



Roboty mobilne

Autonomiczne roboty mobilne

Maszyny kroczące

dr inż. Andrzej Chmielniak

Sprawy organizacyjne

- Zajęcia wykładowe: czwartki 12:15 – 14:00
- Wykład (2h) i laboratorium (1h)
- Zaliczenie – pisemne na ostatnich zajęciach
- Konsultacje stacjonarne – wtorki i piątki w godz. od 12:15 do 13:00, pok. 205
- Konsultacje w razie potrzeby zdalnie – kontakt mailowy:

`Andrzej.Chmielelniak@meil.pw.edu.pl`

`Andrzej.Chmielelniak@pw.edu.pl`

Konsultacje zdalne – termin do uzgodnienia

Sprawy organizacyjne - laboratorium

- Laboratorium rozpocznie za 2 tygodnie
- Wcześniej wszyscy otrzymają harmonogram
- 3 grupy po 10-11 osób, w ramach grup zespoły 2-osobowe
- Zajęcia we **wtorki 10-12 (2 grupy), czwartki 14-16 (1 grupa)**
- Tematyka: programowanie robotów mobilnych
- Zaliczenie: wykonanie i zaprezentowanie programu



Literatura

J.C. Latombe „Robot motion planning”, Kluwer Academic Publishers 1991

T. Zielińska „Maszyny kroczące: podstawy, projektowanie, sterowanie i wzorce biologiczne”, PWN 2003

P. Ciesielski, J. Sawoniewicz, A. Szmigielski „Elementy robotyki mobilnej” P-JWSTK 2004

K. Tchoń „Manipulatory i roboty mobilne : modele, planowanie ruchu, sterowanie” PLJ,2000

Materiały wykładowe w sieci:

J. Borenstein, H. R. Everett, L. Feng „Where am I? Sensors and Methods for Mobile Robot Positioning”, 1996

L. E. Parker „Software for Intelligent Robotics”, 2002

R. Siegwart „Autonomous Mobile Robots”, EPFL

S. Marsland „Machine Learning for Autonomous Mobile Robots”

Plan zajęć

1. Definicja robota mobilnego
2. Konstrukcja robotów mobilnych
 - a) układ jezdny,
 - b) układy sensoryczne,
 - c) układy pomocnicze,
 - d) systemy sterowania.
3. Nawigacja robotów mobilnych
 - a) określanie położenia i orientacji robota,
 - b) reprezentacja otoczenia robota,
 - c) metody planowania ścieżek.
4. Systemy sterowania r.m.
 - a) sprzęt i architektury sprzętowe,
 - b) oprogramowanie,
 - c) sposoby sterowania.
5. Wizja
6. SLAM
7. Maszyny kroczące:
 - a) układy mechaniczne
 - b) sterowanie
8. Zastosowania robotów mobilnych

Efekty uczenia się (wiedza)

Po zakończeniu zajęć:

- student wie, z jakich podzespołów składa się robot mobilny;
- student wie, na czym polega nawigacja robota mobilnego;
- student wie, jak buduje się systemy sterowania robotów mobilnych;
- student zna potencjalne możliwości zastosowania robotów mobilnych.



Efekty uczenia się (umiejętności)

Po zakończeniu zajęć:

- student potrafi zaplanować najkrótszą ścieżkę dla robota mobilnego;
- student umie uruchomić i obsługiwać roboty mobilne różnego typu;
- student potrafi zaprogramować robota mobilnego do wykonania podstawowych zadań ruchowych z użyciem czujników pokładowych;
- student potrafi zaprogramować miniaturowego robota mobilnego do ruchu wzdłuż narysowanej na podłożu linii;
- student potrafi pracować indywidualnie i współpracować w zespole.

Definicja robota mobilnego

Autonomiczny robot mobilny:

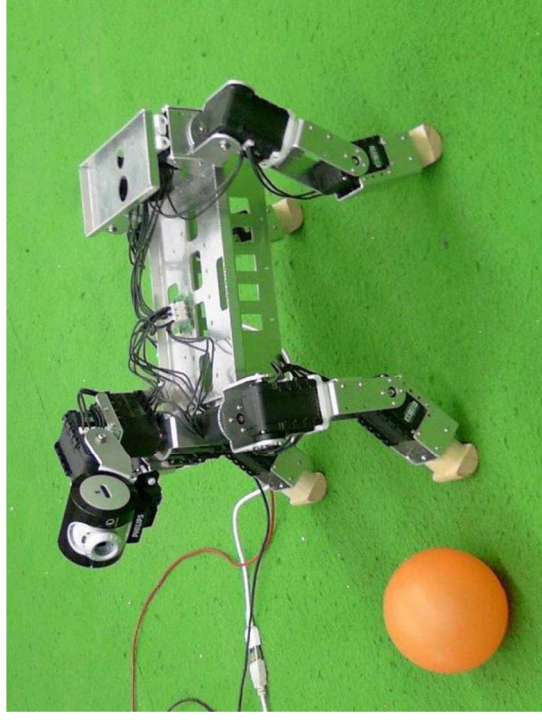
urządzenie techniczne, które w celu wykonania postawionego zadania przemieszcza się bezkolizyjnie w określonym środowisku i narzucony z zewnątrz lub zaplanowany przez siebie ciąg czynności realizuje pod kontrolą systemu nadzorczego, bez bezpośredniej ingerencji operatora.

Urządzenie techniczne o następujących cechach:

- możliwość ruchu (układ jezdny),
- możliwość rozpoznawania otoczenia (czujniki),
- autonomia (komputer, oprogramowanie, zasilanie),
- możliwość wykonywania pewnych czynności w otoczeniu (wypożyczenie dodatkowe).

Sposoby poruszania się robotów mobilnych

- roboty latające
- roboty pływające
 - po powierzchni wody
 - podwodne
- roboty kroczące
 - po gruncie
 - po dnie zbiorników wodnych
- roboty kołowe
- roboty na gąsienicach



Napędy (roboty kołowe)

Wymagania:

- odpowiednia moc
- niska masa na jednostkę mocy
- łatwe sterowanie:
 - zmiana prędkości
 - zmiana położenia
 - zmiana kierunku
 - regulacja momentu
 - możliwość "bezkarnego" przepychania robota bez zasilania



Napędy

Silniki elektryczne:

- silniki prądu stałego
 - Direct Drive bez przekładni (problem ze sterowaniem)
 - zwykłe silniki komutatorowe z przekładniami z minimalizacją luzów (zębate, ślimakowe, paski zębate)
- silniki krokowe
- silniki asynchroniczne z falownikami - coraz popularniejsze

Systemy napędów spalinowych

- silnik spalinowy z przekładnią mechaniczną i z mechanizmem różnicowym
- silnik spalinowy z przekładnią hydrauliczną (siłowniki i silniki hydrauliczne)
- silnik spalinowy z przekładnią elektryczną

Zasilanie

Akumulatory:

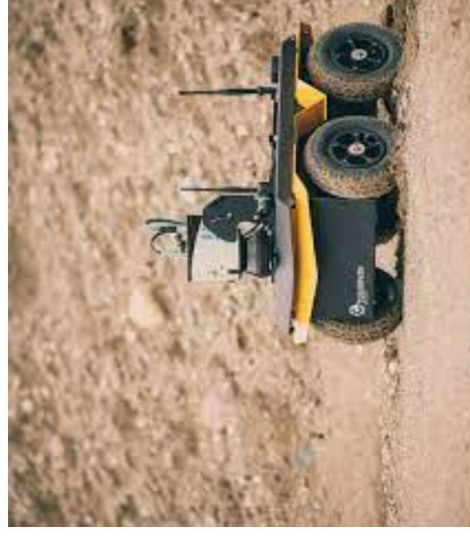
- parametry: napięcie, gęstość energii (kWh/m^3),
- typy:
 - ołowiowe ("mokre" oraz szczelne: żelowe, elektrolit w masie porowatej)
 - niklowo-kadmowe (NiCd),
 - niklowo-metalowo-wodorkowe (NiMH),
 - litowo-jonowe (Li-ion)
 - litowo-polimerowe (LiPo)
- kable zasilające (niechętnie)
- ogniwa paliwowe (nowość – chyba przyszłość)
- paliwa ciekłe i gazowe (silniki spalinowe)

Problem masy akumulatorów, szczególnie w urządzeniach koczujących



Korpusy

- zapewnienie pewnego zamocowania wszystkich elementów: czujników, układów napędowych, elementów wykonawczych,
- ciężar
- odporność na zderzenia
- estetyka



Komputery sterujące (zadania)

- Komputery pokładowe i zewnętrzne

Zadania:

- pobieranie danych z czujników
- współpraca z operatorem
- przetwarzanie i gromadzenie danych
- sterowanie urządzeniami wykonawczymi
- współpraca z urządzeniami zewnętrznymi



Komputery sterujące

- Sprzęt - układy tzw. wbudowane - do konkretnego zastosowania
 - mikrokontrolery - sterowanie na niskim poziomie (np. napędami)
 - komputery klasy PC - sterowanie na wyższym poziomie
 - wykonanie w standardzie przemysłowym
 - energooszczędność
 - PC-104 i inne standardy przemysłowe
 - komputery miniaturowe: Raspberry Pi, Arduino, ...
- System operacyjny - zapewniający odpowiedź w zdeterminowanym czasie:
 - QNX
 - VxWorks
 - RTLinux
 - inne...

Komputery sterujące (dodatki)

- Sprzęg z urządzeniami zewnętrznymi (czujniki i efektory):
 - przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe
 - specjalizowane układy we/wy
 - wewnętrzne magistrale łączące z inteligentnymi czujnikami (CAN, I²C, ...)
- Sprzęg z urządzeniami stacjonarnymi:
 - rozwiązania sieci bezprzewodowych (Bluetooth, WiFi, dedykowane)
- Interfejs operatora:
 - mikrofony i układy rozpoznawania mowy
 - synteza mowy
 - przyciski, pokrętła, joysticki
 - kontrolki, wyświetlacze, panele dotykowe

Czujniki

Zadania:

- samolokalizacja
- rozpoznawanie otoczenia
- inne

Zagadnienia:

- odpowiednie rozmieszczenie na korpusie robota
- energooszczędność
- dokładność działania



Wposażenie dodatkowe

Dodatkowe wyposażenie robotów mobilnych - zależne od zadań przewidzianych dla danego robota:

- uchwyty, manipulatory
- platformy
- urządzenia usługowe:
 - końcówki malarskie
 - kosiarki
 - odkurzacze
 - inne
- urządzenia do rażenia wroga:
 - broń palna
 - paralizatory

