

rtLocus

Eksperyment naukowy – “rtLocus: pasywny radiolokator w oparciu o niskobudżetowe odbiorniki szerokopasmowe”

Projekt zgłoszony przez Koło Naukowe FiberTeam do Małej Puli na Projekty Naukowe

Idea

Projekt rtLocus (*łac. locus – lokalizacja*) w głównych założeniach ma na celu umożliwić lokalizowanie źródeł transmisji radiowych tj. zbudowanie systemu pasywnej radiolokacji. Pierwszym etapem projektu jest stworzenie systemu, którego celem będzie lokalizacja nadajników radiowych oraz możliwość wyświetlenia ich położenia na mapie z pewną skończoną dokładnością. W planach zakłada się stworzenie szyku antenowego złożonego z trzech modułów odbiorczych. Oprócz anteny moduł zbudowany byłby z dwóch urządzeń: tunera RTL-SDR i mikrokontrolera w postaci platformy Raspberry Pi. Planowane jest, aby dane z każdego odbiornika wysyłane były na serwer, na którym przeprowadzane byłyby obliczenia. Do wyznaczenia lokacji proponowane jest użycie dwóch metod. Pierwsza metoda zakłada określanie różnic czasów dotarcia badanego sygnału do poszczególnych odbiorników. Druga natomiast sprawdza różnice amplitud docierających sygnałów i na tej podstawie określa położenie. W obu metodach należy skorzystać z pojęcia korelacji wzajemnej ciągów dwóch sygnałów. Zakładane jest wykorzystanie obu metod na raz. W projekcie mogą występować pewne problemy wynikające z samej zasady pracy odbiorników tj. brak bezpośredniej synchronizacji między zegarami stacji odbiorczych.

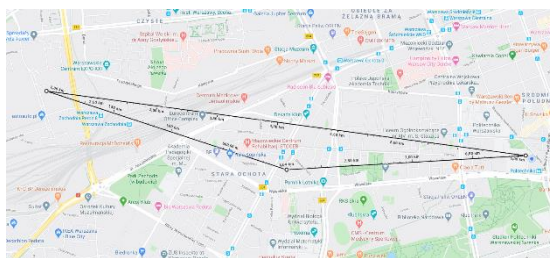
Rozmieszczenie odbiorników

Za miejsca odpowiednie do montażu zaprojektowanych modułów odbiorczych wybrano:

- WEiTI
- Dom Studencki “Akademik”
- Blok mieszkalny w dzielnicy Wola

Miejsca te wybrano, ponieważ po analizie internetowych map stwierdzono, że gwarantują montaż anteny na odpowiedniej wysokości. Przy czym stwierdzono, że w przypadku WEiTI występują trudniejsze warunki testowe tj. wysokie (względem położenia anteny) budynki, które odbijają fale radiowe. W związku z tym planowane jest wykorzystywanie anten dookólnych – nie kierunkowych.

Anteny odbiorcze planuje się umieszczać na dodatkowo zakupionych tripodach w wysokich punktach, na których system zasilania oraz dostęp do sieci Internet jest nieutrudniony. Przy czym zachowując maksymalną wysokość 3 metrów (zgodnie z prawem Polskim do takiej wysokości nie potrzebne są żadne pozwolenia).



Rys. 1. Mapa przedstawiająca rozmieszczenie potencjalnych punktów z antenami i RTL-SDR

Opis techniczny

RTL-SDR to tani i stosunkowo niewielki moduł USB o wartości około 150 złotych, który może być używany jako komputerowy skaner radiowy do odbierania sygnałów radiowych w okolicy. W konkretnym modelu może odbierać częstotliwości od 500 kHz do 1,75 GHz. Większość oprogramowania do RTL-SDR jest również opracowywana przez społeczność i udostępniana bezpłatnie, co ułatwia wprowadzanie ewentualnych poprawek lub implementowanie własnych rozwiązań.

Wysokie zainteresowanie wśród hobbystów urządzeniami RTL-SDR wynika z masowo produkowanych tunerów DVB-T opartych na chipsecie RTL2832U. Dzięki połączonym wysiłkom kilku osób zaangażowanych w projekt Osmocom (*Open source mobile communications*) stwierdzono, że dostęp do danych I/Q na chipsecie RTL2832U był całkiem prosty, co pozwoliło na przekształcenie tunera telewizji cyfrowej w szerokopasmowe radio SDR.

Ostatnie lata to czas szybkiego wzrostu popularności RTL-SDR w ogóle. Łatwy dostęp komponentów, otwarte oprogramowanie i dedykowane zestawy spowodowały, że możliwość analizy widma radiowego przestał być dostępny tylko dla osób posiadających drogie analizatory widma – kosztujące czasem nawet miliony złotych. Można powiedzieć, że to rozwiązanie otworzyło furkę na powszechne „skanowanie eteru” przez entuzjastów i hobbystów. Oczywiście, sama dokładność i rozdzielczość urządzenia RTL-SDR jest o wiele niższa niż w przypadku aparatury laboratoryjnej, ale jest wystarczająca dla zwykłego radioamatora.



Rys. 2. Urządzenie RTL-SDR planowane do wykorzystania w projekcie

Jak go zastosujemy w naszym projekcie?

Moduły odbiorcze zostaną podłączone do sieci internetowej oraz anteny. Moduł służy do akwizycji sygnału i przesłania w celu poddaniu informacji dalszej obróbce. RTL-SDR będzie sercem stacji, gdzie najważniejszym zadaniem takiego urządzenia jest przesuwanie widma odbieranego sygnału na częstotliwościowe "zero". Następnie, RTL próbuje tak spreparowany sygnał i przekazuje go dalej do pozostałych modułów SP. Do obsługi hardware'u, na systemie urządzenia pomiarowego, planuje się wykorzystanie oprogramowania GNURadio.

Raspberry Pi:

RaspberryPi to minikomputer, który posiada całkiem dobre – jak na swoje gabaryty – parametry. Obecne topowe urządzenia Raspberry posiadają 4 GB ramu i czterordzeniowy procesor. Taka specyfikacja pozwala na zainstalowanie Linuxa na podłączonej karcie pamięci oraz uruchamianie aplikacji. Pozwala na budowanie aplikacji, które później mogą być łatwo skalowalne na inne platformy.

Jak zostanie wykorzystany?

W naszym projekcie, Raspberry Pi będzie pełniło rolę łącznika – za pomocą portu szeregowego USB będzie pobierało dane I/Q sygnału i przekazywało poprzez sieć Internet do serwera.

Założenia projektowe

Sprawdzono już kompatybilność wyżej wymienionych urządzeń.

Projekt zakłada:

1. Hardware:

- a. moduł odbiornika
- b. moduł antenowy
- c. moduł łącznika

2. Software:

- a. Backend:
 - i. Stworzenie systemu komunikacji odbiorników z serwerem
 - ii. Serwer wykorzystujący zaawansowane metody cyfrowego przetwarzania sygnałów
 - iii. Zbieranie danych do bazy i generowanie informacji lokalizacyjnych
- b. Frontend:
 - i. Stworzenie prostej strony aplikacji wyświetlającej na mapie (OpenStreetMap – darmowa i łatwo dostępna mapa) położenie obserwowanych nadajników

Projekt umożliwi studentom Politechniki Warszawskiej:

1. Naukę nowych i rozwijających się technologii: protokoły IoT, SDR.
2. Naukę języków programowania: Python, Matlab, C.
3. Wystąpienie na konferencji, na której zaprezentowane zostanie działanie budowanego systemu radiolokacyjnego wraz z oprogramowaniem przetwarzającym dane zbierane przez moduły odbiorcze.
4. Tworzenie innowacyjnych rozwiązań łączących umiejętności aplikacyjne z szerokiego zakresu urządzeń elektronicznych.

W przypadku mniejszej kwoty dofinansowania – Raspberry Pi można zamienić na tańsze rozwiązanie umożliwiające instalację systemu Linux.