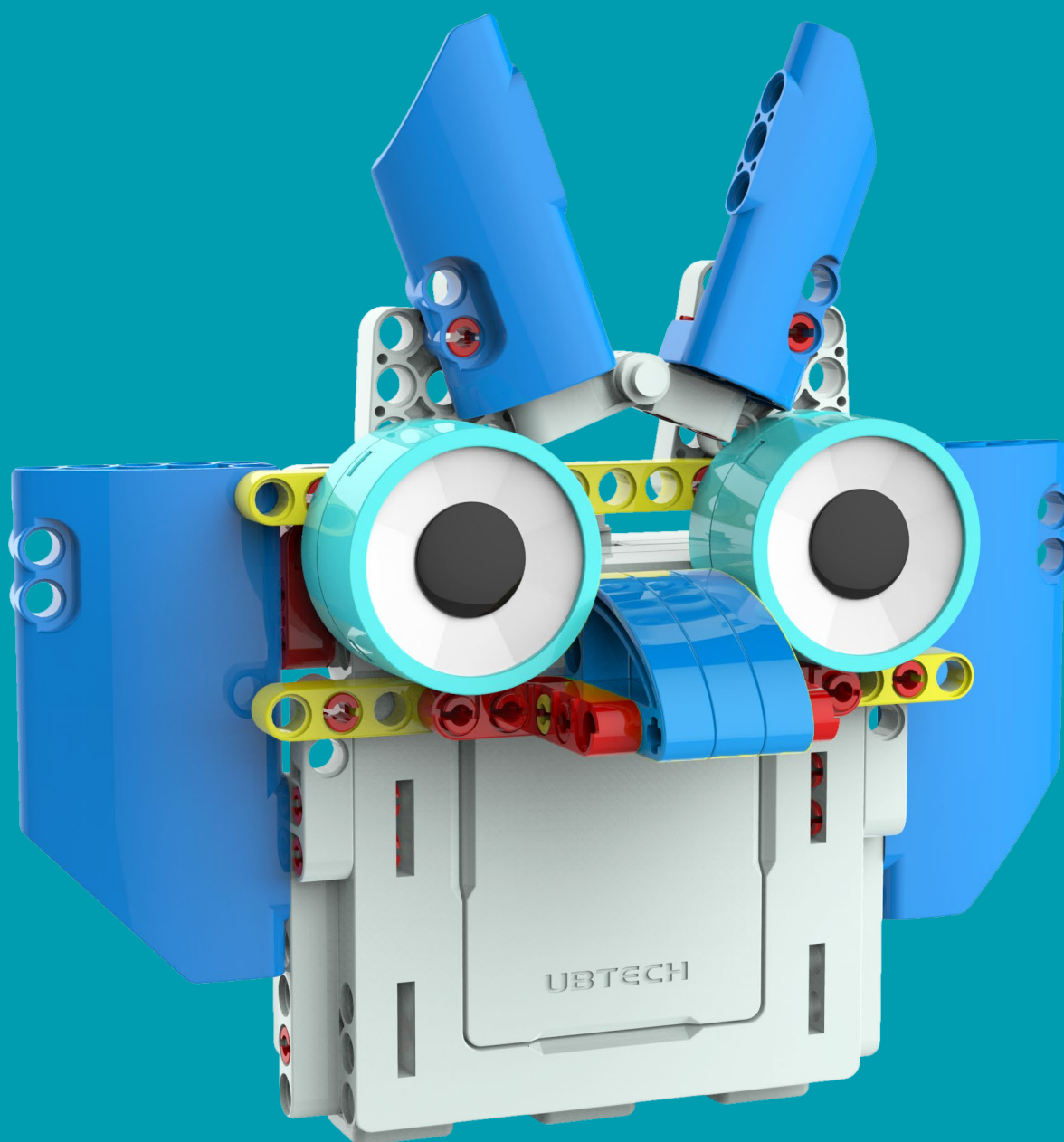




LEKCJA 11

Robot dwunożny



Lekcja 11. Robot dwunożny

Cele kształcenia



1. Nauki przyrodnicze

Analiza chodu dwunożnego; zrozumienie mechanizmu działania stawów nóg i zachodzących podczas chodu zmian w położeniu środka ciężkości.

2. Matematyka

Brak

3. Technika

Analiza wpływu dodatnich i ujemnych wartości kątów ruchu serwowatorów na położenie nóg robota i umiejętność ich prawidłowego zapisania.

4. Inżynieria

Symulacja chodu dwunożnego przez właściwe skonfigurowanie parametrów równoczesnego działania czterech serwowatorów.

5. Sztuka

Brak

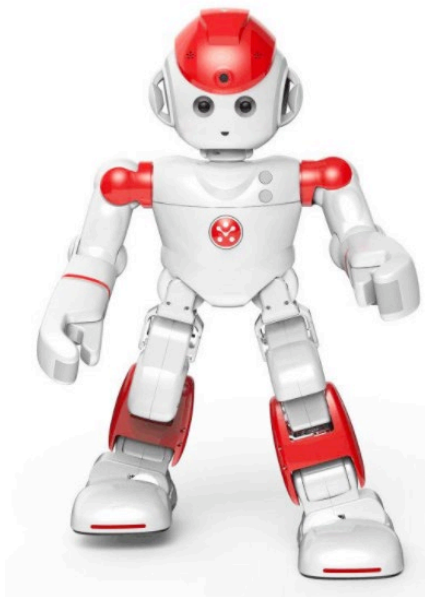
Wprowadzenie

Co jest szczególnego w chodzie dwunożnym?

W przeciwieństwie do robotów poruszających się na kołach lub gąsienicach, roboty dwunożne są w stanie znacznie lepiej przystosować się do poruszania się po nierównym terenie i umieją pokonywać skomplikowane przeszkody.

Konstrukcja dwunożna ma także i swoje wady: z powodu wysoko położonego środka ciężkości, roboty dwunożne mają tendencję do łatwego przewracania się. Poruszają się też znacznie wolniej od innych robotów.

W grupie zbudujcie miniaturowego robota dwunożnego.



Co już wiemy?

Noga człowieka zawiera trzy główne stawy.

Staw biodrowy: łączy miednicę z udem i umożliwia również skręty nogi w lewo i w prawo.

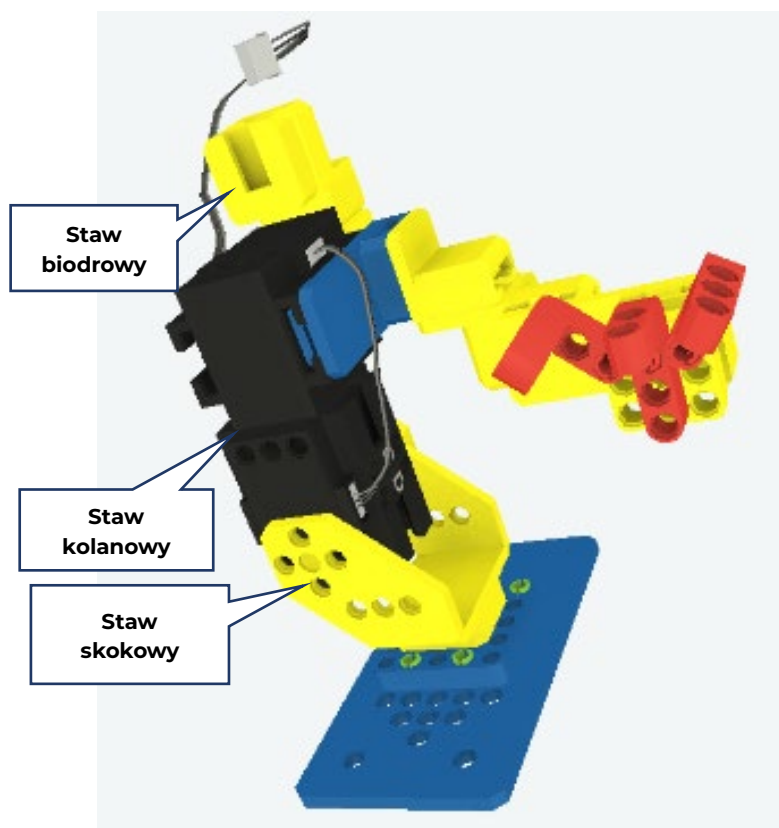
Staw kolanowy: łączy udo z podudziem i umożliwia zginanie i prostowanie się nogi w jednej płaszczyźnie.

Staw skokowy: łączy podudzie (goleń) ze stopą; umożliwia skręcanie stopy w lewo i w prawo oraz jej pochylanie i podnoszenie w górę.



Jak odwzorować stawy nóg człowieka w konstrukcji robota?

Budowa modelu



Trzy najważniejsze stawy miniaturowego robota dwunożnego

Staw biodrowy: Żółty element C4, połączony z jednostką główną przez zaczep. Nie może obracać się ani zginać.

Staw kolanowy: Dwa serwomotory połączone z orczykiem zainstalowanym na osi serwa będącego „udem” robota; mają możliwość obrotu w lewo i w prawo.

Staw skokowy: Serwomotor będący golem robot, połączony przez orczyk z uchwytem serwomotoru; pozwala temu przegubowi zginać się w górę i w dół.

Jakie są najważniejsze różnice między wymienionymi wyżej trzema głównymi stawami nogi człowieka a przegubami nóg tego robota?

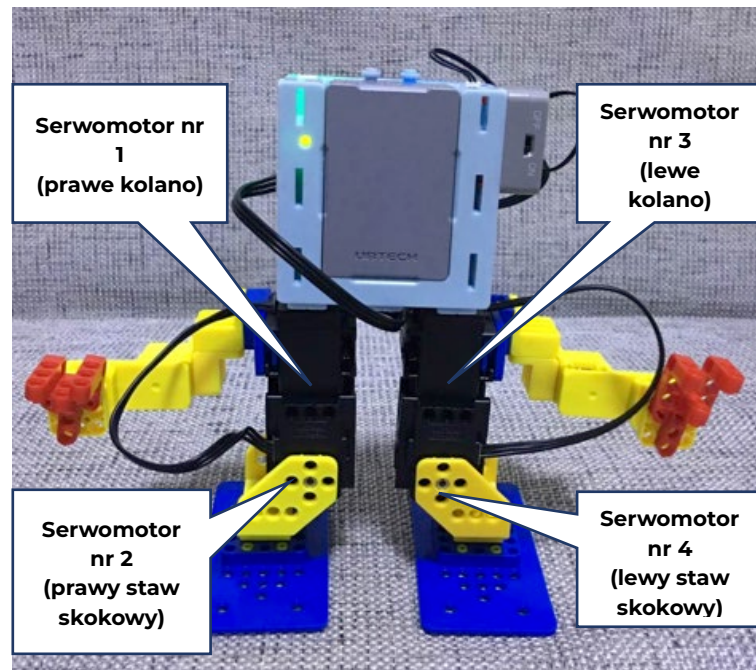
| | Staw biodrowy | Staw kolanowy | Staw skokowy |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Noga człowieka | Może obracać się w prawo i lewo | Może zginać się i prostować | Może obracać stopę w lewo i prawo oraz pochylać ją i podnosić. |
| Nasz robot dwunożny | Brak możliwości obrotu i zginania | Może obracać się w prawo i lewo | Może pochylać i podnosić stopę |

Jak widać, chociaż wyposażyliśmy robota dwunożnego w nogi o trzech przegubach na wzór nóg człowieka, to jednak nie mają one nawet w przybliżeniu takiej swobody ruchu, jak nasze stawy nóg. Nawet zaawansowane roboty wzorowane na mechanice ciała ludzkiego nie są w stanie idealnie odtworzyć jego możliwości.

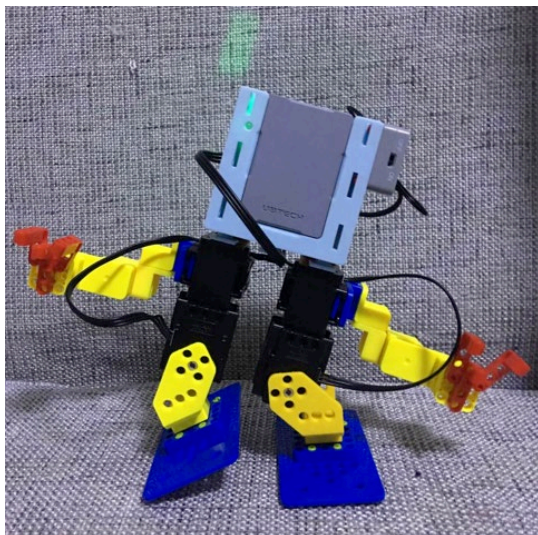
Pytanie: Dlaczego roboty nie są w stanie działać dokładnie tak samo, jak ludzkie ciało?

Programowanie

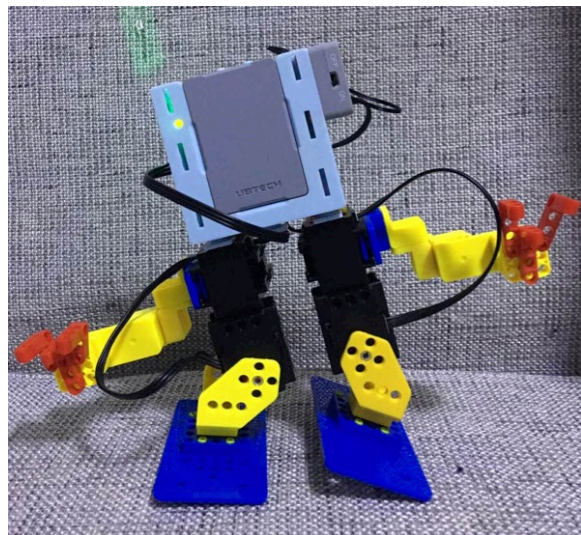
Przyjrzyjmy się numerom serwomotorów: do których stawów możesz przyporządkować zaznaczone serwomotory?



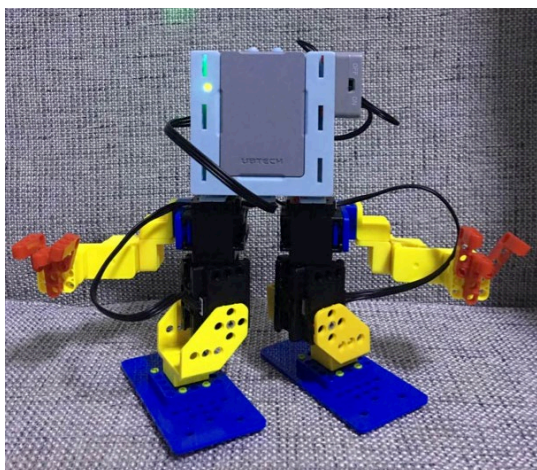
Spróbujcie zaprojektować kilka prostych ruchów robota, korzystając z funkcji programowania przez „zapisywanie” ruchów. Gdy już ustawicie przeguby nóg robota w żądnych pozycjach, sprawdźcie w aplikacji wartości kątów wyświetlane dla każdego z czterech serwomotorów.



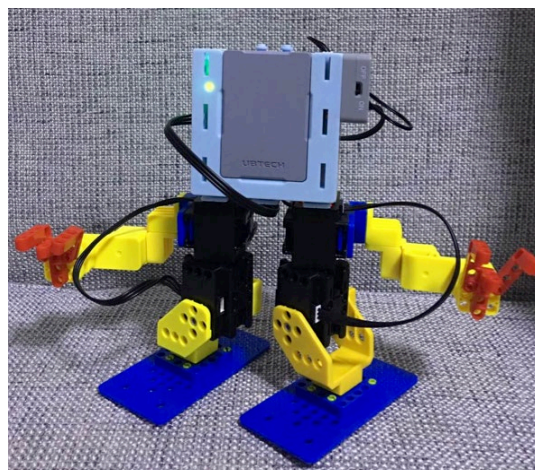
Podparcie na lewej nodze



Podparcie na prawej nodze



Obrót w lewo



Obrót w prawo

| Nr serwomotoru Czynność | ID-01 (prawe kolano) | ID-02 (prawy nadgarstek) | ID-03 (lewe kolano) | ID-04 (lewy nadgarstek) |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Podparcie na lewej nodze | 0° | 40° | 0° | 20° |
| Podparcie na prawej nodze | 0° | -20° | 0° | -40° |
| Obrót w lewo | 30° | 0° | 30° | 0° |
| Obrót w prawo | 30° | 0° | 30° | 0° |

Pytanie: Porównując wartości kątów obrotu serwomotorów z postawą robota, możemy zauważyć, że: oparcie się robota na lewej i prawej nodze zależy od ustawienia serwomotorów nr () i nr (). Odpowiadają one stawom: () oraz ();

obrót robota w lewo i w prawo zależy od ustawienia serwomotorów nr () i nr (). Odpowiadają one stawom: () oraz ().

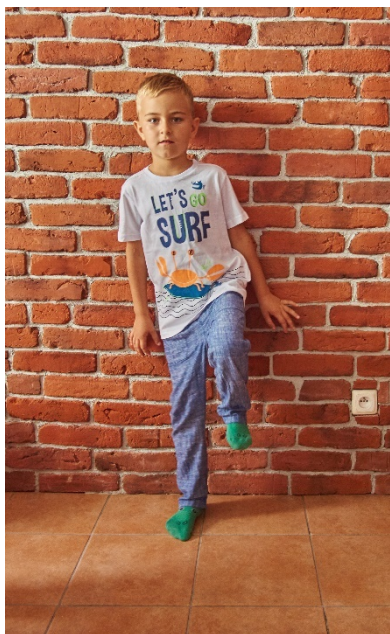
Spostrzeżenia i przemyślenia: analiza chodu dwunożnego

Nauczmy teraz robota chodzić jak człowiek.

Pytanie: Czy kiedykolwiek obserwowaliście uważnie pracę stawów obu nóg człowieka podczas stania i podczas marszu? Jak zmienia się położenie środka ciężkości ciała?



Stańcie prosto.

Jak chodzą ludzie?

① Unieście lewą stopę
(ciało wychyla się w prawo)

② Przesuńcie lewą stopę do przodu



④ Przesuńcie prawą stopę do przodu



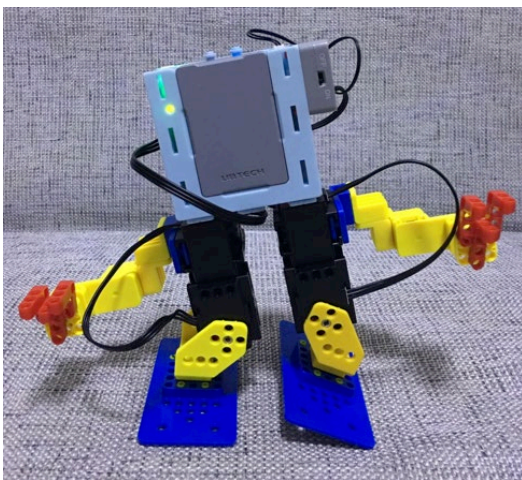
③ Unieście prawą stopę (ciało wychyla się w lewo)

Na powyższych zdjęciach widać, że na chód składają się cztery etapy:

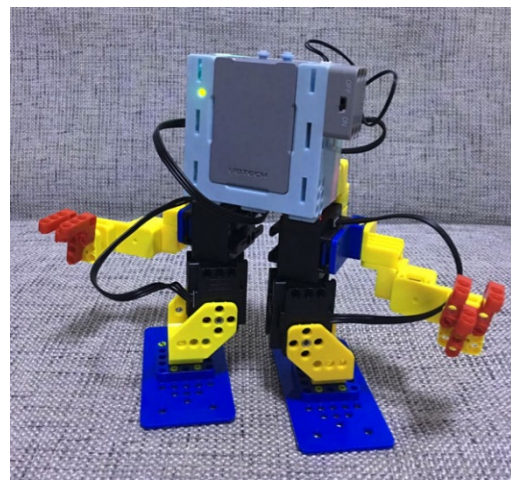
| Czynność | Zmiana położenia środka ciężkości |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|
| ① Uniesienie lewą stopę (ciało wychyli się w prawo) | Przesuwa się na prawą stopę |
| ② Przesunięcie lewą stopę do przodu | Przemieszcza się między stopy |
| ③ Uniesienie prawą stopę (ciało wychyli się w lewo) | Przesuwa się na prawą stopę |
| ④ Przesunięcie prawą stopę do przodu | Przemieszcza się między stopy |

Jak widzicie, chód dwunożny polega na ciągłym przemieszczaniu środka ciężkości naszego ciała.

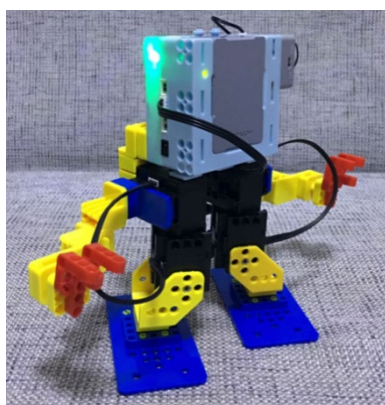
Symulacja chodu u robota dwunożnego



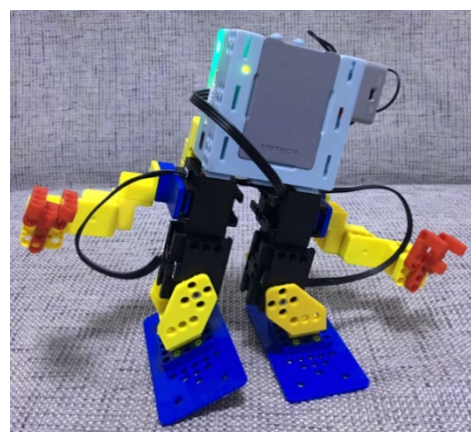
① Uniesienie lewą stopę (korpus robota wychyli się w prawo)



② Przesunięcie lewą stopę do przodu



④ Przesunięcie prawą stopę do przodu



③ Uniesienie prawą stopę (korpus robota wychyli się w lewo)

Na powyższych zdjęciach widać, że chód robota dwunożnego także możemy podzielić na cztery etapy, w zależności od położenia poszczególnych czterech serwomotorów:

| Czynność | Zmiana położenia środka ciężkości | Obrót serwomotoru (przegubu) |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ① Uniesienie lewą stopę (korpus robota wychyla się w prawo) | Przesuwa się na prawą stopę | Serwomotor 2 (prawy staw skokowy) obraca się o niewielki kąt, a serwomotor 4 (lewy staw skokowy) obraca się o większy kąt. Robot opiera się na prawej stopie, a lewą stronę korpusu unosi. |
| ② Przesunięcie lewą stopę do przodu | Przesuwa się między stopy | Robot opiera się na prawej stopie, serwomotor 1 (prawe kolano) i serwomotor 3 (lewe kolano) obracają się równocześnie. Lewa stopa zostaje wysunięta do przodu. |
| ③ Uniesienie prawą stopę (ciało wychyli się w lewo) | Przesuwa się na prawą stopę | Serwomotor 2 (prawy staw skokowy) obraca się o większy kąt, a serwomotor 4 (lewy staw skokowy) obraca się o mniejszy kąt. Robot opiera się na lewej stopie, a prawą stronę korpusu unosi. |
| ④ Przesunięcie prawą stopę do przodu | Przesuwa się między stopy | Robot opiera się na lewej stopie, serwomotor 1 (prawe kolano) i serwomotor 3 (lewe kolano) obracają się równocześnie. Prawa stopa zostaje wysunięta do przodu. |

Wypełnijcie poniższą tabelę. Jakie wartości kątów przyjmuje każdy z czterech serwomotorów na każdym etapie chodu robota dwunożnego?

| Nr serwa Etap ruchu | ID-01 (prawe kolano) | ID-02 (prawy staw skokowy) | ID-03 (lewe kolano) | ID-04 (lewy staw skokowy) |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------|
| Etap 1: Uniesienie lewej stopy | | | | |
| Etap 2: Przesunięcie lewej stopy | | | | |
| Etap 3: Uniesienie prawej stopy | | | | |
| Etap 4: Przesunięcie prawej stopy | | | | |

Pytania i zadania

1. Zaprojektujcie inne ruchy

Zajmowaliśmy się już ruchem do przodu. Spróbujcie teraz, dla odmiany, tak zmienić utworzone programy ruchu, aby robot zaczął poruszać się do tyłu; skrzyć w lewo; skrzyć w prawo; zrobić krok -w lewo, zrobić krok w prawo. A może zaprogramujecie go do jeszcze innych ruchów?

Podpowiedź: Jak zaprojektować chód do tyłu?

Spróbujcie odwrócić kolejność i wartości zaprogramowane dla ruchów do przodu.

2. Wyścig

Zaprojektujcie i zorganizujcie wyścig, w którym nauczyciel będzie mierzyć i notować czas, wyznaczy punkt startu i metę i przeprowadzi pojedynki w parach uczestników, aż do wyłonienia zwycięzcy.