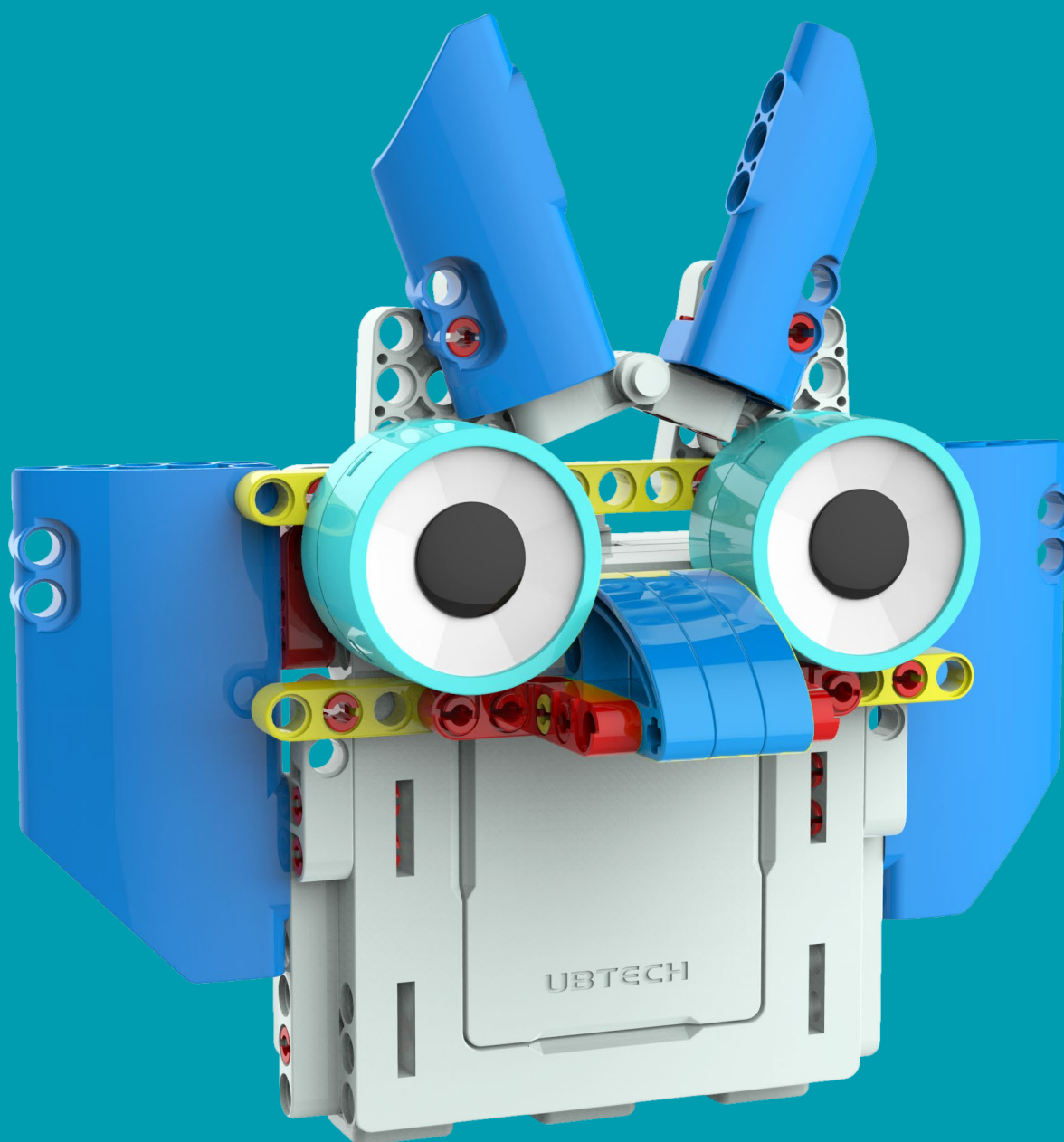




## LEKCJA 5

### Trąba słonia: Stawy i stopnie swobody



# Lekcja 5. Trąba słonia: stawy i stopnie swobody

## Cele kształcenia



### 1. Nauki przyrodnicze

Omówienie budowy szkieletu, stawów i mięśni ssaków. Omówienie roli kości, stawów i mięśni w poruszaniu się zwierząt.

### 2. Matematyka

Wprowadzenie do tematu płaszczyzn i kątów. Obliczanie liczby paliczków (kości palców) z uwzględnieniem kolejności działań matematycznych.

### 3. Technika

Dostosowanie i skoordynowanie kątów obrotu i prędkości obrotowych dwóch serwomotorów.

### 4. Inżynieria

Symulacja ruchu trąby słonia przez połączenie dodatnich i ujemnych kierunków obrotów dwóch serwomotorów.

### 5. Sztuka

Ustne opisywanie możliwych przyszłych zastosowań robotów o wieloprzegubowych ramionach.

## Wprowadzenie

Czy wiecie, ile kości (zwanymi paliczkami) znajduje się w sumie w pięciu palcach każdej dłoni? Policzmy je.



Ile więc paliczków znajduje się we wszystkich dziesięciu palcach?

Zapiszcie tu łączny wzór:

**Odpowiedź:** w dziesięciu palcach rąk znajduje się łącznie \_\_\_\_ paliczków.

Który palec, waszym zdaniem, ma największą swobodę ruchu ze wszystkich? Dlaczego?

Kciuk jest zbudowany z \_\_\_\_ paliczków.

Palec wskazujący jest zbudowany z \_\_\_\_ paliczków.

Palec środkowy jest zbudowany z \_\_\_\_ paliczków.

Palec serdeczny jest zbudowany z \_\_\_\_ paliczków.

Mały palec jest zbudowany z \_\_\_\_ paliczków.

Poświęćcie 2 minuty na przyjrzenie się zakresowi ruchu każdego ze swoich palców i omówienie go ze swoim kolegą lub koleżanką.

*Uzupełnijcie stwierdzenie: „Moim zdaniem palcem z największym zakresem ruchu jest: \_\_\_\_, ponieważ \_\_\_\_.”*

## Co już wiemy?

Sprawdziliśmy już i wiemy, że każda dłoń zawiera czternaście paliczków, co daje łącznie dwadzieścia osiem paliczków w obu dłoniach. Jakie inne kości, poza paliczkami, tworzą każdą dłoń?

### Zapamiętaj, to ważne!

#### Liczba i rodzaje kości dłoni człowieka



Palec wskazujący, środkowy, serdeczny i mały mają po trzy paliczki.

Kciuk różni się od nich tym, że ma tylko dwa paliczki.

Paliczki są połączone z kośćmi śródręcza. Każda dłoń ma pięć kości śródręcza.

Oprócz paliczków i kości śródręcza, dłoń jest również zbudowana z kości nadgarstka.

W sumie każda dłoń zawiera 27 kości: osiem kości nadgarstka, pięć kości śródręcza i czternaście paliczków.

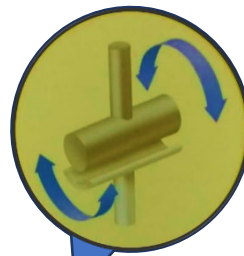
**Roentgen i promienie rentgenowskie****Wilhelm Roentgen**

W 1895 r. niemiecki fizyk Wilhelm Roentgen odkrył promienie nazywane później od jego nazwiska promieniami rentgenowskimi. Ich szczególna właściwość polega na tym, że przepuszczenie ich wiązki przez ciało, za którym znajduje się klisza fotograficzna tworzy na niej obraz znajdujących się w prześwietlonej części ciała kości.

Sprawdziliśmy już, że największy zakres ruchu ze wszystkich palców ma kciuk, który jest też najbardziej elastycznym palcem dłoni. Może zginać się nie tylko w stronę wnętrza dłoni, ale też np. w kierunku palca wskazującego. Dlaczego to kciuk jest najbardziej elastycznym palcem?

**Staw zawiasowy**

Stawy łączące paliczki dłoni to stawy zawiasowe. Taki staw działa na podobnej zasadzie, co zawias drzwi, który pozwala skrzydłu drzwi wychylać się tylko w jedną stronę. Stawy zawiasowe, umożliwiające zginanie łączonych części ciała tylko w jednym kierunku, to m.in. staw łokciowy, kolanowy i stawy śródręczno-paliczkowe (tzw. knykcie).

**Staw siodełkowaty**

Jedynymi stawami siodełkowatymi w całym ciele ludzkim są stawy u nasady kciuków. Od ograniczonego stawu zawiasowego różni się tym, że umożliwiają ruch w dwóch kierunkach: zarówno zginanie i prostowanie, jak i ruchy kciuka na boki. Dzięki temu właśnie kciuk jest bardziej elastyczny od pozostałych palców.

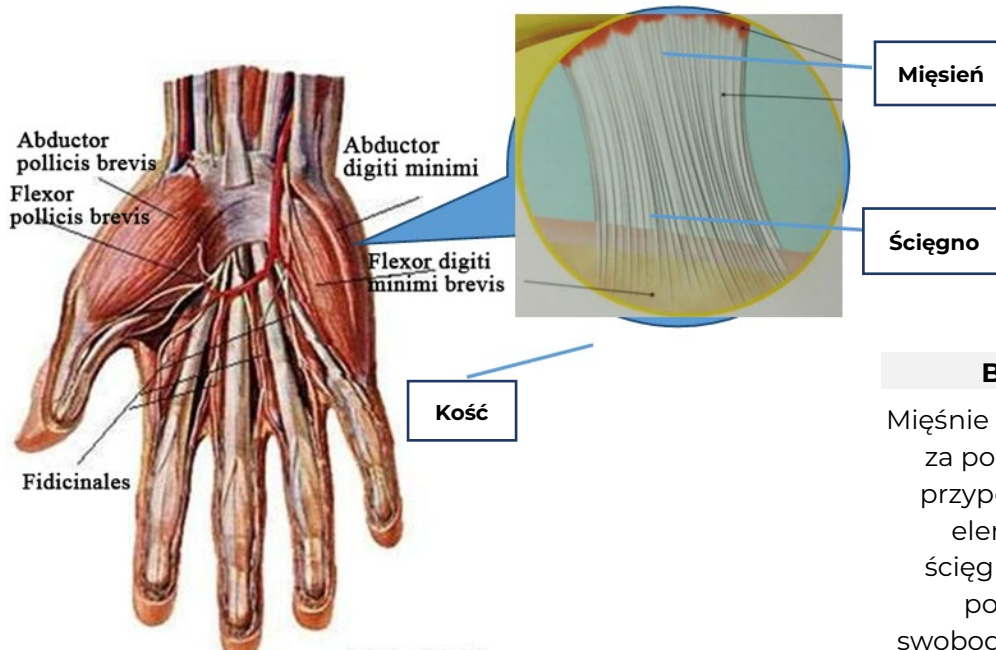
**Zapamiętaj, to ważne!****Rodzaje stawów i ich ruchomość**

Tworzące szkielet kości łączą się ze sobą stawami. Niektóre stawy są sztywne i nieruchome. Inne – i jest ich wiele – są ruchome i dają one szkieletowi elastyczność, umożliwiając nam bieganie, skakanie, pisanie i wykonywanie rozmaitych, niekiedy bardzo złożonych czynności. Stawy to mocne połączenia kości, zapewniające naszemu szkieletowi stabilność.

Ludzkie ciało zawiera aż około 400 stawów! Każdy z nich jest nieco inny.

**Zapamiętaj, to ważne!****Mięśnie łączą i trzymają kości**

Poruszamy się, bo mamy mięśnie - rodzaj tkanki ciała ludzkiego, która dzięki otrzymywanej energii potrafi kurczyć się, poruszając kośćmi, do których jest przymocowana. Mięśnie dzielą się na takie, którymi poruszamy świadomie, na przykład wtedy, gdy chcemy otworzyć palcami dłoni książkę oraz takie (i tych jest wiele), na których działanie nie mamy świadomego wpływu. Ich działaniem niezależnie od naszej woli steruje nasz mózg dzięki czemu oddychamy i żyjemy, przez nasze ciało płynie krew, a my automatycznie utrzymujemy równowagę i nie przewracamy się co chwila.

**Budowa mięśni**

Mięśnie są połączone z kośćmi za pomocą elastycznych, przypominających taśmy, elementów zwanych ścięgnami. Taka budowa pozwala mięśniom swobodniej poruszać kośćmi w żądanym kierunku.

Szkielet, stawy i mięśnie nie tylko pozwalają nam elastycznie się poruszać, ale też umożliwiają nam dokładne koordynowanie ruchów. Pozycja którego z przedstawionych tu zwierząt wymaga, waszym zdaniem, największej elastyczności?

To moja najbardziej wygięta pozycja.

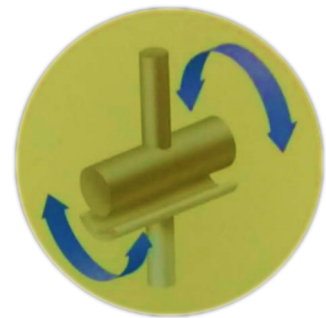
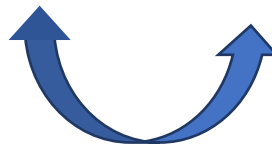
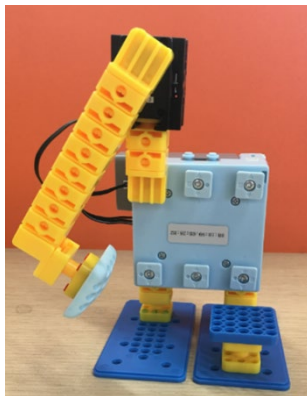






A to moja  
najbardziej wygięta  
pozycja.

Za ruchy robota odpowiadają serwomotory, których swoboda ruchu przypomina nieco staw zawiasowy szkieletu człowieka: każdy z nich pozwala połączonym elementom obracać się tam i z powrotem tylko w jednej płaszczyźnie. Przypominacie sobie robota-golfistę z poprzedniej lekcji? Dostrzegacie podobieństwo?



Projektując robota zwykle chcemy, aby był bardziej elastyczny, a jego elementy poruszały się swobodniej niż tylko tam i z powrotem. Chcemy dać robotowi nie tylko możliwość kołysania ramieniem w lewo i w prawo, ale też wychylania w jedną i w drugą stronę (zginania tam i z powrotem).



Jak zaprojektować robota, aby jego konstrukcja zawierała odpowiedniki „kości” oraz „systemu mięśni” i poruszała się, na przykład, jak trąba słonia?



Aby zbudować model trąby słonia, potrzebujemy połączyć działanie dwóch serwomotorów. To trochę utrudnia zadanie, ale też czyni je ciekawszym.

**Podpowiedzi i objaśnienia**

Krok 1. Budujemy głowę słonia.



Krok 2. Budujemy trąbę słonia.



Krok 3. Budujemy uszy słonia.





Krok 4. Składamy wszystko razem.



## Budowa modelu

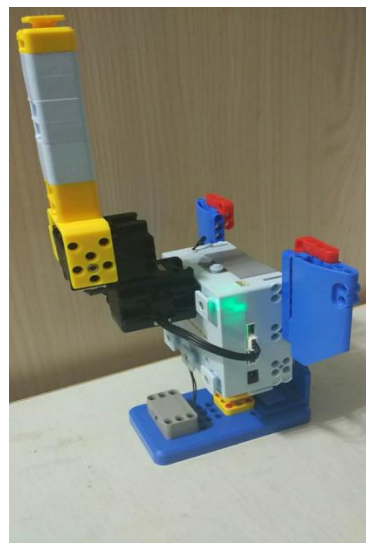
Przyjrzyjmy się krok po kroku procesowi budowy robota.

Uruchomcie tablet lub komputer, wybierzcie robota o nazwie „Elephant trunk” (Trąba słonia), następnie polecenie „Modelowanie”, po czym rozpocznijcie budowę.

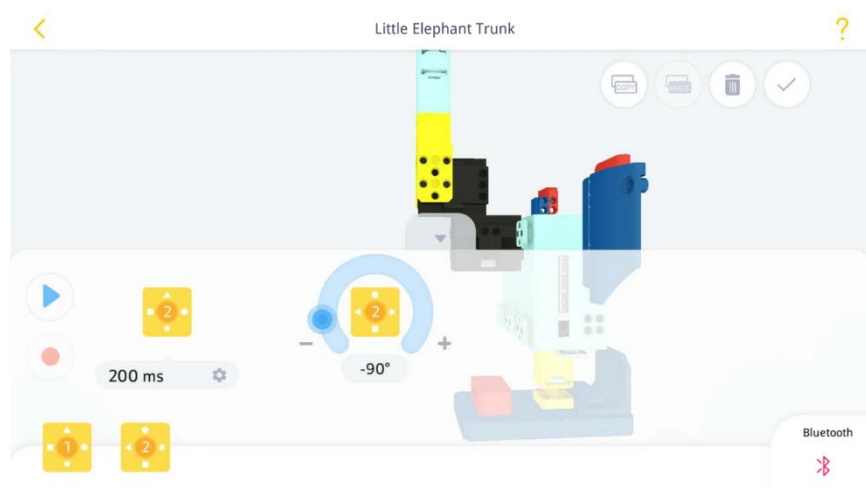
## Programowanie

Gdy robot będzie gotowy, nawiążcie połączenie przez Bluetooth™ i wybierzcie polecenie „Action editing” (Edycja czynności).

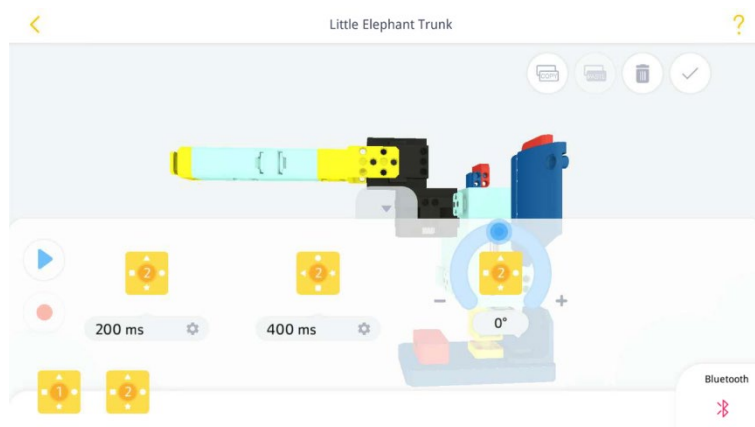
Zacznijmy od stworzenia symulacji rozwijania trąby przez słonia.



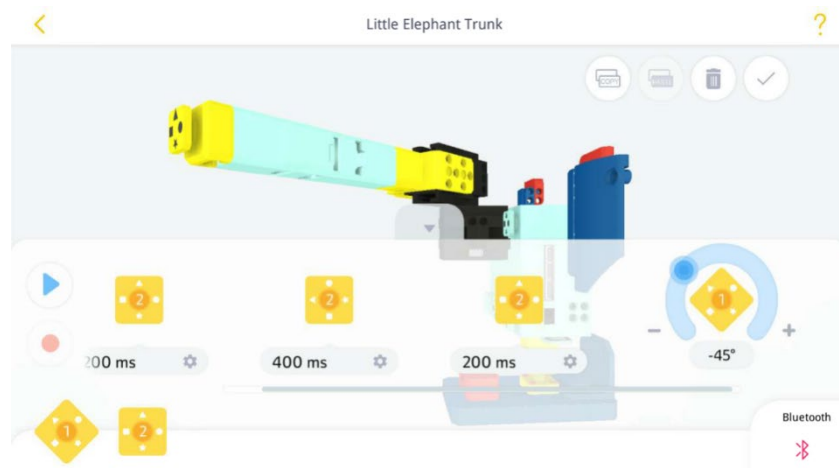




W kolejnym kroku sprawimy, że słoń wyprostuje trąbę.



Następnie każemy mu ją unieść pod kątem 45 stopni.



Na koniec zaprogramujemy płynny ruch, którym trąba słonia powróci do początkowego położenia i uniesie się pionowo w górę. Aby osiągnąć zamierzony efekt, musimy zaprogramować jednoczesną pracę serwowmotorów 1 i 2. Ustawimy długi czas działania serwowmotorów, dzięki czemu łatwiej będzie nam dostrzec różnicę między ich pracą jednoczesną i naprzemienną.

## Spostrzeżenia i przemyślenia

Porozmawiajcie w grupach:

1. Ile serwowmotorów zawiera elektroniczne ramię przedstawione niżej?
2. Do czego może posłużyć taki robot? Podajcie co najmniej dwa zastosowania.



## Pytania i zadania

### Pytanie

Uwolnijcie wyobraźnię i wymyślcie wspólnie, jakie inne ruchy można jeszcze zaprojektować dla zbudowanej właśnie „trąby słonia”?

### Pograjmy jeszcze! (zadanie dodatkowe)

#### Mistrzowie koordynacji

Umieśćcie wszystkie zbudowane roboty symulujące trąbę słonia obok siebie. Zaprogramujcie dla wszystkich takie same działania i uruchomcie je równocześnie. Przekonajcie się w ten sposób, czy wszystkie Wasze roboty są w stanie poruszać się równocześnie w zsynchronizowany sposób, tak jak roboty na chińskiej gali noworocznej kilka lat temu. (Podpowiedź: wszystkie roboty muszą mieć zaprogramowane takie same wartości czasu ruchów serwomotorów.)



### Zapamiętaj, to ważne!

Umiecie obliczyć liczbę paliczków w obu dłoniach. Wzór na łączną ich liczbę wygląda następująco:  $(3 \times 4 + 2) \times 2 = 28$ . Jak już zapewne wiecie, rozróżniamy cztery podstawowe działania matematyczne: mnożenie, dzielenie, dodawanie i odejmowanie. Mnożenie i dzielenie wykonujemy w pierwszej kolejności. Dopiero w drugiej kolejności wykonujemy dodawanie i odejmowanie. Najpierw jednak obliczamy zawartość nawiasów. Jeżeli w nawiasie znajduje się dodawanie, a wartość tego nawiasu jest poddawana mnożeniu, to w jakiej kolejności wykonujemy obliczenia?

Rozróżniamy dwa rodzaje stawów palców dłoni: zawiasowy i siodełkowaty. Staw zawiasowy pozwala na ruch wyłącznie w jedną stronę, a staw siodełkowaty umożliwia ruch w dwóch płaszczyznach.

Ludzie, jak większość ssaków, posiadają złożony szkielet, połączony stawami i poruszany mięśniami. Wspólna praca kości, stawów i mięśni pozwala nam wykonywać bardzo złożone ruchy.