



Koło Naukowe Geodezji i Kartografii

Projekt zaproponowany do Dużej Puli na Projekty Naukowe

Projekt współrealizowany przez KNF i KNGiK

Eksperyment naukowy - rozszerzenie systemu detekcji, namierzania i katalogowania satelitów przez studentów PW

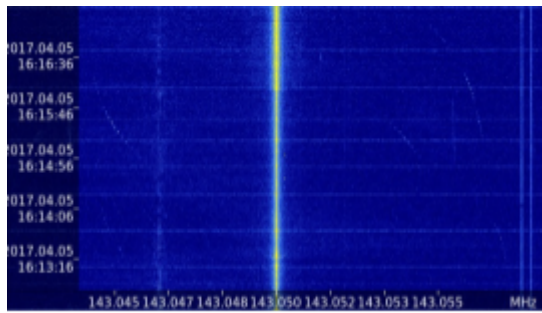
Projekt ma na celu zbudowanie niskobudżetowego systemu do detekcji obiektów na niskiej orbicie okołoziemskiej (LEO). Realizację projektu rozpoczęto w styczniu 2017 roku. Obecnie dalej jest on rozwijany, a zbierane dane są na bieżąco analizowane. Dlaczego wybrane przez nas zagadnienie jest warte uwagi? Na niskiej orbicie okołoziemskiej znajduje się wiele pożytecznych obiektów stworzonych przez człowieka - m.in. sztuczne satelity oraz inne obiekty m. in. Międzynarodowa Stacja Kosmiczna. Niestety, coraz częstszym zjawiskiem na LEO są śmieci kosmiczne, które stanowią poważne zagrożenie zarówno dla nowych jak i istniejących już obiektów na orbicie. Służby wojskowe USA starają się monitorować obiekty, które nie nadają własnego sygnału. Od 5 lipca 2016 r. śledziły około 18 000 takich ciał. Oczywiście nie są to wszystkie istniejące obiekty tego typu. Istnieje kilka metod detekcji obiektów nie nadających własnego sygnału. W naszym projekcie wykorzystujemy system oparty na pasywnym radarze, który odbiera odbity przez obiekty sygnał z nadajnika Gravesa na południu Francji. Radar Graves nadaje sygnał o częstotliwości 143,05 MHz. Zbudowany przez nas odbiornik został umieszczony 15 km na południe od Warszawy. Dzięki tej lokalizacji nie są widoczne zakłócenia radiowe z miasta. Na odbiornik składają się antena kierunkowa zaprojektowana na pasmo około 144 MHz oraz odbiornik SDR FUNcube Dongle Pro+. Do testowania układu stworzyliśmy szereg predykcji przelotów różnych satelitów i nasłuchiwaliliśmy ich przelotu.

Do tej pory obserwujemy około tysiąca przelotów satelitów tygodniowo. Docelowo zamierzamy namierzać obiekty o masie poniżej 10kg. Na podstawie analizy przesunięcia dopplerowskiego z użyciem własnego modelu matematycznego zaprezentowanego w publikacji "Detection of Objects on LEO Using Signals of Opportunity"¹ możliwe stało się wyznaczenie przybliżonej orbity satelity

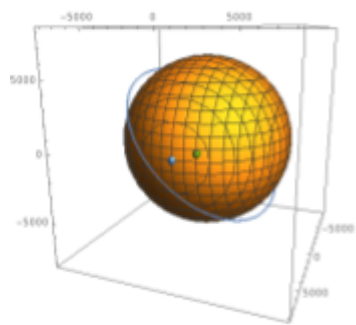
¹Dostęp: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8053660/>

namierzonego przez system. Do połowy stycznia planowane jest zakończenie rozbudowy systemu o część katalogującą. Wydaje się niezbędnym rozbudowa systemu, by działał on z równą dokładnością, co systemy budowane w ramach inicjatyw państw takich jak USA czy Francja. W tym celu konieczne jest doposażenie istniejącej już anteny kierunkowej w stabilizatory położenia oraz rotory pozwalające na jej obrót w osi pionowej i poziomej. Ponadto należy dołożyć wszelkich starań, by wzmocnić i przefiltrować sygnał pochodzący z anteny. Przyłączenie odpowiednich elementów elektronicznych w postaci wzmacniacza ma zapewnić rozwiązanie tego problemu. W przyszłości planowana jest rozbudowa systemu do czteroantenowego, by z jak najmniejszym błędem wyznaczać orbity satelitów. Jednakże w trakcie przygotowań skonstatowano, iż potrzebne będzie porównanie dwu typów anten: kierunkowej i dookólnej, aby sprawdzić, która z nich posiada lepsze parametry pozwalające na dalsze wykorzystanie i rozwój projektu. Korzystając z uprzednio zakupionej przez Koło Naukowe Fizyków części sprzętu, planuje się badania dotyczące właśnie kwestii doboru anteny. Wobec problemów sprzętowych związanych głównie z akwizycją dużej ilości danych i ich przetwarzaniem, trwającym ok. 3-4 dni, rozbudowa natury informatycznej to także kolejny problem, który należy rozwiązać. Używając mikrokomputera i serwera przewiduje się, że w znaczący sposób przyspieszy to i ułatwi działanie systemu.

Podsumowując, projekt dąży do rozbudowania istniejącego systemu radaru pasywnego do detekcji obiektów na niskiej orbicie okołoziemskiej i wykonania doświadczenia sprawdzającego przydatność anten kierunkowej i dookólnej do tych celów. W ramach projektu odbędzie się także test oprogramowania i przesyłu danych za pomocą mikrokomputera, co pozwoli na kolejny etap poszerzenia działalności, który zaowocuje możliwością obserwacji za pomocą 4 anten przestrzeni kosmicznej nad Polską, w szczególności pod kątem obserwacji śmieci kosmicznych. Zastosowanie powyżej opisanego systemu nie zatrzymuje się wyłącznie na celach związanych z planowaniem lotów orbitalnych, ale również jako system wykrywający nienamierzone dotychczas obiekty mogące być satelitami wykorzystywanymi przez służby wywiadowcze państw obcych.



Rys. 1. Przykładowy widok waterfalla.



Rys. 2. Graficzne przedstawienie orbity.