



## Koło Naukowe Radiolokacji i Cyfrowego Przetwarzania Sygnałów

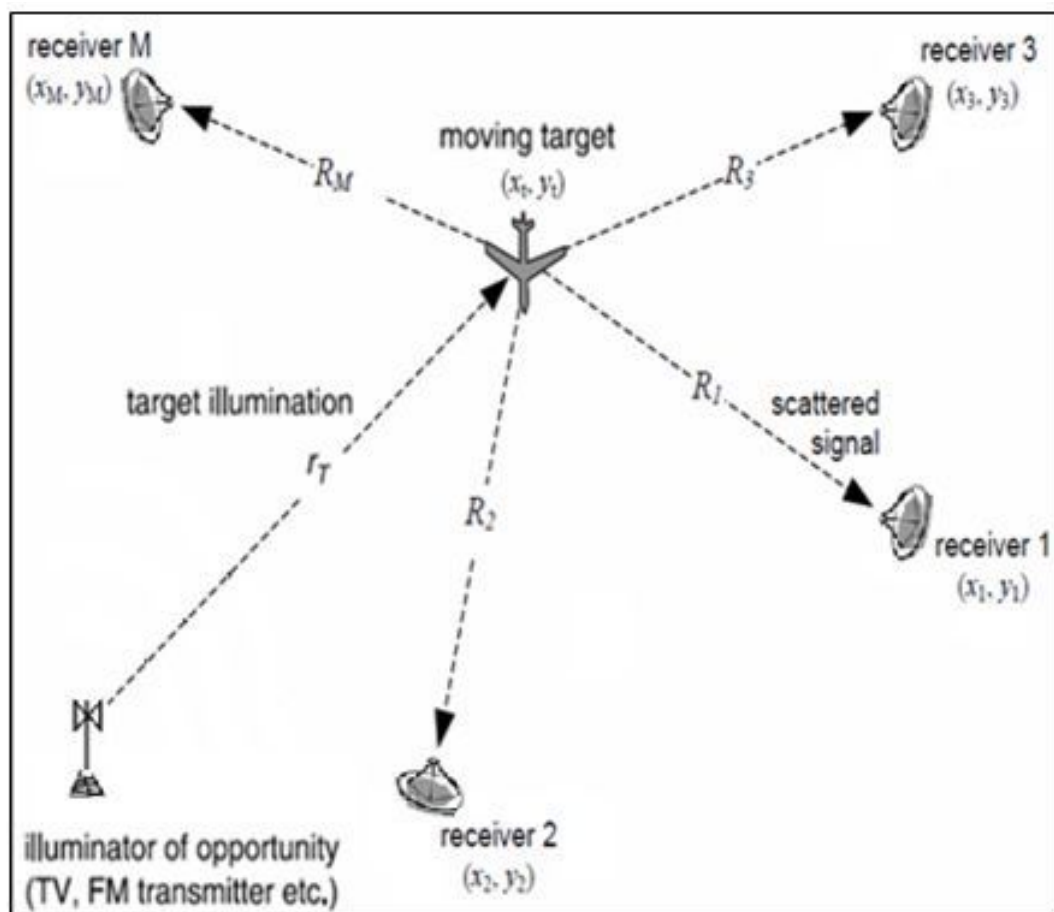
### **Multistatyczna pasywna detekcja, lokalizacja i śledzenie obiektów na orbitach okołoziemskich za pomocą fal radiowych Duża pula na projekty naukowe 2018 Opis projektu**

#### **Cele i założenia projektu**

Celem projektu jest opracowanie metody detekcji i lokalizacji obiektów na orbitach okołoziemskich w oparciu o zjawisko odbicia fal radiowych. Założeniem projektu jest wykorzystanie istniejących już nadajników radiowych jako źródła sygnału oświetlającego obiekty. Realizacja projektu pozwoli w przyszłości na stworzenie systemu, który stosunkowo niewielkim kosztem pozwoli na detekcję, lokalizację i śledzenie różnego rodzaju obiektów poruszających się w polu grawitacyjnym ziemi.

Głównym celem działania systemu będzie wykrywanie i śledzenie tzw. kosmicznych śmieci, czyli nie wykonujących już powierzonych im zadań obiektów na orbitach okołoziemskich. Oczywistym efektem działania systemu będzie również możliwość śledzenia aktywnych sztucznych satelitów ziemi. Ponadto umożliwi on wykrywanie obiektów przelatujących w pobliżu ziemi oraz wpadających w atmosferę (na podstawie śladu zjonizowanego gazu w mezosferze, który skutecznie odbija fale radiowe).

System złożony będzie z trzech lub czterech odbiorników radiowych oddalonych od siebie o znaczącą odległość, przez co z racji braku nadawania własnego sygnału oświetlającego obiekty można będzie zaliczyć go do multistatycznych radarów pasywnych. Na rysunku przedstawiono zasadę działania multistatycznego radaru pasywnego. Niekooperujący nadajnik (nadajnik, na którego pracę nie mamy wpływu) emituje falę radiową, która następnie pada na obiekt i jest przez niego rozpraszana. Sygnał echa od obiektu rejestrowany jest przez kilka odbiorników znacząco oddalonych od siebie. Na podstawie różnicy czasu nadejścia sygnału echa oraz oszacowania prędkości radialnej obiektu względem anten poszczególnych odbiorników (na podstawie efektu Dopplera) możliwe jest określenie położenia i prędkości obiektu w trzech wymiarach. W przypadku, w którym nie jest możliwe przewidzenie postaci sygnału nadawanego konieczne jest jego odebranie przez dodatkową antenę odbiorczą.



W przypadku detekcji satelitów możliwe jest wykorzystanie następujących sygnałów oświetlających obiekty:

- Nadajniki istniejących radarów aktywnych przeznaczonych do wykrywania obiektów w przestrzeni kosmicznej (np. nadajnik systemu Graves znajdujący się w południowej Francji)
- Nadajniki radia FM bądź telewizji DVB-T znajdujące się za horyzontem (tzn. znajdujące się na tyle daleko, że bezpośredni odbiór sygnału jest niemożliwy z powodu krzywizny ziemi)
- Nadajniki telewizji satelitarnej
- Przekazniki telefonii satelitarnej

### Planowany przebieg realizacji projektu

- W pierwszym etapie realizacji projektu przeanalizowana zostanie możliwość wykorzystania poszczególnych sygnałów oświetlenia.
- W następnym etapie przeprowadzone zostaną pomiary z wykorzystaniem wytypowanych w poprzednim punkcie dostępnych sygnałów oświetlenia przy użyciu uniwersalnych odbiorników radiowych.
- Przetworzenie zarejestrowanych danych pozwoli na wybranie wykorzystywanego na dalszym etapie realizacji projektu sygnału oświetlenia.
- Kolejnym krokiem będzie stworzenie (na bazie gotowych komponentów oraz podzespołów zaprojektowanych samodzielnie) odbiorników sygnałów zoptymalizowanych pod kątem zastosowania w odbiorze wybranego sygnału.

- Następnie przeprowadzona zostanie kampania pomiarowa mająca na celu zarejestrowanie odbić od obiektów poruszających się w przestrzeni kosmicznej z kilku znacząco oddalonych od siebie miejsc równocześnie.
- Zarejestrowane w ten sposób dane posłużą do opracowania i jednocześnie weryfikacji algorytmów przetwarzania sygnałów i oraz obliczania położenia satelity.

Realizacja projektu będzie wiązać się organizacją licznych wyjazdów pomiarowych w celu dokonania pomiarów w odpowiednich miejscach (położenie odbiorników ma kluczowe znaczenie dla powodzenia pomiarów a następnie przetwarzania danych).

### **Wartość naukowo-dydaktyczna projektu**

Realizacja projektu pozwoli jego uczestnikom na zdobycie i pogłębienie wiedzy z różnych dziedzin, takich jak przetwarzanie sygnałów (odbiór i estymacja parametrów sygnału echa), radioelektronika (konstrukcja podzespołów odbiorników radiowych), algorytmy śledzenia obiektów (statystyczne wnioskowanie parametrów ruchu obiektu na podstawie pomiarów), czy fizyka (model ruchu obiektu w polu grawitacyjnym ziemi).

Projekt prowadzić będzie do stworzenia publikacji naukowych, ponieważ radiolokacja pasywna jest stosunkowo nową dziedziną i różne jej zastosowania leżą w obszarze zainteresowania naukowców. W szczególności zastosowanie multistatycznego radaru pasywnego (wraz z przebadaniem przydatności różnego rodzaju sygnałów oświetlenia) do detekcji, lokalizacji i śledzenia obiektów w kosmosie jest podejściem nowatorskim, które pozwoli na stworzenie wielu publikacji naukowych.

### **Innowacyjność i zastosowanie projektu**

Dotychczas stworzone systemy są systemami aktywnymi, które do pracy wymagają emitowania dużej mocy sygnału radiowego, co pociąga za sobą wysokie koszty eksploatacji i sprawia, że również realizacja systemu jest bardzo droga. Ponadto systemy te w większości przypadków nie są systemami multistatycznymi (np. system Graves jest systemem bistatycznym z jednym nadajnikiem i jednym oddalonym odbiornikiem), co sprawia, że są w stanie dostarczyć podczas jednego przelotu satelity mniejszej ilości danych o jego trajektorii.

Opracowany system będzie tańszą alternatywą, która pozwoli już w jednym przelocie na określenie prędkości i położenia obiektu w trzech wymiarach bez konieczności emitowania sygnału dużej mocy, co wiązałoby się z kosztowną budową nadajnika oraz wymogiem pozyskania pozwolenia na nadawanie.

### **Potencjał rozwoju**

Opracowanie skutecznych algorytmów detekcji, lokalizacji i śledzenia obiektów na orbitach okołozemskich pozwoli na stworzenie w przyszłości systemu działającego w czasie rzeczywistym. Dodatkową możliwością rozwoju systemu będzie rozbudowa go o kolejne stacje odbiorcze.