on Measurements and Control in Robotics, ISMCR'92, November 15-19, 1992, Tsukuba, Japan.
- [24] Szykarczyk P.: Sieć neuronowa jako analizator sygnału do sterowania robota mobilnego, w: Mat. konf. V KKR, Prace Naukowe Instytutu Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej, Świeradów Zdrój, 25-27 IX, 1996.
- [25] Szykarczyk P.: Badania eksperymentalne odruchowego sterowania ruchu robota mobilnego, Oprac. nauk.-bad. PIAP nr 7374, wyd. PIAP, Warszawa, 1996.
- [26] Masłowski A., Szykarczyk P.: The Neuro-vision Control for Mobile Robots, in: Proc. of the ISMCR'96, May 9-11, 1996, Brussels, Belgium.
- [27] Davies E. R.: Machine Vision, Theory, Algorithms, Practicalities, Academic Press, London, 1994.
- [28] Mobilny robot interwencyjno-inspekcyjny, Projekt celowy KBN nr 8T11A009 96C/3033
- [29] Cudziło S., Maranda A., Nowaczewski J., Trzciniński W., Morawa R.: The Analysis of Demilitarised Explosive Application for the Invitation of Industrial Explosives, Proc. of 5th Int. Symp. on Explosives Technology, Pretoàia, RSA, October 12-14, 1994.
- [30] Maranda A., Nowaczewski J., Miszczak M.: Application of the Explosives Withdraw from Military Stock in the Coal-Mining Industry, Proc. of the 24th Annual Conference of ICT, Karlsruhe, 1993.
- [31] Masłowski A., Czerniewska-Majewska A., Andrzejuk A., Szykarczyk P.: Simulation System to Analysis of Specialized Mobile Robots, Microcomputers in Civil Engineering, 12, 1997.
- [32] Masłowski A., Szumilas L.: Hybrid Simulation of Mobile System, w: Proc. of the Int. Symp. on Models and Methods in Automation and Robotics, MMAR'95, Międzyzdroje, Poland, 1995.
- [33] „Hap” Hambric H.: Demining Projects in the U.S. Department of Defense, Conf. on Landmine Neutralization and Removal - U.S. Technology and Humanitarian Demining, Brussels, June 19-20, 1997.
- [34] Proc. of the Int. Conf. on Landmine Neutralization and Removal - U.S. Technology and Humanitarian Demining, Brussels, June 19-20, 1996.
- [35] Masłowski A.: Surveillance mobile robot and teleoperation with elements of autonomous navigation to mine clearing, Conf. on Sustainable Humanitarian Demining, Zagreb, Croatia, Sept. 29 - Oct. 1, 1997.

# Abstracts

## **Security-Surveillance Mobile Robots**

**Andrzej Maślowski** – p. 25

In the paper current trends of surveillance as security mobile robots development have been presented, particularly equipment and software to teleoperation with some elements of autonomous, intelligent navigation. Examples of applications concerns such problems like humanitarian demining and dangerous materials disposal in security technology. Security-surveillance mobile robots of the new generation ROBORAP has been described.