

Laboratorium Podstaw Robotyki I

Ćwiczenie

Khepera — dwukołowy robot mobilny

16 listopada 2006

1 Wstęp

Robot Khepera to dwukołowy robot mobilny zaprojektowany do celów badawczych i edukacyjnych. Szczegółowe informacje dotyczące sposobu postępowania z robotem oraz opis jego konstrukcji są dostępne w podręczniku użytkownika (Khepera User Manual). Celem ćwiczenia jest przybliżenie podstawowych aspektów dotyczących konstrukcji i wyposażenia robota oraz sposobu porozumiewania się z nim, a także uwidocznienie wybranych problemów związanych ze sterowaniem takim układem. Jednym z zadań jest dobór prędkości kół robota, tak by ten poruszał się po zadanej ścieżce. Sterowanie odbywa się bez sprzężenia zwrotnego z otoczeniem robota (nie berzemy pod uwagę żadnych sygnałów z czujników).

2 Połączenie robota z komputerem PC, transmisja danych

Połączenie pomiędzy komputerem PC a robotem uzyskamy za pomocą interfejsu RS232 (robota podłącza prowadzący!). Program Hyper Terminal umożliwi nam transmisję danych pomiędzy tymi urządzeniami polegającą na przesyłaniu ciągu znaków ASCII. Program uruchamiamy wciskając na pulpicie ikonę `khepera.ht`. W trakcie uruchamiania programu pojawi się pytanie o instalację modemu, na które odpowiadamy negatywnie. Po uruchomieniu programu widzimy okno terminala, które będzie nam służyło do transmisji danych on-line.

Tablica 1: Komendy Khepery.

Symbol komendy	Krótki opis działania
A	Konfigurowanie nastaw regulatora PID prędkości zadanej
B	Odczytywanie wersji oprogramowania
C	Ustawianie zadanej pozycji kół
D	Ustawianie prędkości kół
E	Odczytywanie prędkości kół
F	Konfigurowanie nastaw regulatora PID pozycji zadanej
G	Ustawianie wartości licznika pozycji kół
H	Odczytywanie pozycji
I	Odczytywanie wejścia A/D
J	Konfigurowanie profilu regulatora prędkości
K	Odczytywanie stanu regulatora ruchu
L	Zmienianie stanu diod LED
N	Odczytywanie stanu sensorów odległości
O	Odczytywanie stanu sensorów oświetlenia
P	Ustawianie PWM
T	Wysyłanie wiadomości do dodatkowego modułu robota
R	Odczytywanie bajtu z dodatkowego modułu robota
W	Zapisywanie bajtu do dodatkowego modułu robota

Przykład. Test połączenia - wersja oprogramowania robota.

Duża litera B stanowi zapytanie o wersję oprogramowania Khepery tj. wersję oprogramowania biosu oraz protokołu transmisji szeregowej. Wpiszmy tę literę w okno terminala i naciśnijmy ENTER. Po krótkiej chwili robot powinien odpowiedzieć

b,X,Y

gdzie X, Y są kodami odpowiadającymi wersji oprogramowania robota.

3 Porozumiewanie się z robotem

Z robotem porozumiewamy się za pomocą komend, z których każda ma swój jednoliterowy kod (duże litery od A do W) oraz opcjonalną listę parametrów odseparowanych przecinkami. Komendy możemy podzielić na te, które zadają wartości parametrów robota (np. prędkości kół) i te, które o wartości parametrów pytają. Listę dostępnych komend przedstawia tabela 3 a ich szczegółowy opis znajduje się na końcu niniejszej instrukcji.

3.1 Ćwiczenia

Korzystając ze szczegółowych opisów komend Khepery należy wykonać poniższe ćwiczenia:

1. Zmienić stan diod LED
2. Zdjąć charakterystyki czujników odległości (porównać otrzymane wykresy z wykresami zamieszczonymi w Podręczniku Użytkownika)
3. Zdjąć charakterystyki czujników oświetlenia (porównać otrzymane wykresy z wykresami zamieszczonymi w Podręczniku Użytkownika)
4. Obliczyć promień koła robota wiedząc, że licznik zlicza 600 impulsów na obrót koła, co odpowiada 1 impulsowi na 0,08mm ścieżki zakreślonej przez punkt kontaktu koła z podłożem.
5. Wyzerować licznik położenia każdego z kół, przejechać po prostej dystans 10cm. Jakie powinny być wartości parametrów komendy C? Odczytać wartości liczników położenia kół.

4 Wysyłanie ciągu komend zapisanych w pliku

Ciąg komend zapisanych w pliku możemy wysłać do robota korzystając z menu terminala: **Transfer->Send_Text_File** i podając nazwę pliku (uwaga: na końcu każdego pliku musi znajdować się znak nowej linii). Czas wysyłania pojedynczego znaku do Khepery ustawia się w oknie terminala

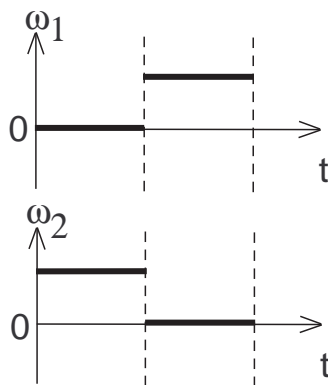
File->Properties->Settings->ASCII_Setup

w polu **Character_delay**. Natomiast w polu **Line_delay** ustawia się czas wysyłania pustej linii. Dzięki tym parametrom będziemy mogli sterować czasem podczas działania Khepery (np. wpisując do pliku puste linie).

4.1 Ćwiczenia

1. Wykorzystując komendę C zapisać w pliku program, który przemieści robota po płaszczyźnie tak, że jego środek symetrii zakreśli kwadrat o boku 10cm.
2. Program z poprzedniego ćwiczenia zmodyfikować tak, by robot czekał w każdym z narożników kwadratu 2 sekundy.

3. Naturalnymi sterowaniami robota są prędkości kątowe ω_1, ω_2 jego kół. Niech $u = (\omega_1, \omega_2) \in R^2$ będzie pewną funkcją sterowań np. rys. 1. Sterowania te przeprowadzą robota od położenia początkowego S do końcowego G na płaszczyźnie ruchu. Należy sprawdzić czy sterowania $\hat{u} = u^{-1}$ (u^{-1} oznacza funkcję odwrotną do u) przeprowadzą robota od punktu G do S . Jeżeli nie to jak musiałaby wyglądać funkcja sterowań \hat{u} ?



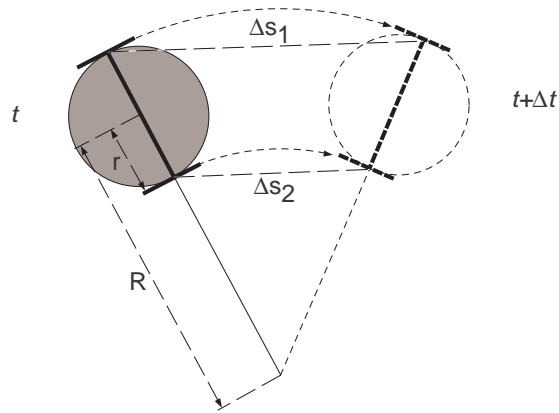
Rysunek 1: Przebiegi prędkości kół Khepery w czasie.

5 Zadanie do wykonania

Celem zadania jest napisanie programu, który przeprowadzi robota od punktu startowego S do końcowego G po zadanej ścieżce (np. rys. 3). Ścieżka składa się z kilku łuków o znanych promieniach krzywizny (promień zadaje prowadzący). Zadanie można rozwiązać bazując na poniższym przykładzie. Po wykonaniu zadania należy porównać wyniki doświadczalne z teoretycznymi oraz zastanowić się co wpływa na rozbieżności między tymi wynikami.

Przykład. Zakreślanie okręgu o promieniu $R = 5\text{cm}$ przez punkt leżący w środku symetrii robota.

Rozwiązanie. Długość promienia podstawy robota r wynosi w przybliżeniu 25mm . Chcemy znaleźć takie prędkości liniowe kół v_1, v_2 , aby środek podstawy robota poruszał się po okręgu o promieniu $R = 5\text{cm}$. Na rysunku 2 przedstawiono położenie robota w chwilach t oraz $t + \Delta t$.



Rysunek 2: Ruch Khepery po łuku o promieniu R .

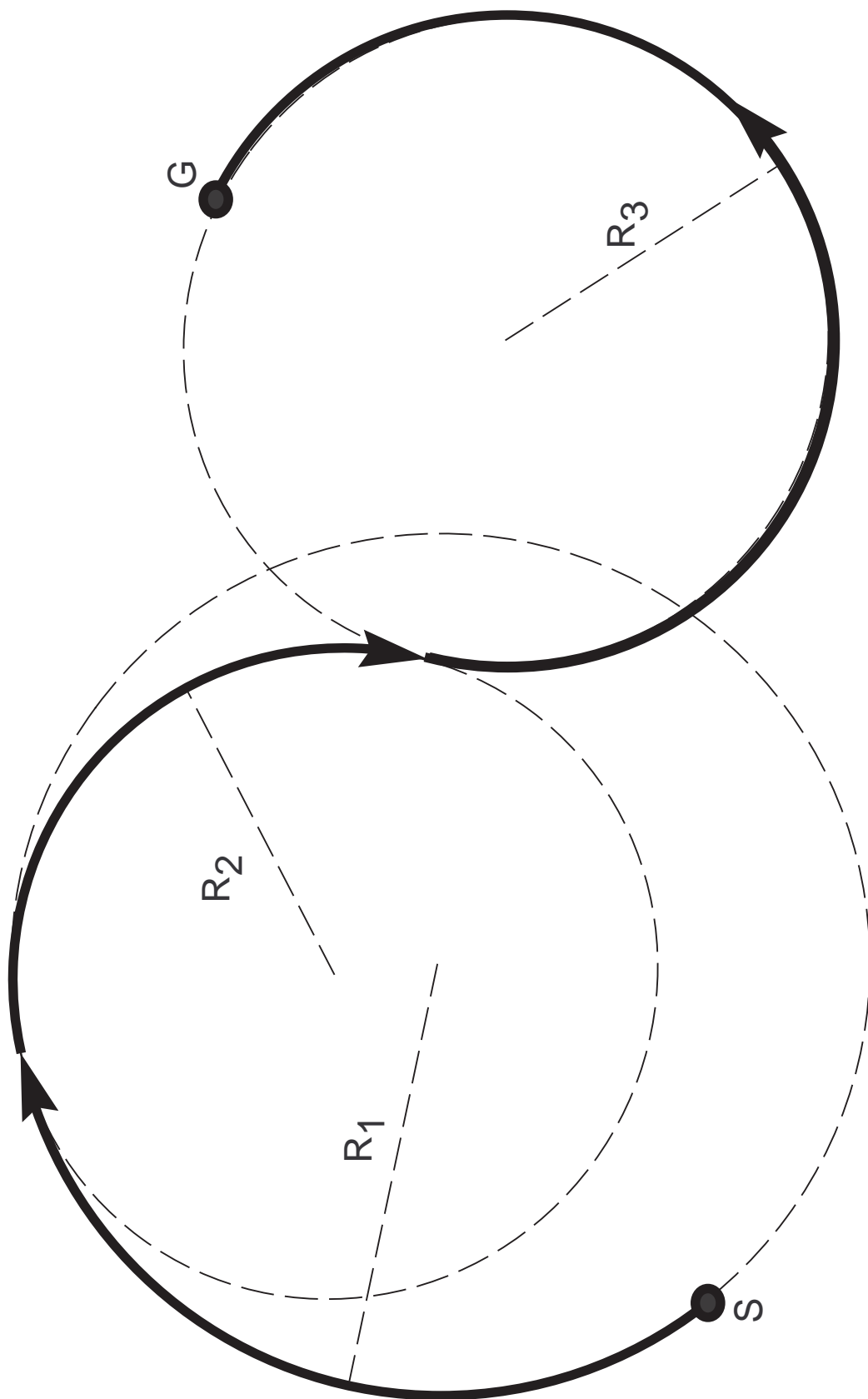
Korzystając z twierdzenia Talesa, dla nieskończenie krótkiej chwili czasu dt możemy napisać, że

$$\frac{ds_1}{R+r} = \frac{ds_2}{R-d}, \quad (1)$$

gdzie ds_1, ds_2 oznaczają odcinki $\Delta s_1, \Delta s_2$ w chwili $t + dt$. Dzieląc (1) przez dt otrzymujemy

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{R+d}{R-d}. \quad (2)$$

Podstawiając do powyższego dane, otrzymujemy $\frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{1}$. Zatem w oknie terminala możemy wpisać `D,6,2`.



Rysunek 3: Zadana ścieżka.