
WYBRANE PROBLEMY INŻYNIERSKIE

NUMER 2

INSTYTUT AUTOMATYZACJI PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH
I ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW WYTWARZANIA

Mirosław TARGOSZ*, Wojciech SKARKA,

Marek WYLEŻOŁ, Piotr KASZA, Wojciech MOCZULSKI

Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn,
Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska, Gliwice
*miroslaw.targosz@polsl.pl

KONSTRUKCJA PLATFORMY NOŚNEJ ROBOTÓW MOBILNYCH

Streszczenie: Artykuł zawiera opis konstrukcji gaśnicowej platformy nośnej, przeznaczonej dla robotów mobilnych pod roboczymi nazwami Transporter oraz Explorer. Konstrukcja platformy nośnej została wykonana przez zespół badawczy z Katedry Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Śląskiej w Gliwicach we współpracy z Instytutem Technologii Eksploatacji-PIB w Radomiu w ramach projektu badawczego nr RC/2/II.4.1/PS „Wielozadaniowe mobilne roboty wykorzystujące zaawansowane technologie” finansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

1. Wstęp

Platforma nośna robotów mobilnych została skonstruowana w ramach projektu badawczego „Wielozadaniowe mobilne roboty wykorzystujące zaawansowane technologie”, który dotyczy opracowania i wykonania zespołu robotów mobilnych przystosowanych do monitorowania obiektów technicznych i wykonywania specjalistycznych zadań w ramach nadzoru eksploatacyjnego oraz ochrony przed zagrożeniami. Opracowanie konstrukcji gaśnicowej platformy nośnej było jednym z etapów realizacji projektu. Konstrukcja została opracowana przez zespół autorów. Na etapie opracowywania założeń wstępnych i koncipowania zespół był wspierany przez pozostałych wykonawców zadania, czyli pracowników i studentów Katedry Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Śląskiej w Gliwicach oraz pracowników Instytutu Technologii Eksploatacji-PIB z Radomia.

W kolejnych rozdziałach przedstawiono wymagania stawiane robotom mobilnym oraz wynikające z tego założenia konstrukcyjne platformy nośnej. Następnie przedstawiono opis opracowanej konstrukcji. Opisano również przebieg pracy zespołu i wskazano obszar dalszych prac. Opracowane oryginalne rozwiązanie będzie stanowić bazę do budowy specjalizowanych robotów mobilnych, których fizyczne prototypy przewidziane są jako rezultat końcowy zadania badawczego. Dotychczasowe efekty pracy zespołu oraz dodatkowe informacje można znaleźć na stronie projektu <http://robotymobilne.polsl.pl> (strona ta jest okresowo aktualizowana).

2. Podstawowe wymagania

Na etapie konceptowania opracowano założenia dotyczące zakresów funkcjonalności robotów, w tym m.in.: przeznaczenie poszczególnych robotów oraz całej grupy, warunki pracy, sposoby sterowania i poruszania się, rodzaje i zasady współdziałania grupy robotów, wstępne parametry systemów komunikacji oraz lokalizacji. Zespół projektowy opracował przykładowe scenariusze misji dla robotów, tj. przewóz ładunków niebezpiecznych, pobranie próbek na skażonym terenie, detekcja i lokalizacja wycieków instalacji chemicznych oraz zagrożenia pożarowego, lokalizacja osób poszkodowanych na terenie gruzowiska, pogorzelniska, monitorowanie pomieszczeń i przestrzeni otwartych, wizualna ocena stanu otoczenia itp.

W ramach dalszych prac dokonano analizy stanu wiedzy [1,2] oraz opracowano koncepcje robotów „Transporter”, „Explorer” i małego robota kołowego „Pathfinder”.

Biorąc pod uwagę przykładowe misje grupy robotów, sprecyzowano przeznaczenie poszczególnych robotów.

Przeznaczenie robota „Transporter”:

- pobieranie i transport robotów typu „Pathfinder”,
- pobieranie i transport przedmiotów niebezpiecznych.

Przeznaczenie robota typu „Explorer”:

- inspekcja wizyjna obiektów z możliwością pobierania próbek, np. gleby,
- detekcja różnego rodzaju zagrożeń, tj. na przykład: nadmierne stężenie CO,
- zagrożenia pożarowe.

W tabeli 1 zaprezentowano podstawowe wymagania funkcjonalności robotów „Transporter” i „Explorer”, które stanowiły punkt wyjścia do założeń projektowo-konstrukcyjnych platformy nośnej.

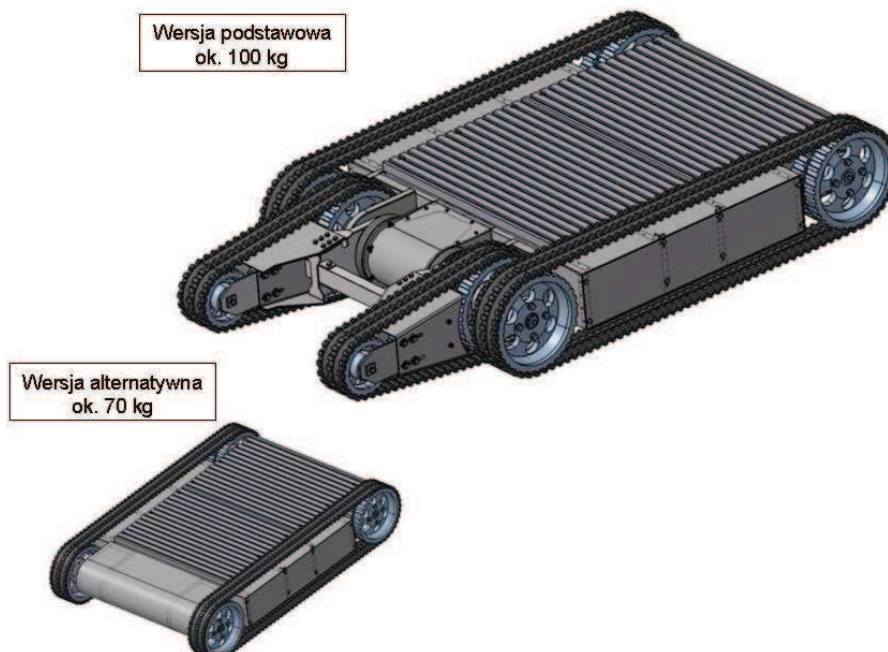
W celu opracowania koncepcji układu mechanicznego robotów „Transporter” i „Explorer” dokonano przeglądu rozwiązań konstrukcyjnych robotów spełniających podobne funkcje. W analizie porównawczej uwzględniono między innymi roboty polskie: Inspector, Expert, Scout oraz Ibis wytwarzane przez PIAP [3] oraz roboty zagraniczne: 510 Packbot, SUGV, 710 Warrior, 210 Negotiator firmy iRobot [6] oraz roboty innych producentów [2,5,6]. Duża masa robota oraz złożoność układu nośnego okazały się w wielu dotychczasowych rozwiązaniach układów nośnych w znanych konstrukcjach jednym z głównych czynników wpływających na ich małą przydatność w kontekście realizowanego zadania. Skutkiem tego przy opracowaniu koncepcji układu mechanicznego decydującym kryterium było uzyskanie jak najmniejszej masy całego układu oraz pewności działania i prostoty rozwiązań. Dla założonego zestawu funkcji robotów „Transporter” i „Explorer” zdecydowano się na zastosowanie dla obu robotów wspólnej gąsienicowej platformy bazowej. W kolejnym przybliżeniu rozpatrywano dwie wersje platformy nośnej robotów różniące się położeniem dodatkowej gąsienicy (po wewnętrznej lub zewnętrznej stronie głównych gąsienic napędowych). Ostatecznie wybrano rozwiązanie z gąsienicami pomocniczymi umieszczonymi po wewnętrznej stronie gąsienic napędowych.

Tab. 1. Wymagania dotyczące funkcjonalności robota „Transporter” i „Explorer”
 Tab. 1. Specification of functionality of robots “Transporter” and “Explorer”

Warunki pracy
<ul style="list-style-type: none"> • warunki terenowe: zalegający śnieg, błoto, piasek, tereny leśne o umiarkowanym zagęszczeniu runa leśnego i zróżnicowanej ściółce, podłoże trawiaste, podłoże kamieniste lub inne utwardzone, obszary o różnorodnej formie ukształtowania: umiarkowane pagórki, grzędy, rowy itp., • praca w terenie otwartym w dzień i noc, • praca w pomieszczeniach oraz ich obszarach o różnym stopniu oświetlenia i widoczności, • temperatura otoczenia: od -5 do 40°C, • warunki atmosferyczne: średni opad śniegu lub deszczu, umiarkowany wiatr, mgła, • poruszanie się w budynkach (pokonywanie standardowych otworów drzwiowych oraz schodów), • typowe przeszkody w terenie otwartym i w budynkach.
Zasilanie
<ul style="list-style-type: none"> • możliwość łatwej wymiany akumulatorów, • akumulatory doładowywane na robocie z zewnętrznego źródła zasilania, • zasilanie awaryjne z pominięciem akumulatorów, • monitorowanie stanu akumulatorów.
Sposób poruszania się
<ul style="list-style-type: none"> • ruch przód/tył z określoną prędkością ok. 5 km/h, • skręt lewo/prawo po łuku, • obrót lewo/prawo w sposób czołgowy.

3. Opis konstrukcji platformy nośnej

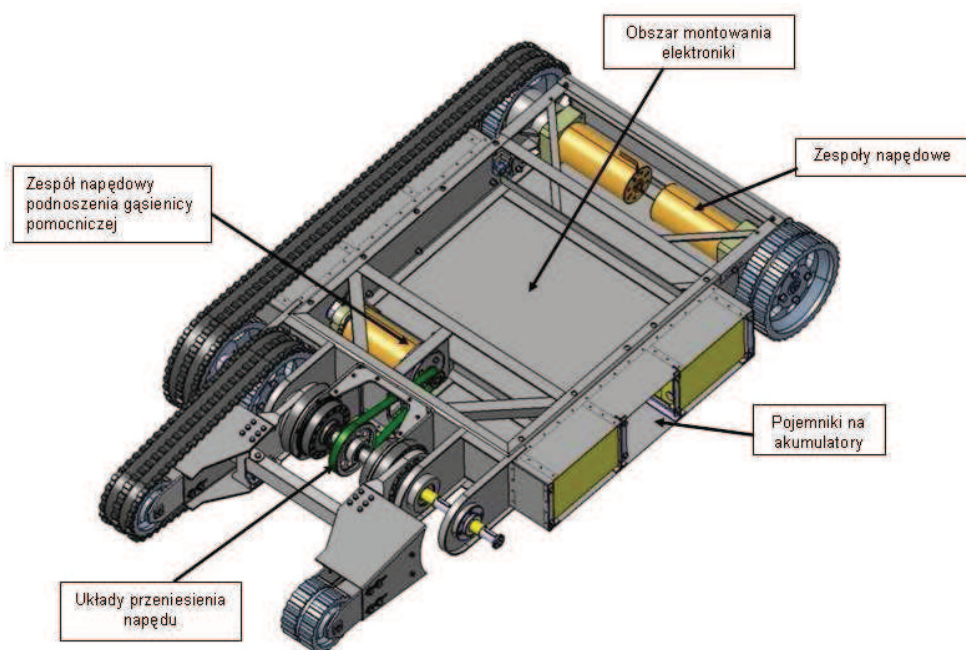
Podczas prac badawczych opracowano konstrukcję platformy nośnej. Model wirtualny pokazano na rys. 1. Skonstruowana platforma może również funkcjonować w wersji uproszczonej, bez przedniej gąsienicy, pozbawiając platformę pewnych możliwości mobilnych, ale za to wersja taka charakteryzuje się mniejszą masą. Platformę nośną stanowi podwozie gąsienicowe, zamocowane na ramie nośnej wykonanej z kątowników. Podłoga oraz powierzchnie boczne wykonane są z blachy ze stopów lekkich. Górną powierzchnię platformy mechanicznej robota stanowi płyta T-rowkowana zastosowana w celu umożliwienia szybkiego i uniwersalnego montażu oprzyrządowania dodatkowego (czujników, manipulatora, uniwersalnego kosza itp.).



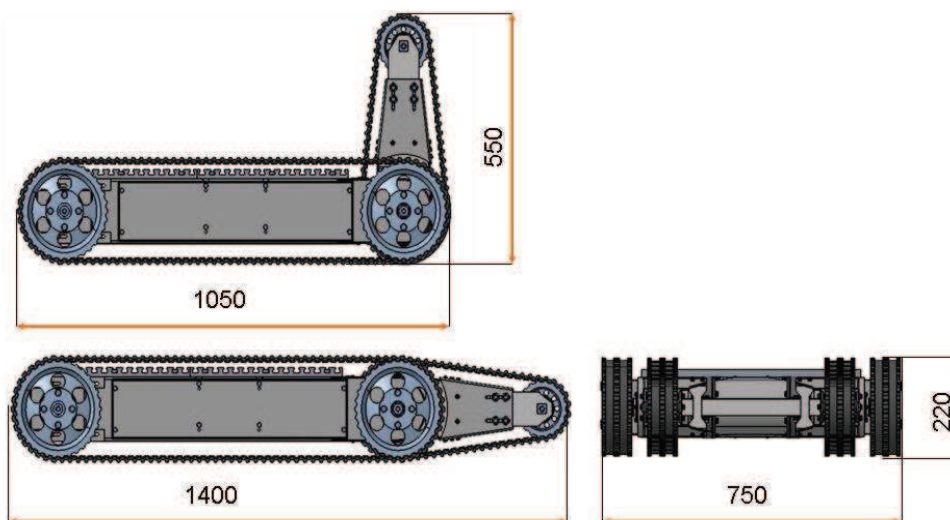
Rys.1. Model platformy nośnej robotów mobilnych
 Fig.1. Model of base platform of mobile robots

Platforma wyposażona jest w dwa rodzaje gaśienic: główne oraz pomocnicze; przy czym gaśienice pomocnicze są o regulowanym pochyleniu w stosunku do platformy nośnej. Układ napędowy stanowią dwa niezależne silniki elektryczne 24 VDC, przekazujące moment poprzez przekładnię na koła napędowe gaśienic głównych. Na gaśienicę pomocniczą moment napędowy przekazywany jest poprzez sprzężenie koła zwrotnego gaśienicy głównej z kołem napędowym gaśienicy pomocniczej. Zmiana kąta pochylenia gaśienicy pomocniczej dokonywana jest również z użyciem silnika 24 VDC poprzez zespół przekładni. Zestaw podnoszenia gaśienic pomocniczych zawiera także hamulec w celu unieruchomienia ramion gaśienic w dowolnej pozycji. Zasilanie platformy stanowią akumulatory litowo-fosforowo-żelazowe (LiFePO₄) umieszczone w bocznej części robota, zainstalowane w specjalnie zaprojektowanych skrzyniach znajdujących się w przestrzeni pomiędzy gaśienicami głównymi. Dostęp do nich (np. w celu wymiany ogniw) jest możliwy poprzez kłapy boczne. W wewnętrznej części platformy znajduje się przestrzeń do montowania układów elektronicznych. Na rys. 2 zaprezentowano widok wewnętrznej części modelu platformy nośnej (dla skupienia uwagi niektóre elementy celowo nie zostały pokazane).

Wymiary oraz masa robotów powinny umożliwić przejazd przez drzwi oraz podjazd pod schody w standardowych budynkach. Przewiduje się, że masa całkowita platformy nośnej wyniesie ok. 100 kg. Masa robota „Transporter” po zainstalowaniu manipulatora oraz kosza ładunkowego wzrośnie do ok. 150 kg. Natomiast robot „Explorer” ze swoim oprzyrządowaniem będzie posiadał masę ok. 120 kg. Przeświet platformy nośnej to ok. 41-45 mm. Wymiary gabarytowe platformy nośnej przedstawiono na rys. 3.



Rys.2. Widok wewnętrznej części modelu platformy
Fig.2. Inside view of the platform model



Rys.3. Wymiary gabarytowe
Fig.3. Overall dimensions

4. Podsumowanie

Konstrukcja platformy mechatronicznej robotów „Transporter”/„Explorer” została opracowana przez zespół wykonawców z Katedry Podstaw Konstrukcji Maszyn. Prace modelowe wykonano z użyciem systemu CATIA V5. Na etapie konceptowania oraz rozwiązywania poszczególnych problemów dotyczących konstrukcji zespół projektowy był

wspomagany przez pozostałych uczestników zadania, którymi są pracownicy i studenci Katedry PKM oraz pracownicy Instytutu Technologii Eksploatacji-PIB z Radomia. Praca nad platformą wymagała współpracy całego zespołu i przebiegała współbieżnie z projektem małego robota „Pathfinder” (którego konstrukcja nie stanowi zakresu niniejszej publikacji) oraz pozostałymi projektami specjalizowanego oprzyrządowania robotów. Wymiana informacji, danych projektowych, plików modeli była realizowana za pomocą serwera pracy grupowej E-Groupware, który pozwala na sprawne zarządzanie tego typu danymi. Dodatkowo zespół z Gliwic oraz zespół z Radomia spotykały się na cotygodniowych telekonferencjach, podczas których prezentowano wyniki pracy (używano do tego celu systemu Mikogo, który pozwala na tworzenie wirtualnych zebrań, dzielenie pulpitu operatora itp.).

Wyniki prac zespołu (w postaci dokumentacji technicznej) zostały przekazane pracownikom warsztatu w Radomiu w celu wykonania prototypu platformy nośnej. W bieżącym roku planuje się uruchomienie platformy i przeprowadzenie pierwszych testów. Po tych badaniach planuje się doposażenie platformy w specjalizowane układy w celu wykonywania założonych misji dla robotów „Transporter” oraz „Explorer”.

Prace wykonane w ramach zadania badawczego nr. RC/2/II.4.1/PS „Wielozadaniowe mobilne roboty wykorzystujące zaawansowane technologie” współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Literatura

1. Adamczyk M. i in. : Multi-robot group for inspecting large area objects. „Problemy Eksploatacji, Maintenance Problems” 2008, 3 (70), s. 19-29.
2. <http://www.themachinelab.com/Custom.html> z dnia 30.03.2011.
3. <http://www.antyterrorizm.com> z dnia 30.03.2011.
4. <http://www.irobot.com/gi/ground/> z dnia 30.03.2011.
5. <http://www.qinetiq-na.com/> z dnia 30.03.2011.
6. <http://www.robotnik.es/en/products/> z dnia 30.03.2011.

DESIGN OF BASE PLATFORM OF MOBILE ROBOTS

Summary: The paper deals with the design of a caterpillar base platform, used in mobile robots Transporter and Explorer. The design was made within the project No RC/2/II.4.1/PS "Multifunctional mobile robots using advanced technologies", co-financed by the European Union through the European Regional Development Fund, implemented by the Silesian University of Technology in cooperation with the Institute for Sustainable Technologies-National Research Institute.