Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki

Projekt z Systemów Mikroprocesorowych
Ramię robota

Mateusz Siedliski i Radosław Tchórzewski
Rok akademicki 2022/2023, semestr 5, grupa 6, sekcja 2

Kierujący pracą: dr inż. Jacek Loska

Gliwice 2023

Spis treści

1 DONE? Wstęp

Podczas studiowania na kierunku Automatyka i Robotyka można zauważyć zadziwiający brak fizycznych pomocy naukowych. Ten projekt ma na celu poprawę tej sytuacji choćby w niewielkim stopniu. W tym celu zaproponowano stworzenie ramienia robota (manipulatora). Ma on na celu pomoc studentom z wizualizacją koncepcji teoretycznych w prawdziwym świecie, a nie tylko w książkach, czy na ekranie komputera.

Projekt może posłużyć także do zachęcenia potencjalnych studentów podczas na przykład dni otwartych czy wycieczek szkolnych.

Główną inspiracją projektu był film zamieszczony na platformie YouTube z kanału "How To Mechatronics" pod tytułem "DIY Arduino Robot Arm with Smartphone Control" [1].

Nasz projekt korzysta z tych samych technologii, aczkolwiek wszystkie elementy (model 3D, oprogramowanie mikrokontrolera, kod aplikacji, schemat połączeń itd.) zostały przygotowane przez nas.

W ramach projektu stworzono dydaktyczny model 5 osiowego manipulatora z chwytakiem, zrealizowanego w technologii druku 3D, sterowany aplikacją na urządzenia z systemem Android.

1.1 DONE? Cel i zakres projektu

DONE? Cel projektu

Celem projektu była realizacja fizycznego modelu manipulatora przeznaczonego do celów dydaktycznych. Może być on pomocny dla studentów w celu wizualizacji koncepcji teoretycznych w prawdziwym świecie, a nie tylko w książkach, czy na ekranie komputera.

Projekt może posłużyć także do zachęcenia potencjalnych studentów podczas na przykład dni otwartych czy wycieczek szkolnych.

DONE? Wymagania

- Niski koszt budowy.
- Niski koszt eksploatacji.
- Stworzony z łatwodostępnych materiałów.
- Łatwość obsługi.
- Niski koszt szkolenia.
- Niska awaryjność.
- Łatwość naprawy.
- Atrakcyjny wygląd.

DONE? Zakres projektu

- Określenie problemu i wykonanie do niego założeń.
- Analiza możliwych rozwiązań.
- Wybór elementów elektronicznych.
- Wybór elementów mechanicznych.
- Wykonanie projektu zgodnie z wcześniejszymi założeniami.
- Uruchomienie, weryfikacji i przetestowanie sprzętu i aplikacji.
- Nakreślenie ewentualnych kierunków rozwoju projektu.
- Wnioski końcowe.

2 DONE? Harmonogram

2.1 DONE Harmonogram zatwierdzony

1. Projektowanie modelu fizycznego robota oraz jego druk w technologii 3D.
2. Montaż mechaniczny oraz elektryczny.
3. Tworzenie oprogramowania na mikrokontroler.
4. Tworzenie aplikacji sterującej.
5. Projektowanie oraz realizacja komunikacji między mikrokontrolerem, a aplikacją sterującą.

2.2 DONE? Harmonogram wykonany

Realizacja działającego prototypu zajęła zdecydowanie mniej czasu, niż początkowo zakładano. Pozwoliło to na poświęcenie większej ilości czasu na uprawnienia i udoskonalanie projektu.

1. Projektowanie modelu fizycznego robota oraz jego druk w technologii 3D. Montaż mechaniczny oraz elektryczny.
2. Tworzenie oprogramowania na mikrokontroler oraz aplikacji sterującej. Opracowanie protokołu komunikacji między mikrokontrolerem, a aplikacją sterującą.
3. Doskonalenie projektu — debugowanie, poprawki mechaniczne, usprawnienia
4. Doskonalenie projektu — debugowanie, poprawki mechaniczne, usprawnienia
5. Doskonalenie projektu — debugowanie, poprawki mechaniczne, usprawnienia

3 DONE? Kosztorys

Lp.	Typ	Producent	Ilość	Cena	Wartość
1.	Mikrokontroler Wemos D1 mini	Wemos	1	9,48 zł	9,48 zł
2.	Moduł Bluetooth HC-05	SZYTF	1	9,40 zł	9,40 zł
3.	Micro Servo 9g SG90	HWAYEH	3	3,97 zł	11,91 zł
4.	Servo Mg996r	WAVGAT	3	12 zł	36 zł
5.	Obudowa ramienia (druk 3D)	n/d	1	40 zł	40 zł
6.	Przewody	n/d	n/d	n/d	10 zł
7.	Płytka prototypowa	diymore	1	3,15 zł	3,15 zł
8.	Wkręty M3	n/d	4	0,20 zł	0,80 zł
9.	Śruby M3	n/d	8	0,20 zł	1,60 zł
10.	Nakrętki M3	n/d	18	0,20 zł	3,60 zł
11.	Drewniana podstawa	n/d	1	10,00 zł	10,00 zł
12.	Kondensator 1000 μF	Chong	1	0,50 zł	0,50 zł
					Suma = 136,44 zł
					Ilość roboczogodzin = 40

4 DONE? Urządzenie wraz z aplikacją

Tworząc ten projekt mamy na celu stworzenie przydatnej pomocy naukowej dla osób zainteresowanych tematem automatyki i robotyki, który pozwoli na łatwiejsze przyswojenie teorii oraz zobaczenie jej praktycznego zastosowania.

4.1 TODO Określenie problemu

Dokładne opisanie problemu. Wykonać schematy ideowe i blokowe, dołączyć ilustrujące problem rysunki itp. Wykonać założenia potrzebne do rozwiązania postawionego problemu.

Rysunek 1. To jest rysunek podstawowego bloku systemu.

Należy zawsze odwoływać się do tego co jest na Rysunek 1.

4.2 TODO Analiza rozwiązań

W tym punkcie powinno się przedstawić jakie są możliwości rozwiązania problemu (urządzenia, technologie i produkty), wraz z określeniem kryteriów wyboru rozwiązania.

4.3 TODO Zaproponowane rozwiązanie

W tym punkcie należy przedstawić wybrane rozwiązanie problemu, wraz z uzasadnieniem wyboru na postawie kryteriów z poprzedniego punktu.

4.4 TODO Wykonanie

W tym punkcie opisać jak zostało wykonane urządzenie oraz zaprogramowana aplikacja, jakie zastosowano technologie, narzędzia do pisania, weryfikowania i testowania aplikacji. Nie należy umieszczać kodu programu, jedynie wybrane fragmenty pokazujące rozwiązanie niestandardowego problemu. Pełny kod programu należy przesłać emailem ew. dodatkowo umieścić w załączniku. Jest to najważniejszy punkt w projekcie – proszę mu poświęcić jak najwięcej uwagi minimum 15-18 stron!!!

4.5 TODO Problemy w trakcie tworzenia sprzętu i aplikacji (niepotrzebne usunąć!)

W tym punkcie należy przedstawić jakie były problemy przed którymi stanęli autorzy projektu w trakcie jego realizacji i jak je rozwiązali.

5 TODO Podsumowanie

W ostatnim punkcie opisać co zostało wykonane, jakiej części założeń nie wykonano i dlaczego. Co można zrobić, by dany projekt poprawić i w jakim kierunku może pójść dalszy rozwój tego projektu.

6 WIP Literatura

[1] How To Mechatronics. *DIY Arduino Robot Arm with Smartphone Control*. Data dostępu: 2022. URL: https://www.youtube.com/watch?v=_B3gWd3A_SI.

7 TODO Załączniki

Na prezentację (obronę) projektu trzeba przygotować prezentację w PowerPoint lub Prezi trwającą ok 12-15 minut Zwykle jest to ok. 20 slajdów. Te slajdy muszą zawierać tytuł projektu, autora, prowadzącego. Następnie plan prezentacji, najważniejsze osiągnięcia , podsumowanie. Slajdy muszą być czytelne, należy umieszczać rysunki i schematy, także nie powinno się na nich umieszczać zbyt dużo tekstu (tekst powinien mieć ok. 20-24pkt). W trakcie lub po prezentacji powinno się zademonstrować wykonany sprzęt i oprogramowanie. Można również zaprezentować w zamian tego film z działania urządzenia.

Przykładowa zawartość załącznika: Kody źródłowe (z komentarzami!!!) na CD spakowane. Wysłane mailem zawartość projektu do prowadzącego. Prezentacja. Wszystkie opisy układów, programów, narzędzi stosowanych w projekcie itp.

8 Kod

8.1 Kod mikrokontrolera

```
#include <Arduino.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Servo.h>

#define memory 50

const int servoNum = 6;

// Initial positions
#define servo01235InitPos 90;
#define servo4InitPos 0;

// Creating servos
Servo servo[servoNum];

// Defining BT
SoftwareSerial Bluetooth(D7, D8);

// Servo positions
int servoPos[servoNum];

// Servo previous positions
int servoPPos[servoNum];

// Servo saved positions
int servoSPos[servoNum][memory];

// Position in saved positions
int indexS = 0;

// Received BT data
String dataIn = "";

// Function prototypes
void moveServo(int whichServo, int PosServo);
void setMem();
bool checkPos(int pos);

void setup()
{
```

```
41    setMem(); // Setting initial positions
42
43    // Ataching servos
44    servo[0].attach(D6);
45    servo[1].attach(D5);
46    servo[2].attach(D4);
47    servo[3].attach(D3);
48    servo[4].attach(D2);
49    servo[5].attach(D1);
50
51    // Setting initial positions
52    for (size_t i = 0; i < servoNum; i++)
53    {
54      servo[i].write(servoSPos[i][0]);
55      servoPPos[i] = servoSPos[i][0];
56    }
57
58    // Initializing BT
59    Bluetooth.begin(38400);
60    Bluetooth.setTimeout(1);
61    delay(100);
62  }
63
64  void loop()
65  {
66    while (Bluetooth.available() <= 0) // Check BT
67    {
68      // Nothing to do
69    }
70
71    delay(1);                          // Wait for BT data
72    dataIn = Bluetooth.readString(); // Receive BT data
73
74    if (dataIn.startsWith("s")) // Servo position?
75    {
76      // Which servo?
77      String dataInServo = dataIn.substring(1, 2);
78      int SelectServo = dataInServo.toInt();
79
80      // Which position?
81      String dataInServoPos = dataIn.substring(2, dataIn.length()
        );
82      int PosServo = dataInServoPos.toInt();
83
```

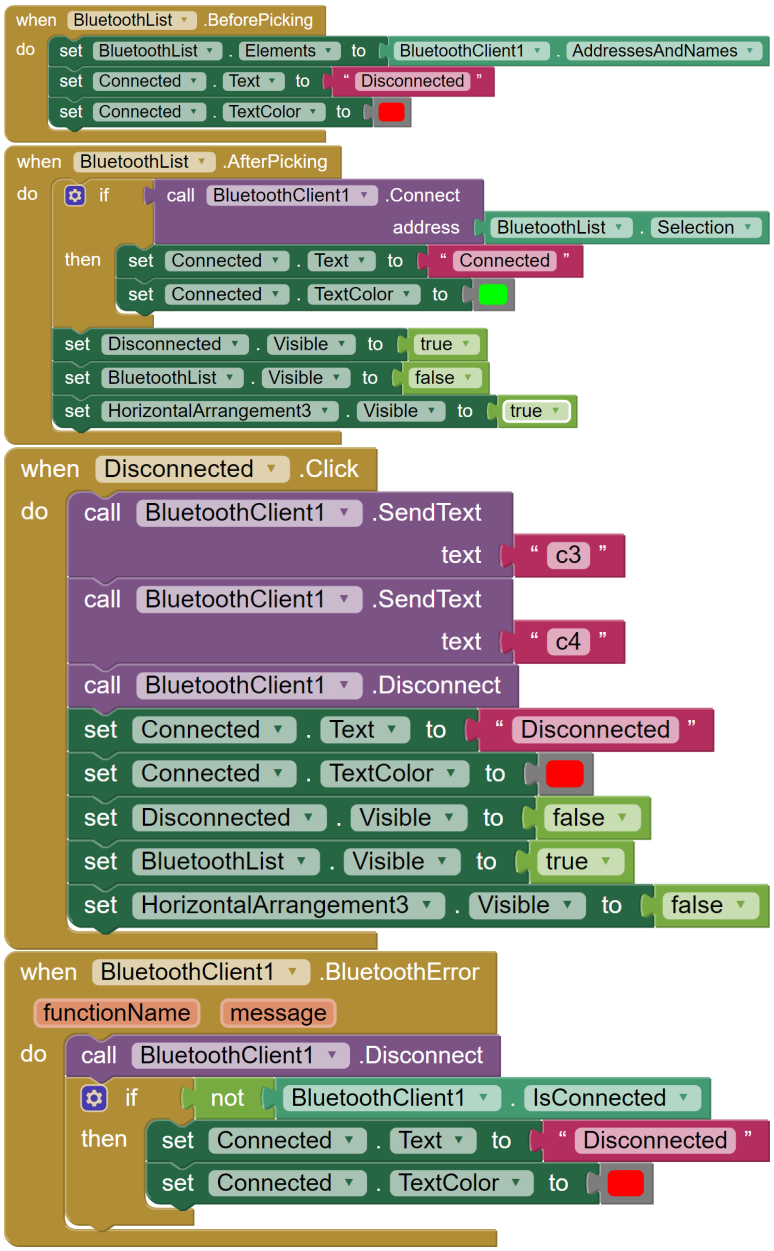
```
84      moveServo(SelectServo - 1, PosServo);
85    }
86    else if (dataIn.startsWith("c")) // Command?
87    {
88      // Which command?
89      String dataInFunc = dataIn.substring(1, 2);
90      int SelectFunc = dataInFunc.toInt();
91
92      switch (SelectFunc)
93      {
94
95      case 1: // Save
96
97        // Save all current servo positions
98        if (indexS < memory)
99        {
100         for (size_t i = 0; i < servoNum; i++)
101         {
102           servoSPos[i][indexS] = servoPos[i];
103         }
104         indexS++;
105       }
106
107       break;
108
109     case 2: // Play
110
111       // Repeat until Stop command
112       while (!dataIn.startsWith("c3"))
113       {
114         for (int j = 0; j < indexS; j++)
115         {
116
117           dataIn = Bluetooth.readString(); // Receive BT data
118           if (dataIn.startsWith("c3"))     // Stop?
119           {
120             break;
121           }
122
123           // Move all servos simultaneously
124           while (checkPos(j)) // Check if all servos are in
    posiotion
125           {
126             for (size_t i = 0; i < servoNum; i++)
```

```
127             {
128               if (servoPos[i] > servoSPos[i][j])
129               {
130                 servo[i].write(--servoPos[i]);
131               }
132               else if (servoPos[i] < servoSPos[i][j])
133               {
134                 servo[i].write(++servoPos[i]);
135               }
136             }
137           }
138         }
139       }
140
141       break;
142
143     case 4: // Reset
144
145       setMem(); // Setting initial positions
146
147       break;
148     }
149   }
150 }
151
152 void moveServo(int whichServo, int PosServo)
153 {
154   servoPos[whichServo] = PosServo;
155
156   // Movement speed adjustment
157   int offset = 2;
158
159   if (whichServo <= 2)
160   {
161     offset = 30;
162   }
163
164   if (servoPos[whichServo] > servoPPos[whichServo])
165   {
166     for (int i = servoPPos[whichServo]; i <= servoPos[
      whichServo]; i += offset)
167     {
168       servo[whichServo].write(i);
169     }
```

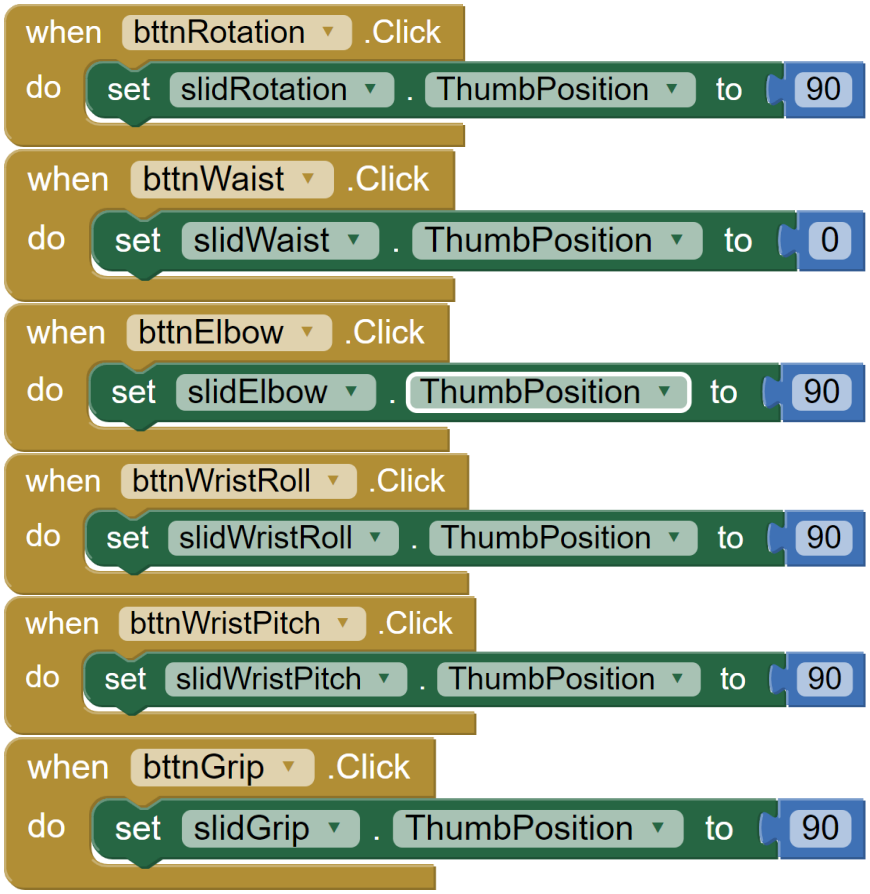
```
170     servo[whichServo].write(servoPos[whichServo]);
171   }
172   else if (servoPos[whichServo] < servoPPos[whichServo])
173   {
174     for (int i = servoPPos[whichServo]; i >= servoPos[
      whichServo]; i -= offset)
175     {
176       servo[whichServo].write(i);
177     }
178     servo[whichServo].write(servoPos[whichServo]);
179   }
180
181   servoPPos[whichServo] = servoPos[whichServo];
182 }
183
184 bool checkPos(int pos)
185 {
186   for (size_t i = 0; i < servoNum; i++)
187   {
188     if (servoPos[i] - servoSPos[i][pos] != 0)
189     {
190       return 1;
191     }
192   }
193   return 0;
194 }
195
196 void setMem()
197 {
198   // Setting initial positions
199   for (size_t j = 0; j < memory; j++)
200   {
201     for (size_t i = 0; i < servoNum; i++)
202     {
203       servoSPos[i][j] = servo01235InitPos;
204     }
205     servoSPos[4][j] = servo4InitPos;
206   }
207   indexS = 0;
208 }
```

8.2 Kod aplikacji

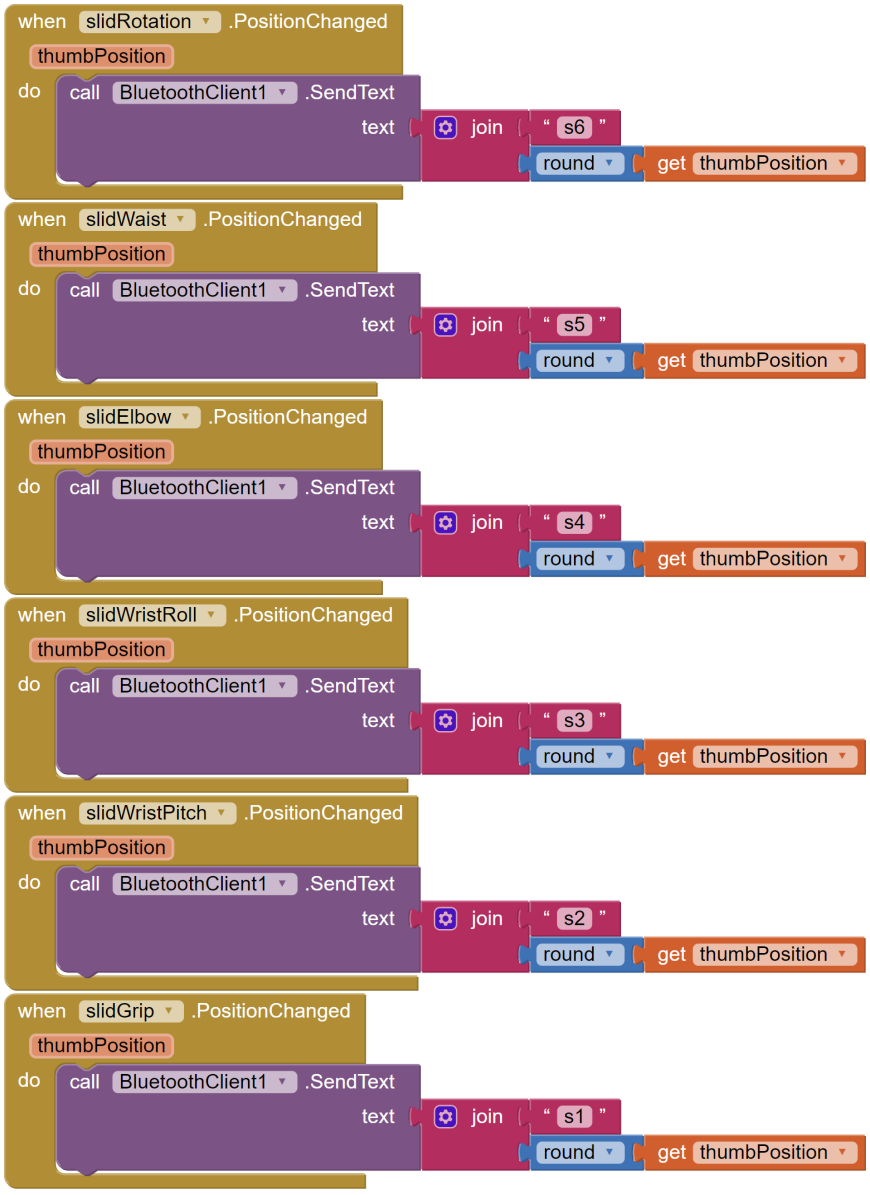
Bluetooth



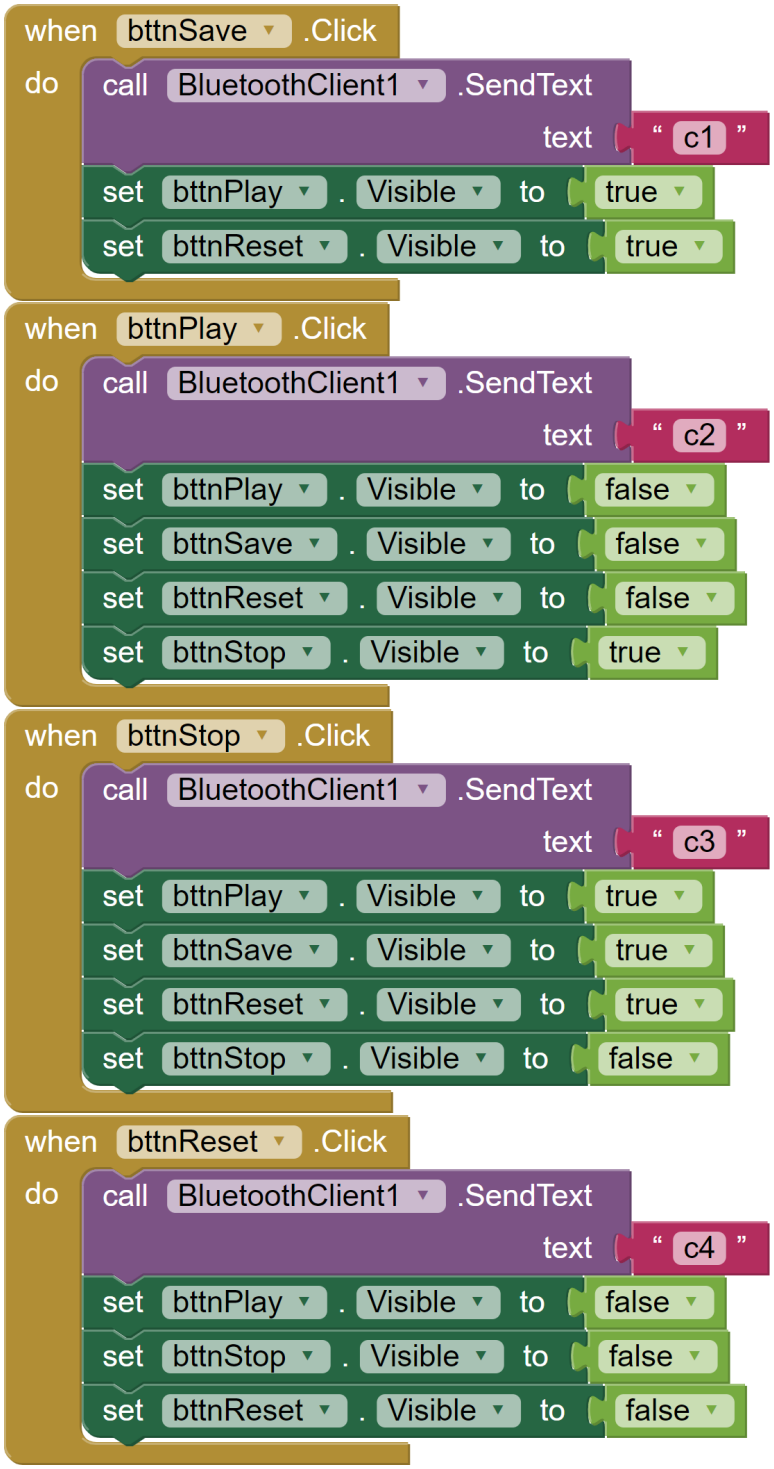
Przyciski


when bttnRotation .Click
do set slidRotation . ThumbPosition to 90
when bttnWaist .Click
do set slidWaist . ThumbPosition to 0
when bttnElbow .Click
do set slidElbow . ThumbPosition to 90
when bttnWristRoll .Click
do set slidWristRoll . ThumbPosition to 90
when bttnWristPitch .Click
do set slidWristPitch . ThumbPosition to 90
when bttnGrip .Click
do set slidGrip . ThumbPosition to 90

Slidery


when slidRotation .PositionChanged
thumbPosition
do call BluetoothClient1 .SendText
text join " s6 " round get thumbPosition
when slidWaist .PositionChanged
thumbPosition
do call BluetoothClient1 .SendText
text join " s5 " round get thumbPosition
when slidElbow .PositionChanged
thumbPosition
do call BluetoothClient1 .SendText
text join " s4 " round get thumbPosition
when slidWristRoll .PositionChanged
thumbPosition
do call BluetoothClient1 .SendText
text join " s3 " round get thumbPosition
when slidWristPitch .PositionChanged
thumbPosition
do call BluetoothClient1 .SendText
text join " s2 " round get thumbPosition
when slidGrip .PositionChanged
thumbPosition
do call BluetoothClient1 .SendText
text join " s1 " round get thumbPosition

Komendy


when bttnSave .Click
do call BluetoothClient1 .SendText
text " c1 "
set bttnPlay . Visible to true
set bttnReset . Visible to true
when bttnPlay .Click
do call BluetoothClient1 .SendText
text " c2 "
set bttnPlay . Visible to false
set bttnSave . Visible to false
set bttnReset . Visible to false
set bttnStop . Visible to true
when bttnStop .Click
do call BluetoothClient1 .SendText
text " c3 "
set bttnPlay . Visible to true
set bttnSave . Visible to true
set bttnReset . Visible to true
set bttnStop . Visible to false
when bttnReset .Click
do call BluetoothClient1 .SendText
text " c4 "
set bttnPlay . Visible to false
set bttnStop . Visible to false
set bttnReset . Visible to false