

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: Radio Programowalne i Kognitywne (EiTAu-USB>SM3.1-RPK)

Nazwa w języku polskim:

Nazwa w jęz. angielskim: Software and Cognitive Radio

Dane dotyczące przedmiotu:

Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki

Przedmiot dla jednostki: Politechnika Śląska

Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:

ZAL

Język wykładowy:

polski

Strona WWW:

<https://platforma.polsl.pl/rau3/course/view.php?id=80574>

Skrócony opis:

Radio programowalne (ang. Software Defined Radio - SDR), to system radiowy, w którym większość tradycyjnych funkcji sprzętowych, takich jak modulacja, filtracja, synchronizacja, jest realizowana za pomocą oprogramowania. Możliwość dynamicznej adaptacji działania radia poprzez zmianę programowego algorytmu przetwarzania umożliwia elastyczne dostosowanie parametrów, co jest podstawą tzw. radia kognitywnego.

Urządzenia SDR mogą być łatwo dostosowywane do różnorodnych zastosowań bez konieczności zmiany sprzętu, co czyni je atrakcyjnymi rozwiązaniami w dziedzinie telekomunikacji, monitoringu, wojskowości czy amatorskiego radia. Umożliwiają prowadzenie zaawansowanych eksperymentów oraz badań w dziedzinie radiokomunikacji.

W ramach przedmiotu Radio Programowalne i Kognitywne zaprezentowane zostaną szczegóły działania układów SDR (wykład) oraz problemy związane z praktyczną implementacją algorytmów związanych z przetwarzaniem sygnałów w SDR i transmisją radiową (laboratorium i projekt).

Opis:

ECTS: 5

Łączny nakład pracy: 150 godzin (75 godzin kontaktowych, 75 godzin pracy własnej studentów)

Formy godzin kontaktowych:

Wykład: 15 godz.

Laboratorium: 30 godz.

Projekt (prezentacja zrealizowanych projektów): 15 godz.

Inne (omówienie projektów i testów) 15 godz.

Praca własna studentów: przygotowanie do zajęć, realizacja zadań projektowych, przygotowanie do testów

Przedmiot prowadzony jest w oparciu o moduły sprzętowe Analog Devices ADALM-PLUTO oraz oprogramowanie przygotowane w graficznym środowisku GNU Radio Companion. W tym środowisku radio jest budowane poprzez połączenie bloków realizujących programowo poszczególne elementy radia. Bloki te są pierwotnie opisane otwartym kodem źródłowym w języku C++. Jest również możliwość tworzenia własnych bloków w języku C++ lub Python.

Tematyka zajęć w ramach przedmiotu Radio Programowalne i Kognitywne obejmuje następujące zagadnienia:

- 1) Model przetwarzania sygnałów radiowych w SDR, podział na część sprzętową i programową, przetwarzanie cyfrowe w pasmie podstawowym.
- 2) Sprzęt typu USRP (Universal Software Radio Peripheral) - koncepcja działania i budowa, na przykładzie urządzeń National Instruments USRP oraz Analog Devices ADALM-PLUTO.
- 3) Możliwości implementacji warstwy programowej: GNU Radio (Python), Matlab, LabView.
- 4) Podstawy wykorzystania oprogramowania GNU Radio wraz z nakładką graficzną - GNU Radio Companion:
 - zmienne i typy danych, wektory i strumienie,
 - podstawowe bloki: operacje arytmetyczne, źródła danych, elementy GUI,
 - wizualizacja danych na wykresach,
 - generacja sygnałów,
 - obsługa zewnętrznych źródeł danych: pliki, klawiatura, podsystem audio,
 - obserwacja i analiza sygnałów.
- 5) Metody i algorytmy wykorzystywane w cyfrowej transmisji w SDR:
 - Programowa realizacja układów modulacji amplitudy (AM) i częstotliwości (FM), z uwzględnieniem specyfiki działania modułów SDR.
 - Modulacje cyfrowe - budowa radia opartego o modulację QPSK, QAM, GMSK.
 - Filtracja cyfrowa, interpolacja i decymacja, filtr kształtujący impulsy.
 - Synchronizacja fali nośnej i zegara symbolowego.
 - Układy modelowania kanału i korekcji kanałowej.
 - Wykrywanie i korekcja błędów transmisji w SDR.
 - Transmisja pakietowa.
 - Transmisja z wykorzystaniem technik OFDM.
- 6) Tworzenie elementów radia w języku Python i projektowanie własnych bloków w GNU Radio Companion, opartych o kod źródłowy w Python.
- 7) Omówienie budowy, uruchomienia i testowania pełnego systemu transmisyjnego, nadajnika i odbiornika radiowego w SDR.

Wykład:

W ramach wykładów zaprezentowane zostaną fundamentalne zasady działania układów SDR, wraz z omówieniem wyżej wspomnianych algorytmów, w kontekście ich implementacji w GNU Radio i innych systemach obliczeniowych (Matlab, LabView).

Laboratorium:

W ramach laboratoriów studenci będą zapoznawać się od strony praktycznej z podstawowymi technikami przetwarzania sygnałów w układach SDR. Tematyka będzie związana z technikami modulacji analogowej i cyfrowej, kodowaniem i dekodowaniem strumieni danych, algorytmami korekcji kanału, algorytmami synchronizacji, kodowania nadmiarowego czy też rozpraszania widma przy użyciu oprogramowania GNU Radio. Studenci będą uruchamiać nadajniki i odbiorniki radiowe, korzystające z wymienionych technik. Zostaną wykorzystane nielicencjonowane pasma radiowe oraz urządzenia peryferyjne Analog Devices ADALM-PLUTO, moduły oparte na układzie RTL2832U (jako odbiornik) oraz urządzenia National Instruments USRP-2920/2921.

Projekt:

Podsumowaniem wiedzy zdobytej na ćwiczeniach laboratoryjnych będzie zadanie projektowe, na którym studenci będą realizowali część systemu transmisyjnego (nadajnik lub odbiornik) lub kompletny system transmisyjny (nadajnik i odbiornik) zgodnie z podaną specyfikacją (modulacja, kodowanie, pasmo).

Literatura:

[1] C. Richard Johnson, Jr, William A. Sethares, and Andrew G. Klein, Software Receiver Design: Build Your Own Digital Communication System in Five Easy Steps. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

[2] Qasim Chaudhari, Wireless Communications From the Ground Up: An SDR Perspective. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2018.

Efekty uczenia się:

Student zna i rozumie:

- działanie systemu transmisyjnego opartego o układy SDR i transmisję w zakresie wysokich częstotliwości oraz obliczenia w systemie komputerowym (wysłuchanie wykładów, realizacja ćwiczeń laboratoryjnych i zadań projektowych): K2A-W04;
- zasadę przetwarzania sygnału w ramach oprogramowania GNU Radio, buforowanie sygnału, złożone zagadnienia dotyczące projektowania algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów, ich analizy oraz implementacji za pomocą bloków systemu GNU Radio oraz w języku Python (realizacja ćwiczeń laboratoryjnych i zadań projektowych): K2A-W05;

Student potrafi:

- planować i przeprowadzać symulacje w środowisku GNU Radio, stosując odpowiednie algorytmy cyfrowe i dostępne narzędzia dokonać analizy systemu przetwarzania zarówno w dziedzinie czasu jak i częstotliwości, zinterpretować i zaprezentować uzyskane wyniki (realizacja ćwiczeń laboratoryjnych i zadań projektowych): K2A-U02, K2A-U03;
- zaprojektować i zaimplementować w środowisku obliczeniowym GNU Radio złożony system telekomunikacyjny (radiokomunikacyjny), w razie potrzeby zaprojektować i zrealizować dodatkowe moduły obliczeniowe (realizacja ćwiczeń laboratoryjnych i zadań projektowych): K2A-U05;

Metody i kryteria oceniania:

Ocenie podlega wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych oraz realizacja projektu. Informacje z wykładu są potrzebne do pozytywnej realizacji tych zajęć

W ramach laboratorium realizowane są krótkie zadania związane z tematyką ćwiczenia, a każde z nich jest oceniane. Wymagane jest pozytywne zaliczenie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych.

W ramach projektu oceniana jest realizacja i uruchomienie zadanego fragmentu systemu transmisji radiowej na urządzeniach SDR.

Końcowa ocena obliczana jest jako średnia oceny z laboratorium i projektu, ale jest wymagana pozytywna ocena każdej z części składowych.

Sylabus obowiązuje od roku akademickiego 2024/2025, a jego zawartość nie podlega zmianom w trakcie trwania semestru

Punkty przedmiotu w cyklach:**<bez przypisanego programu>**

Typ punktów	Liczba	Cykl pocz.	Cykl kon.
Europejski System Transferu Punktów (ECTS)	5	2024/2025-L	