

Oczy dookoła głowy

BARBARA SIEMIĄTKOWSKA

Instytut Podstawowych Problemów Techniki
Polskiej Akademii Nauk, Warszawa
bsiem@gov.pl

RAFAŁ CHOJECKI

Instytut Automatyki i Robotyki,
Politechnika Warszawska
r.chojecki@mchtr.pw.edu.pl

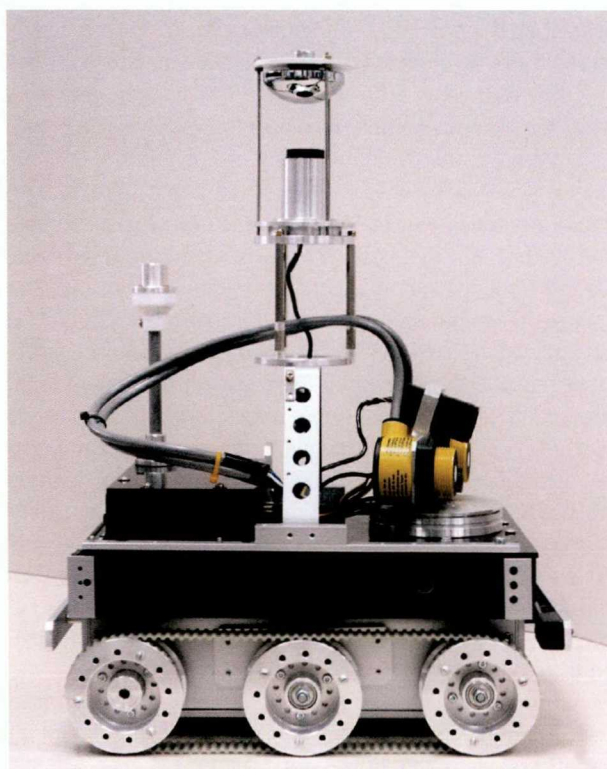
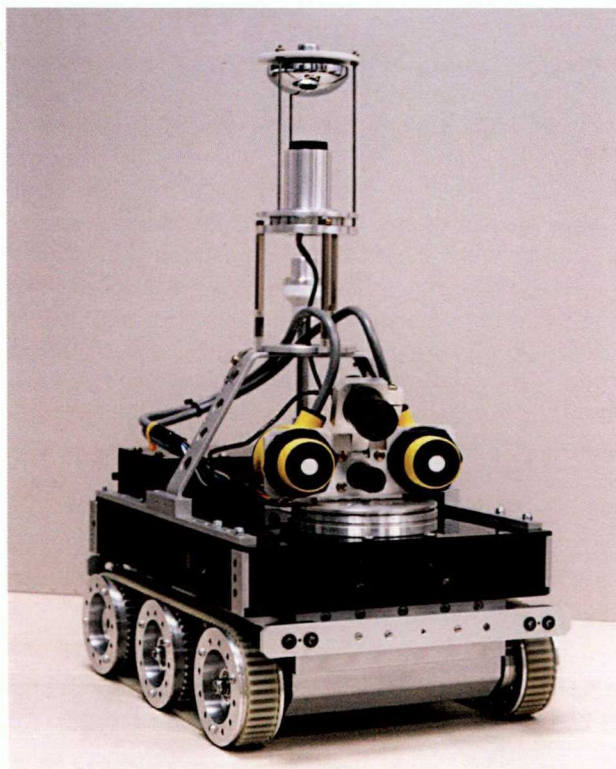
PIOTR MARCINKIEWICZ

Instytut Automatyki i Robotyki
Politechnika Warszawska
p.marcinkiewicz@mchtr.pw.edu.pl

Duże zainteresowanie komercyjnymi robotami, jakie obserwujemy w ostatnich latach wywołało wzmożone zapotrzebowanie na nowe technologie ich nawigacji

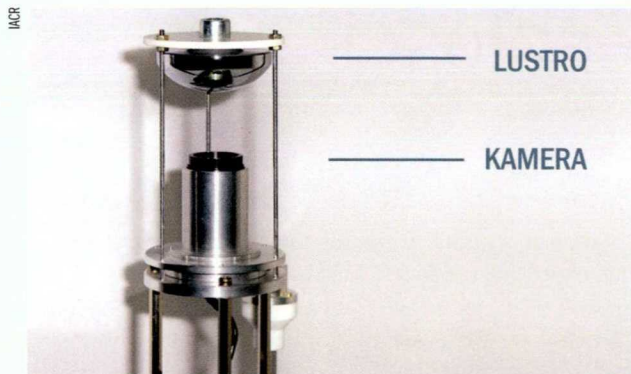
Miniaturowy robot mobilny NAVIGATOR I został opracowany w Instytucie Automatyki i Robotyki Politechniki Warszawskiej. Pojazd charakteryzuje się małymi rozmiarami (281 x 170 x 390 mm) i zwartą, modułową budową. Można wyróżnić moduł napędowy – platformę jezdną, moduł głowicy skanującej oraz moduł kamery dookólnej.

Platformę mobilną oparto na sześciokołowym podwoziu gąsienicowym. Złożona jest z dwuczęściowego kadłuba wykonanego z duralowych profili. W dolnej części kadłuba znajdują się dwa zespoły napędowe w układzie różnicowym poruszające gąsienice: prawą i lewą. Oba zespoły napędzane są przez dwa silniki prądu stałego o napięciu znamionowym 12V, ze zintegrowanymi reduktorami prędkości obrotowej. Silniki wyposażono w hallotronowe przetworniki obrotowo – impulsowe. Pomiędzy silnikami umieszczono mikroprocesorowy sterownik kontrolujący pracę robota oraz układy sensoryczne. Dzięki takiemu umiejscowieniu, mikrokomputer chroniony jest przed uszkodzeniami mechanicznymi. W przedniej



IACR

Polski miniaturowy robot mobilny NAVIGATOR I będzie w przyszłości stanowił element systemu nawigacyjnego autonomicznego wózka inwalidzkiego



Kamera dookólna – główne źródło informacji o otoczeniu robota

części znajduje się zderzak z sensorami taktylnymi służący do wykrywania kolizji. Górna część kadłuba znajduje się bezpośrednio nad podwoziem. Wykonano ją z aluminium oraz pleksiglasu. W module tym znajdują się sensory oraz napęd obracający głowicę.

Do wykrywania obiektów znajdujących się przed robotem wykorzystywane są optoelektroniczne sensory działające w paśmie podczerwieni. Żyroskop oraz dwuosiowy akcelerometr służą do wykrywania przemieszczeń robota, a elektroniczny kompas do określania orientacji. Dodatkowo robot został wyposażony w głowicę skanującą. Składa się ona z dwóch sonarów oraz kamery. Sensory zostały umieszczone na statywie i mogą obracać się w zakresie 180°. Głowica służy do wykrywania i identyfikacji obiektów znajdujących się przed robotem.

Głównym źródłem wiedzy o otoczeniu robota jest kamera dookólna pozwalająca na obserwacje otoczenia w zakresie 360°. Składa się ona z pionowo ustawionej kamery oraz znajdującego się nad nią zwierciadła. Zostały one umieszczone na specjalnym wysięgniku w centralnej części robota

Rozwiązanie problemu nawigacji robotów mobilnych możemy podzielić na następujące etapy:

- * określenie położenia robota,
- * określenie położenia celu do którego robot ma dojechać,
- * zaplanowanie bezkolizyjnej trasy.

Aby wymienione etapy mogły być zrealizowane, robot powinien posiadać mapę otoczenia. W tworzonym przez nas systemie mapa tworzona jest automatycznie na podstawie danych pochodzących z kamery dookólnej. Obraz z kamery jest silnie zniekształcony i dlatego przed przystąpieniem do określenia położenia należy przeprowadzić kalibrację kamery. Dla każdego piksela obrazu określana jest odległość między odpowiadającym mu fragmentem otoczenia, a robotem.

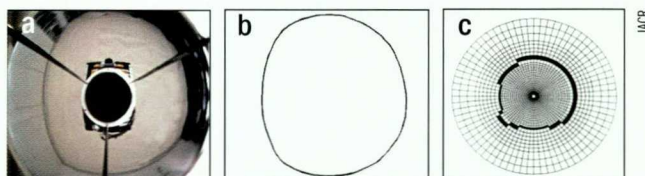
W wyniku analizy obrazów pochodzących z kamery otrzymujemy obraz otoczenia robota w układzie biegunowym. Robot zamienia zarejestrowany przez kamerę obraz na mapę otoczenia, na podstawie której może się przemieszczać.

Kolejnym problemem jaki powinien być rozwiązany jest określenie przemieszczenia robota między kolejnymi punktami pomiarowymi. Roboty są zwykle wyposażone w czujniki odometryczne, ale wskazania sensorów obciążone są zwykle błędami i dlatego robot powinien posiadać dodatkowy system umożliwiający lokalizację. System taki składa się z następujących etapów:

1. W otoczeniu robota wyszukiwane są pewne łatwe do wykrycia elementy charakterystyczne, względem których pojazd określa swoje położenie.
2. Po przebyciu fragmentu drogi, obliczane jest przemieszczenie względem wykrytych w poprzednim kroku znaczników.
3. Znając zmianę odległości i orientacji względem charakterystycznych obiektów można obliczyć przemieszczenie robota w otoczeniu.

Decyzja o tym jakie elementy charakterystyczne należy wybrać zależy od czujników w jakie wyposażony jest pojazd. W przypadku kamery dookólnej są to krawędzie pionowe (które na obrazie tworzą linie radialne), krawędzie pionowe (możliwe do wykrycia po przeprowadzeniu procesu kalibracji) oraz obszary o unikalnym kolorze.

Opisywany w powyższej pracy system jest testowany w naturalnym otoczeniu biurowym. W przyszłości będzie stanowił element systemu nawigacyjnego autonomicznego wózka inwalidzkiego. ■



Etapy przetwarzania obrazu:

- a) obraz otrzymany z kamery
- b) przetworzony obraz (dokonano operacji wykrywania krawędzi i usuwania szumów)
- c) mapa otoczenia. Czarne fragmenty przedstawiają obszar zajęty przez przeszkody, a białe – obszar wolny

Chcesz wiedzieć więcej?

- Olszewski M., Bartyś M., Chojecki R. (2002) Miniature Inspection Robots. *MMAR*, 909-914.
- Siemiątkowska B., Chojecki R. (2003) Mobile Robot Navigation Based on Omnidirectional Sensor. *The European Conference on Mobile Robots (ECMR'03)*, 101-106.
- Siemiątkowska B., Chojecki R.: Mobile Robot Localization Based on Omnidirectional Camera. *European Conference 5 TH IFAC/EURON Symposium on Intelligent Autonomous Vehicles, IAV2004, Lisbon, Portugal 2004*
- Borenstein J., Koren Y. (1991) The Vector Field Histogram - Fast Obstacle Avoidance for Mobile Robot, *IEEE Journal of Robotics and Automation*, vol. 7, no. 3, pp. 278-288.