

Zaprojektowanie i opracowanie układu do obrazowej rejestracji promieniowania gamma



Centralne Laboratorium
Ochrony Radiologicznej

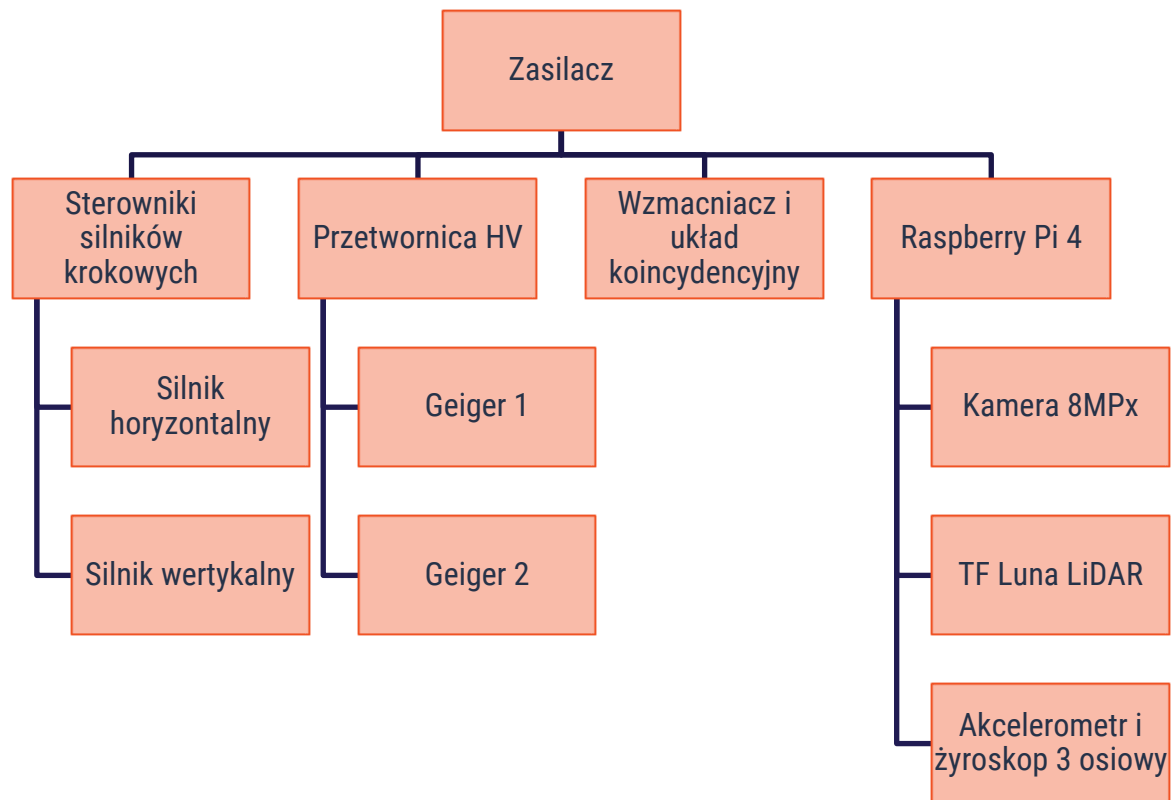
Bartłomiej Kliś
Warszawa | 01.04.2021

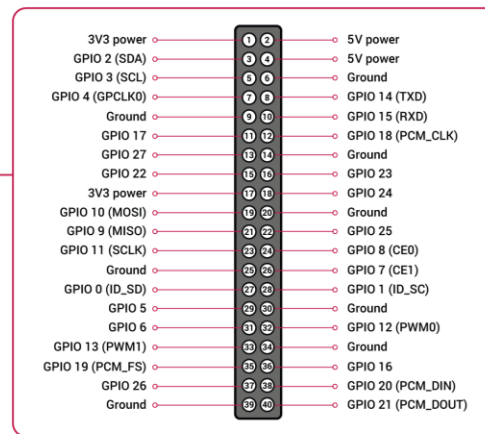
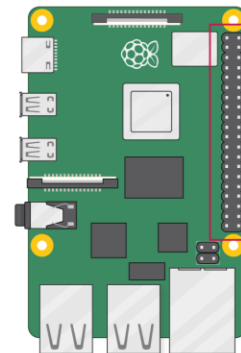
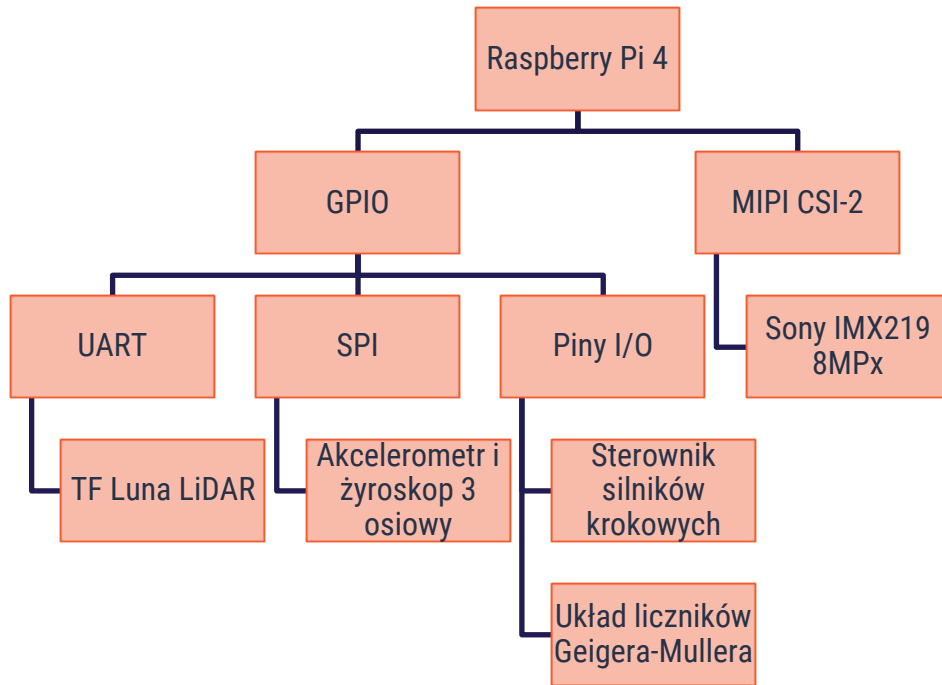
Cele pracy

- Opracowanie prototypu urządzenia zdolnego do zdalnego rozpoznawania zagrożeń radiologicznych
- Wykorzystanie nowoczesnych technik obrazowania
- Opracowanie technologii kompatybilnej z bezzałagowymi pojazdami powietrznymi (UAV)

Elektronika

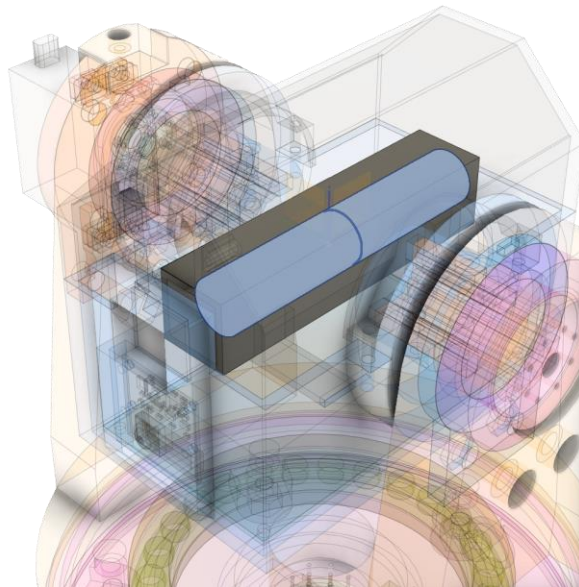
Architektura urządzenia



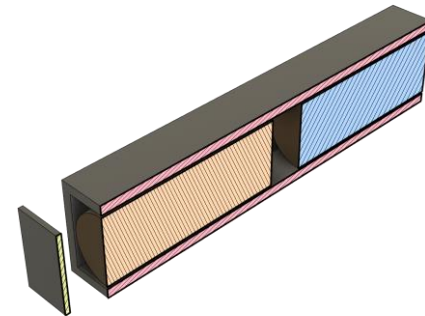


Detektor promieniowania

Detektor promieniowania



- Dwa detektory Geigera-Mullera LND 712 (LND, INC.)
- Kolimator promieniowania wykonany z 2mm stali
- Okienko wykonane z warstwy foli polimeowej oraz aluminium

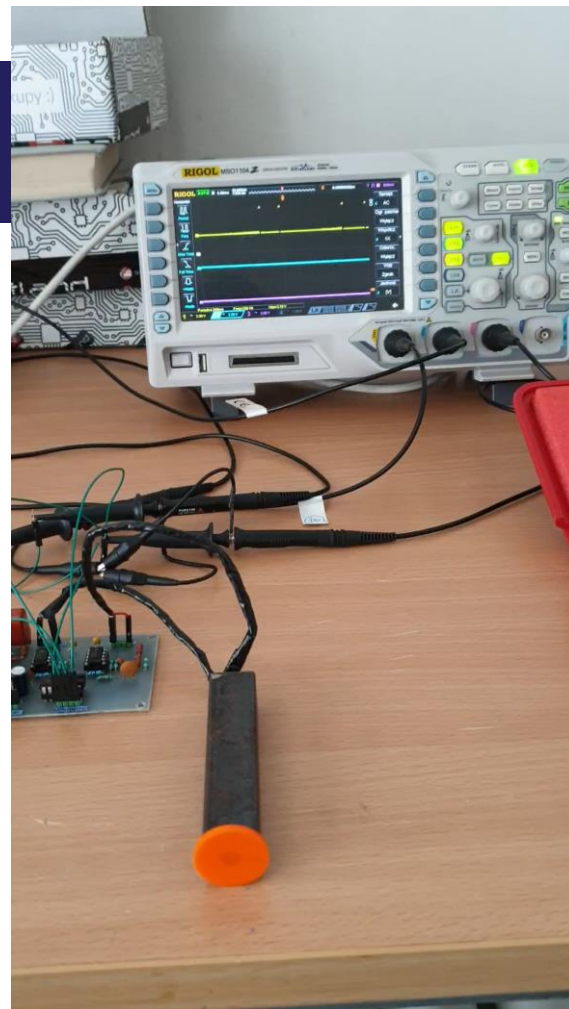


Detektor promieniowania

Testy równoległej pracy liczników Geigera-Mullera



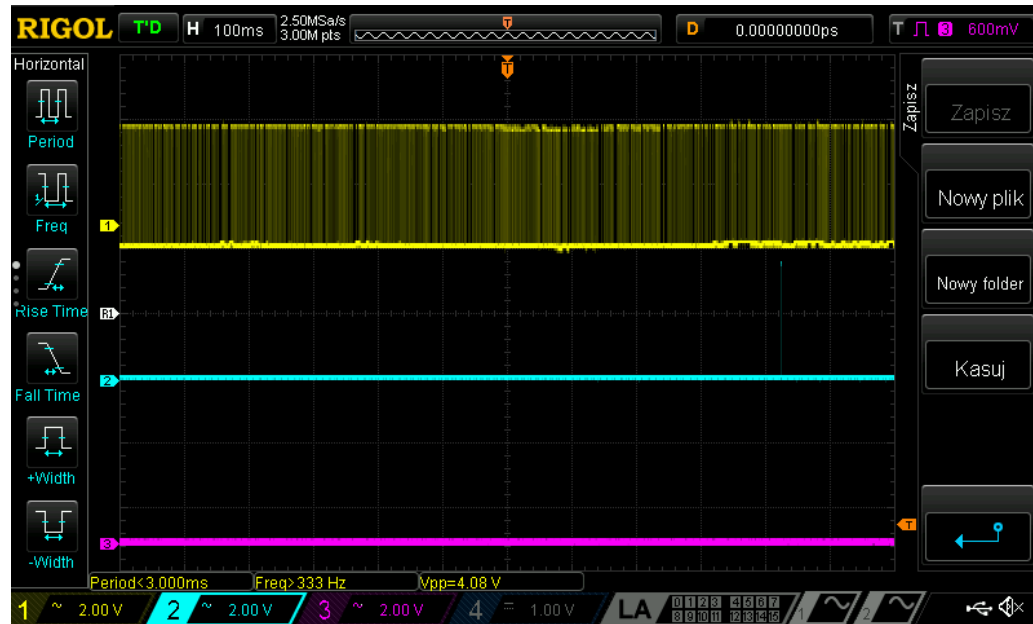
Źródła kalibracyjne



Detektor promieniowania – testy

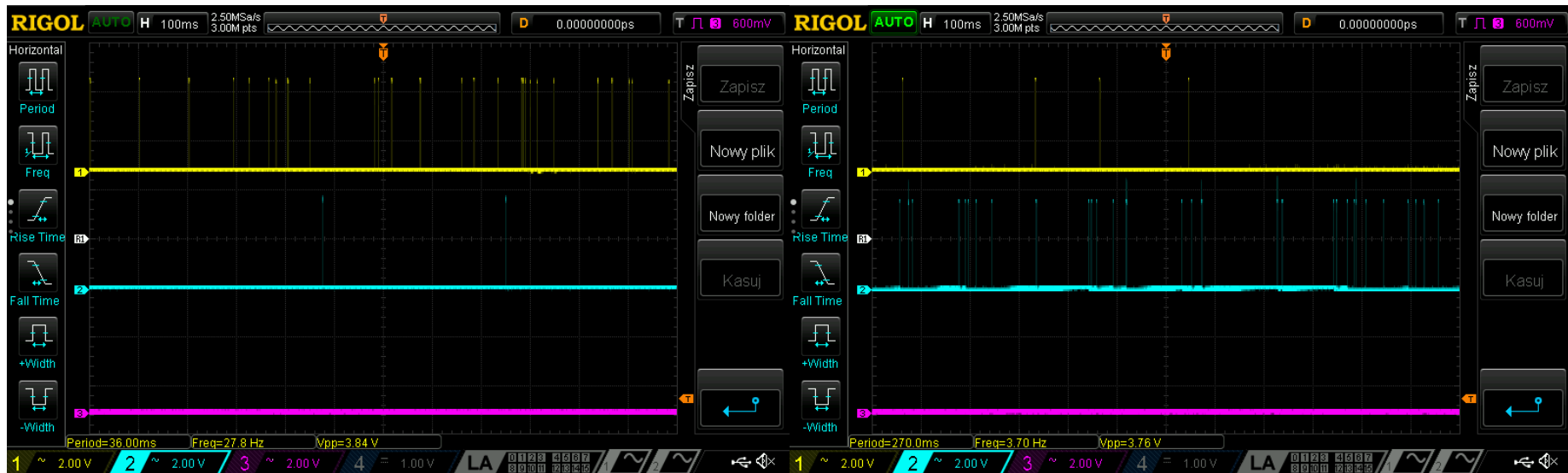


Umieszczenie źródła Cs-137 przed przednim detektorem G-M



Odpowiedź detektora G-M na promieniowanie gamma i beta od źródła Cs-137

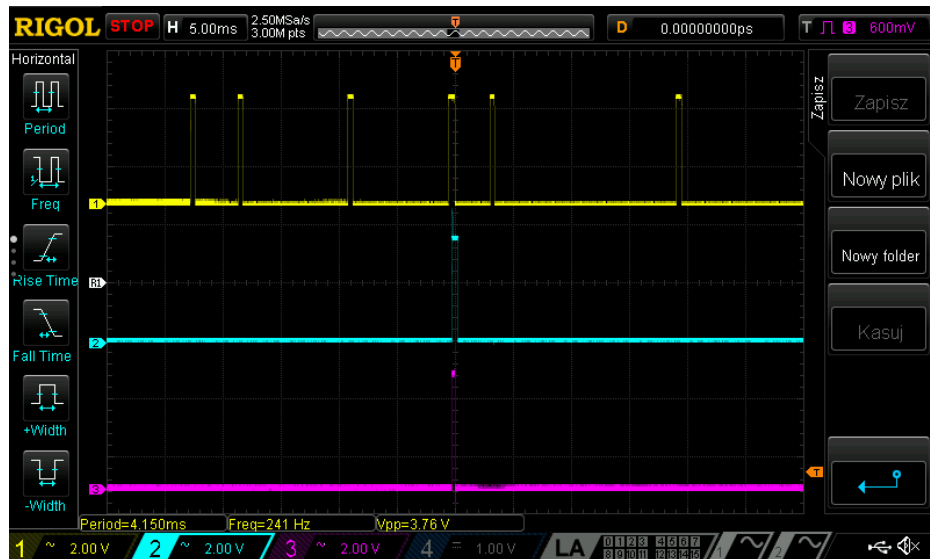
Detektor promieniowania – praca liczników



Praca liczników G-M położeniu źródła nad pierwszym detektorem

Praca liczników G-M położeniu źródła nad drugim detektorem

Detektor promieniowania - koinkydencja



Wykrycie koinkydencji między sygnałami z detektorów G-M

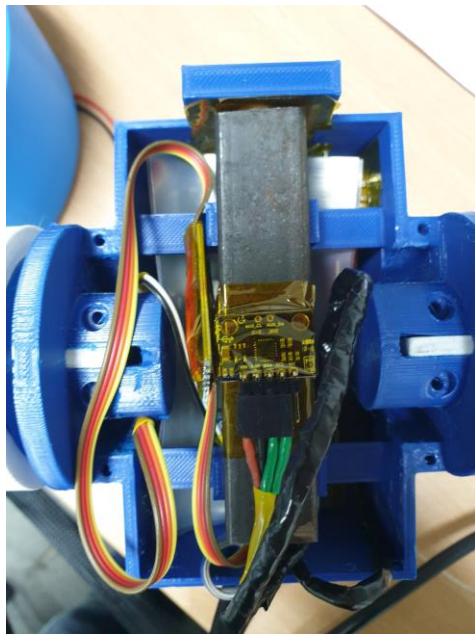
Elektronika rozpoznająca zajście koinkydencji na poziomie sprzętu

Sygnały prowadzone od wzmacniaczy poszczególnych detektorów trafiają na układ logiczny AND wykrywający koinkydencje.

Do układu Raspberry Pi 4 przychodzą sygnały od 2 kanałów odpowiadających detektorom oraz sygnał związany z wykryciem koinkydencji.

Zwiększona liczba koinkydencji między detektorami jest jedną z metod pozwalających na określenie lokalizacji z której dociera promieniowanie

Akcelerometr i żyroskop 3 osiowy MPU6050



Umiejscowienie układu MPU6050

Układ dostarczający informacji o położeniu detektorów promieniowania

Z układem Raspberry Pi komunikuje się układ zapewniający informację o dokładnym zorientowaniu detektorów.

Rozwiązanie zapewnia większą dokładność ruchu detektorów oraz jest źródłem informacji o położeniu kątowym całego układu detekcyjnego.

LiDAR TF-Luna



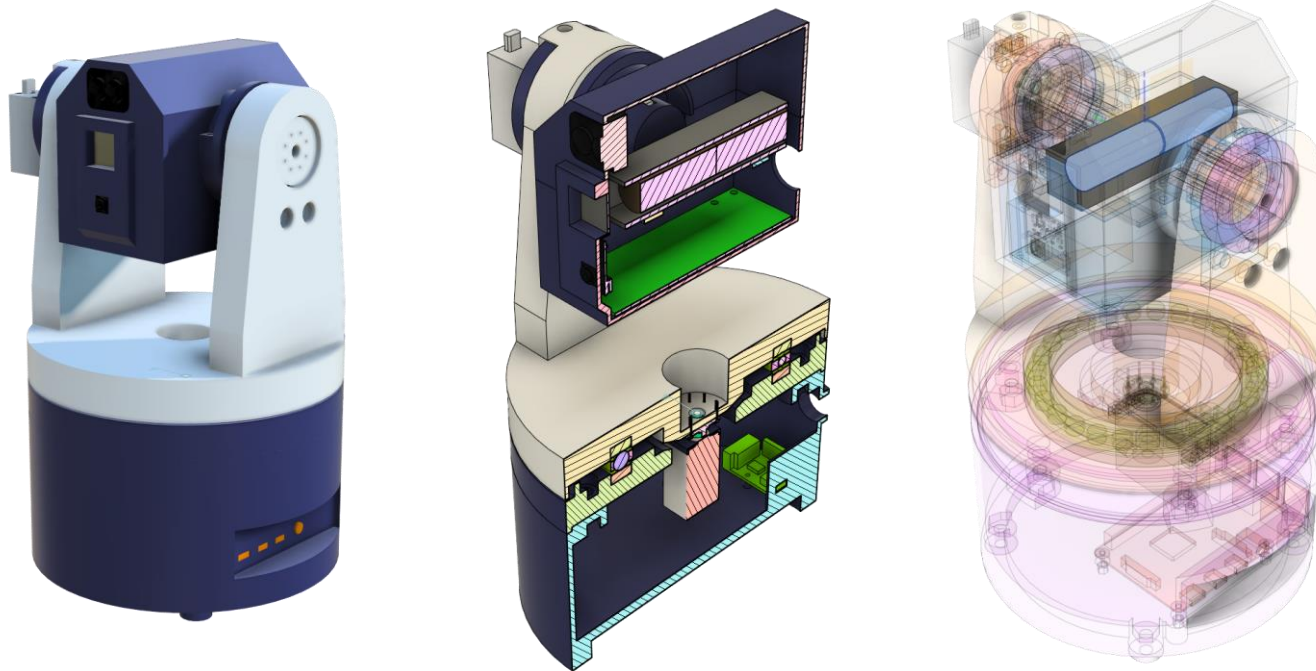
Moduł TF-Luna

Moduł dostarczający informacji o odległości do najbliższej przeszkody

Układ pracuje w zakresie pomiarowym od 20cm do 8m z dokładnością 6cm.

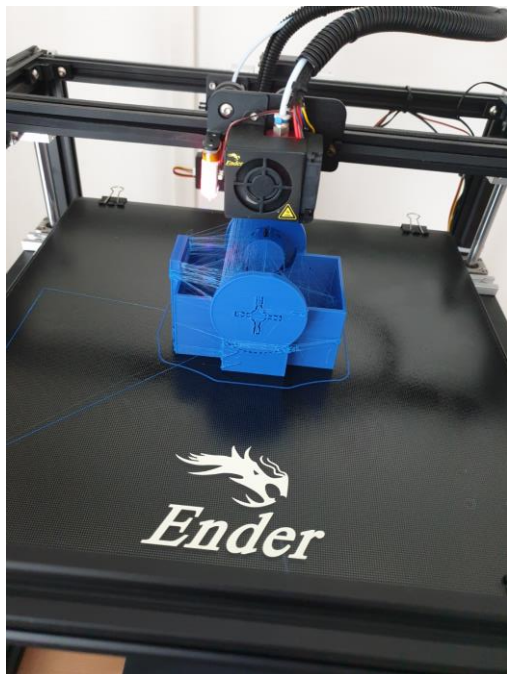
Częstotliwość wykonywania pomiarów odległości wynosi do 250 razy na sekundę.

Projekt mechaniki



Wizualizacje projektu całego urządzenia

Wykonanie



Druk 3D części obudowy dla detektorów G-M



Montaż urządzenia z wykonanych części

Rezultaty

Rezultaty



Złożony układ na statywie

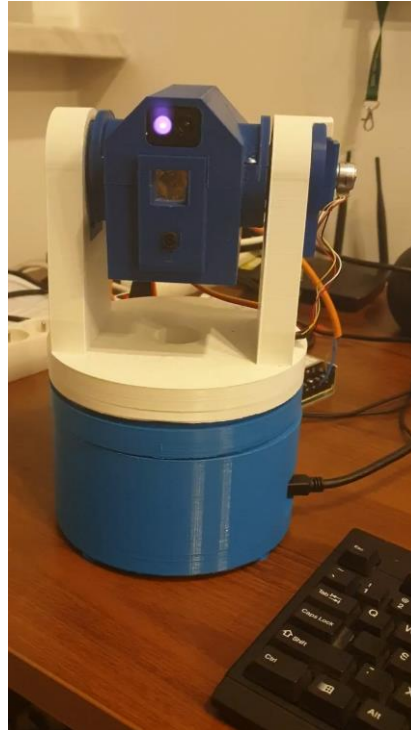


Ujęcie z innej perspektywy



Zdjęcie przodu części detekcyjnej

Rezultaty - mechanika



Praca urządzenia na etapie rozwoju oprogramowania

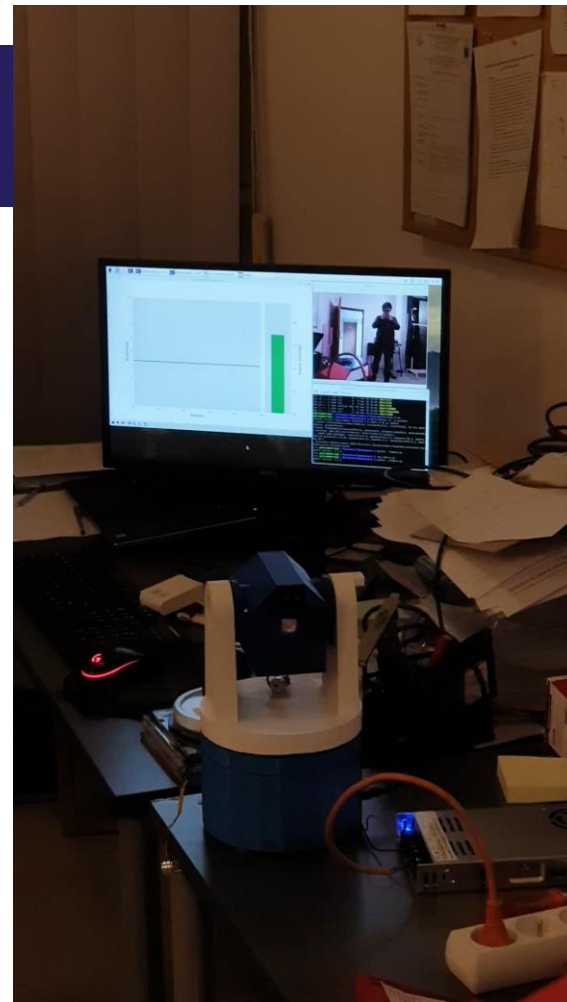
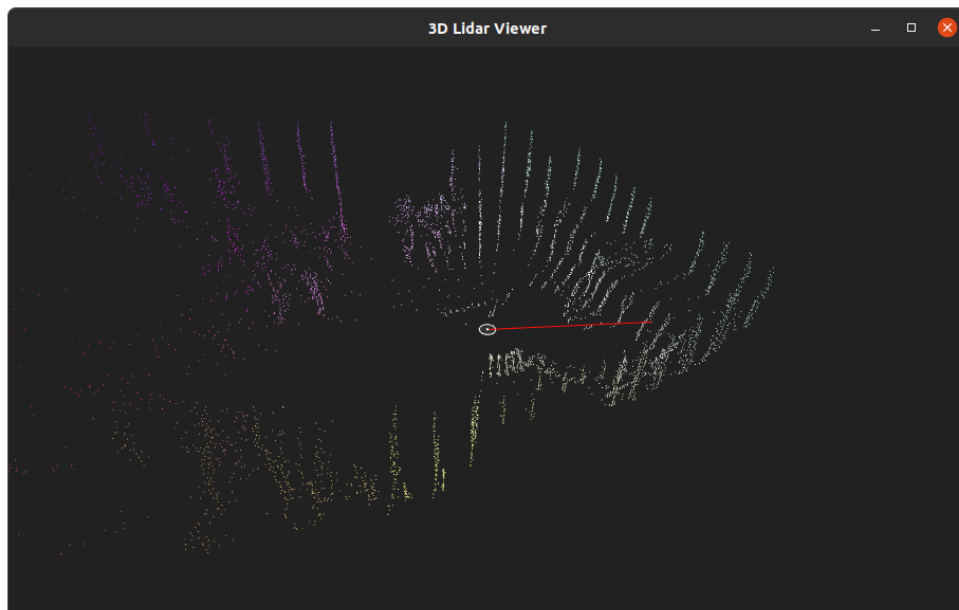
Układ wykorzystuje dwa sterowniki TB67S279FTG oraz parę silników krokowych.

Oprogramowanie pozwala na dowolne zorientowanie urządzeń detekcyjnych w zakresie kątów ± 90 stopni dla ruchu horizontalnego i ± 60 stopni dla ruchu wertykalnego

Oprogramowanie pozwala na ustalenie dowolnej trajektorii ruchu w przestrzeni kątowej oraz zmiany prędkości tego ruchu

Rezultaty – LiDAR

Testy pracy układu



Oprogramowanie

Akwizycja danych i sterowanie

Obraz – biblioteka picamera
oraz OpenCV 4.1

Układy elektroniczne – Rpi.GPIO

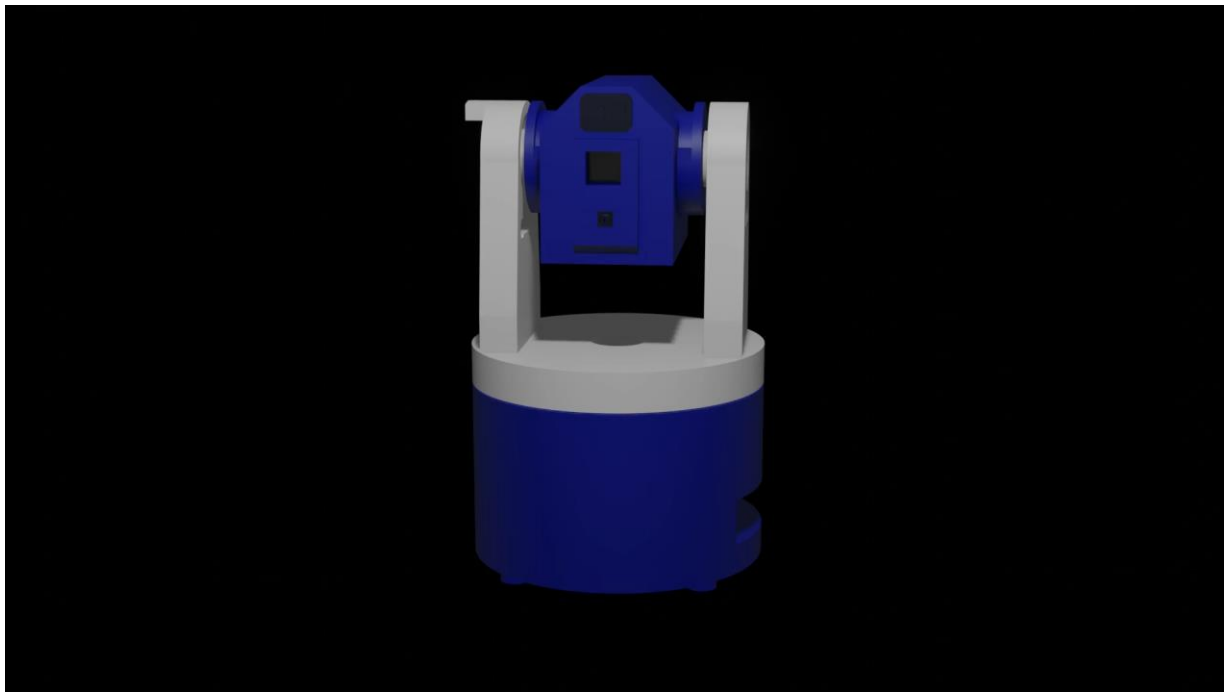
Wizualizacja

Biblioteki: PyOpenGL

Modele i tekstury: Blender

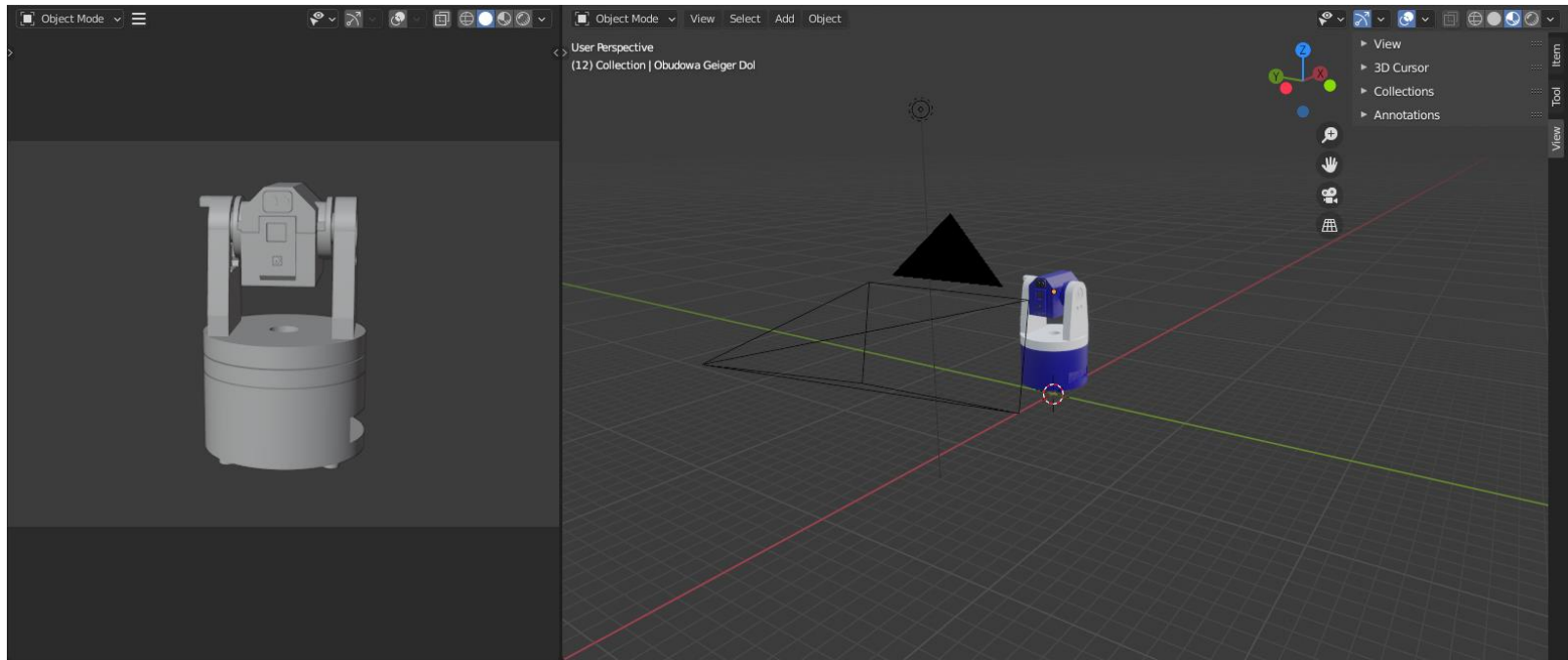


Oprogramowanie - wizualizacja



Model urządzenia OBJ dla oprogramowania wizualizacyjnego

Oprogramowanie – modele i tekstury



Zrzut ekranu z programu Blender w którym wykonano modele i tekstury niezbędne do wizualizowania pracy urządzenia

Dalsze kierunki badań i zastosowania technologii

- Zastosowanie innych typów detektorów promieniowania gamma
- Zwiększenie rozdzielczość mapowania systemem LiDAR
- Zastosowanie dodatkowych detektorów optoelektronicznych (np. kamera IR)
- Udoskonalenie oprogramowania (wizualizacja, interfejs użytkownika)
- Zaimplementowanie metod uczenia maszynowego do rozpoznawania zagrożeń i ich wstępnej interpretacji
- Ochrona radiologiczna
- Projekty systemów zwalczających zagrożenia CBRN



Dziękuję za uwagę!

Kontakt:
b.klis@clor.waw.pl