

Robot mobilny Khepera III

Cel ćwiczenia:

- zapoznanie się z budową i możliwościami robota Khepera III;
- stworzenie aplikacji umożliwiających realizację prostych trajektorii i wykrywania przeszkód przez robot Khepera III

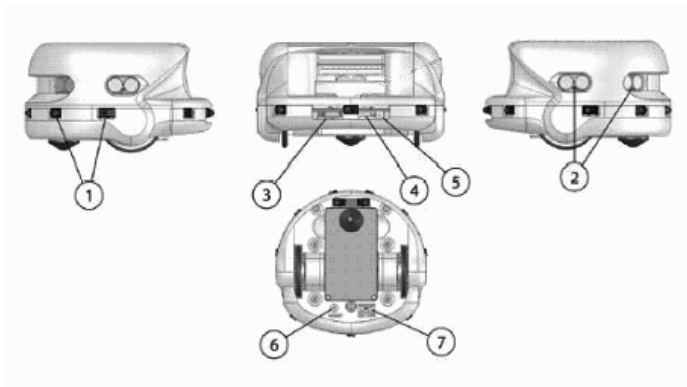
Opis robota Khepera II.

Robot Khepera III jest robotem o budowie modułowej. Robot ma okrągły kształt, co minimalizuje skutki ewentualnych kolizji dwóch robotów poruszających się we wspólnej przestrzeni roboczej. Robot napędzany jest poprzez dwa symetrycznie rozmieszczone koła, które z kolei połączone są z silnikami prądu stałego poprzez przekładnie redukcyjne. Koła zostały obleczona gumkami dla uzyskania lepszej przyczepności. Robot posiada dodatkowy punkt podparcia, co zapewnia stabilne poruszanie się w przestrzeni roboczej. Wygląd robota przedstawiono na rysunku 1.



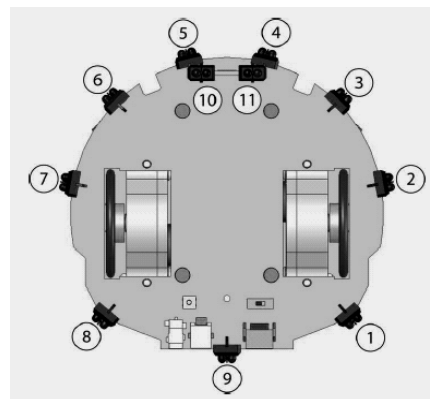
Rys.1. Wygląd zewnętrzny robota Khepera III

Dookoła obudowy robota umieszczonych jest 9 czujników zbliżeniowych (podczerwieni) umożliwiających wykrywanie przeszkód znajdujących się w niedużej odległości oraz dodatkowo 2 pod spodem, do wykrywania ewentualnej krawędzi stołu, po którym robot się porusza. Robot ma również możliwość zmierzenia odległości od przeszkód przy użyciu pięciu wbudowanych sensorów ultradźwiękowych (sonary). Z uwagi na fakt, że czujniki ultradźwiękowe nie dają satysfakcjonujących wyników przy pomiarach poniżej 20 cm, nie będą one wykorzystywane w ćwiczeniu. Do napędu wykorzystano dwa wysokiej klasy silniki DC (jeden dla każdego koła) zapewniające sprawne i dokładne sterowanie ruchem robota. Silniki są sprzężone z przekładniami o przełożeniu 43.2:1. Silniki mają własne wbudowane enkodery przyrostowe, umiejscowione na osi silnika, dające 16 impulsów na obrót wału silnika. W sumie daje to 691.2 impulsów na obrót koła, co odpowiada 54 impulsom na milimetr przejechanej drogi (średnica koła wynosi 41 mm, co daje 128.8 mm przejechanej drogi na pełny obrót tarczy koła). Maksymalna osiągalna prędkość robota wynosi 298 mm/s. Pomiary z enkoderów mogą zostać wykorzystane do określenia położenia robota w przestrzeni roboczej – tzw. odometria. Najistotniejsze elementy składowe robota Khepera III przedstawiono na rysunku 2.

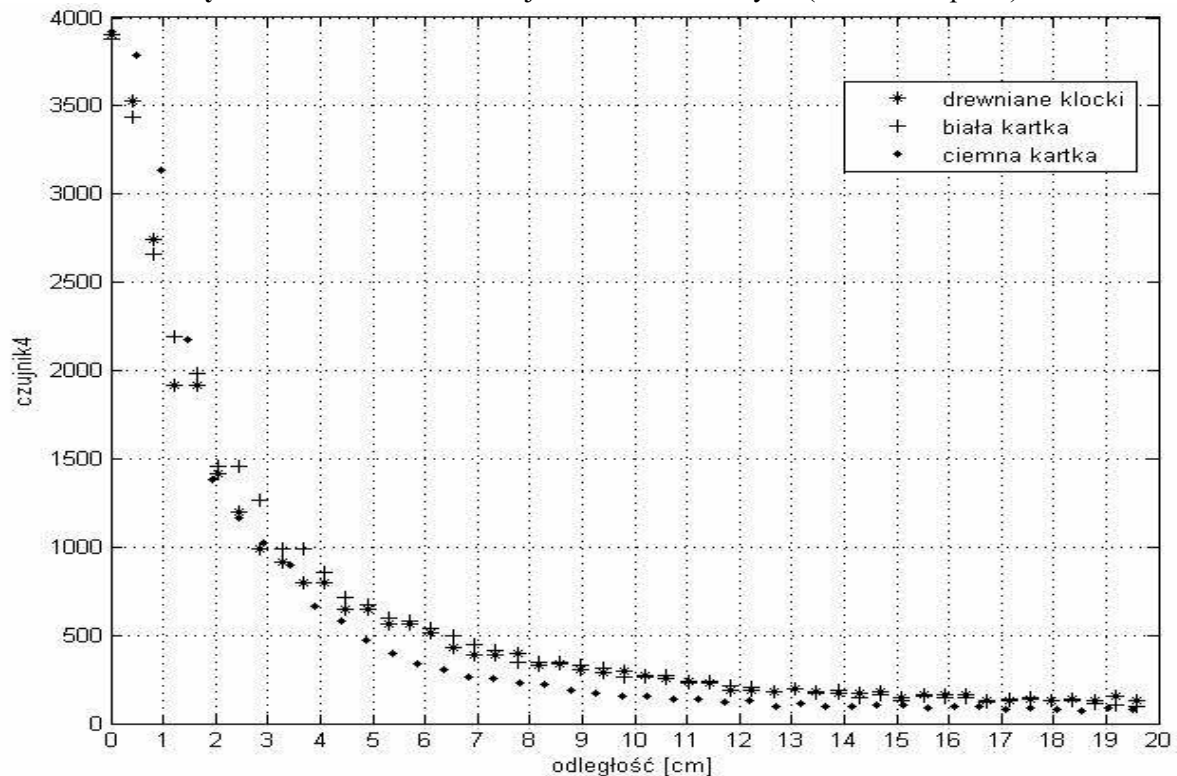


Rys. 2. Najważniejsze elementy składowe robota Khepera III: 1 – czujniki podczerwieni, 2 – czujniki ultradźwiękowe, 3 – główny port komunikacyjny, 4 – port miniAB USB, 5 – port ładowania/zasilania, 6 – reset, 7- wł/wył.

Czujniki zbliżeniowe nie dają informacji o odległości od przeszkody, jedynie o jej bliskości (odczyt rośnie w miarę zbliżania się do przeszkody). Czujniki podczerwieni mogą również pracować jako czujniki światła. Rozmieszczenie czujników zbliżeniowych przedstawia rysunek 3. Przykładowe charakterystyki działania czujników podczerwonych przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 3. Rozmieszczenie czujników zbliżeniowych (widok od spodu)



Rys. 4. Charakterystyki wybranego czujnika dla przeszkód z materiałów różnego rodzaju.

Podstawowym sposobem komunikacji pomiędzy komputerem a robotem mobilnym Khepera III jest protokół komunikacji szeregowej RS232. Podczas takiej komunikacji komputer pracuje jako 'master' a robot Khepera jako 'slave'. Każde połączenie z robotem jest inicjowane przez komputer, a komunikacja realizowana jest poprzez przesyłanie komunikatów ASCII: każde pojedyncze połączenie składa się z dwóch części:

- rozkazu wysyланego z komputera: rozpoczynającego się dużą literą, po której następują (jeśli są konieczne) numeryczne lub znakowe parametry oddzielone przecinkiem,
- odpowiedzi, wysyłanej z robota do komputera: rozpoczynającej się małą literą (taką jak w rozkazie), po której następują (jeżeli rozkaz dotyczy odczytu stanu czujników) numeryczne parametry odpowiedzi oddzielone przecinkami.

Dostępne rozkazy można podzielić na dwie grupy:

- rozkazy dotyczące konfiguracji robota (ustawienie parametrów protokołu szeregowego, ustawianie parametrów regulatorów położenia i prędkości, ustawianie parametrów sonarów),
- rozkazy związane ze sterowaniem robota (zadawanie pozycji, zadawanie prędkości, odczyt czujników zbliżeniowych, odczyt czujników światła, odczyt odległości z sonarów)

Taki sposób komunikacji z robotem Khepera umożliwia programowanie przy użyciu dowolnego oprogramowania udostępniającego łączność poprzez port szeregowy COM. Robot wyposażony jest standardowo w urządzenie Bluetooth, zapewniające bezprzewodową komunikację pomiędzy nim a komputerem sterującym.

Instrukcje dla środowiska Matlab dla Khepera III

Na bazie udostępnionych dla robota rozkazów zrealizowany został zestaw funkcji pozwalających na programowanie w środowisku Matlab:

Funkcje służące do otwierania/zamykania komunikacji z robotem:

kopen('COMx')

gdzie 'x' - numer portu: otwiera port szeregowy COMx dla komunikacji z robotem oraz ustawia parametry protokołu (115200bps, 8 bitów danych, 1 bit stopu, brak parzystości, brak kontroli przepływu).

Użycie funkcji

```
ref = kopen('COM3')
```

powoduje otwarcie połączenia z robotem poprzez port COM3 i przypisanie pod zmienną 'ref'. Dalsza komunikacja z robotem odbywa się poprzez zmienną 'ref'.

fclose(ref)

funkcja zamykająca połączenie z robotem.

Funkcje służące do sterowania robotem:

kSetPos(ref,left,right)

ustawienie zawartości liczników enkoderów pozycji odpowiednio lewego i prawego koła

kSetSpeed(ref,left,right)

zadawanie prędkości dla lewego i prawego koła (utrzymanie zadanej prędkości przez regulator PID); zadawanie w postaci liczby impulsów; wartość z zakresu: 2000 – 40000

kReadPos(ref)

odczyt położenia z liczników enkoderów lewego i prawego koła; wartość zwracana jest w postaci liczby impulsów (pojedynczy impuls odpowiada odległości 0.047 mm)

kStop(ref)

zatrzymanie robota

kProximity(ref)

zwraca wektor 11 wartości odczytanych z 12-bitowych czujników zbliżeniowych (im bliżej przeszkody- tym wartość pomiaru większa)

Realizacja ćwiczenia:

1. Otworzyć środowisko **Matlab2015a**. Nawiązać komunikację z robotem poprzez port 'COM3' używając komendy:

ref=kopen('COM3')

Należy cierpliwie oczekiwać. Po kilkunastu sekundach zostanie wyświetlony komunikat potwierdzający nawiązanie komunikacji z podaniem parametrów:

```
>> ref = kopen('COM3')

Serial Port Object : Serial-COM3

Communication Settings
  Port:          COM3
  BaudRate:     115200
  Terminator:   'LF'

Communication State
  Status:       open
  RecordStatus: off

Read/Write State
  TransferStatus: idle
  BytesAvailable: 0
  ValuesReceived: 0
  ValuesSent:    0
```

2. Stworzyć w środowisku Matlab dwa m-pliki realizujące następujące zadania:

- a) Wygenerowanie trajektorii po zamkniętym prostokącie, umożliwiającej objechanie umieszczonej przeszkody. W programie tym należy wykorzystać instrukcje **kSetSpeed** oraz **kReadPos** oraz standardowe instrukcje tworzenia pętli w Matlabie
- b) Stworzenie aplikacji powodującej ruch robota do przodu z ciągłą kontrolą czujników znajdujących się na przodzie robota (komenda **kProximity**). W przypadku zbliżenia się do przeszkody robot ma wykonać skręt w prawo o 90° po czym przejechać jeszcze 10cm.

3. Na zakończenie pracy z robotem zamknąć komunikację przy użyciu instrukcji **fclose(ref)**