**Nazwa przedmiotu:**

Systemy dla Internetu Rzeczy

**Koordynator przedmiotu:**

Rajmund Kożuszek

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Informatyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

SIR

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. liczba godzin kontaktowych – 62 godz., w tym
obecność na wykładach 15 godz.,
obecność na zajęciach projektowych 15 godz.
obecność na warsztatach 30 godz.,
obecność na egzaminie 2 godz.
2. praca własna studenta – 57 godz., w tym
realizacja zadania projektowego 25 godz.,
przygotowanie do laboratorium 20 godz.,
przygotowanie do egzaminu 12 godz.
Łączny nakład pracy studenta wynosi 119 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2,15 pkt. ECTS, co odpowiada 64 godz. kontaktowym

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2,86 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 20 godz. przygotowań do laboratorium oraz 15 godz. zajęć projektowych plus 25 godz. realizacji zadania projektowego

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 30h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 15h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

umiejętność programowania proceduralnego, znajomość architektury komputerów i systemów operacyjnych, znajomość podstawowych zagadnień układów cyfrowych.

**Limit liczby studentów:**

20

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie się i praktyczne wykorzystanie systemów sprzętowych, programowych, komunikacyjnych i obliczeniowych do tworzenia elementów składowych sieci pomiarowych dla Internetu Rzeczy. Omawiane zagadnienia są wdrażane w trakcie zintegrowanych warsztatów.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
1. Wprowadzenie do zagadnień Internetu Rzeczy. (2h) Wprowadzenie do przedmiotu, sprawy organizacyjne, cele zajęć, program zajęć. Platformy sprzętowe do tworzenia węzłów końcowych sieci IoT, architektury rozwiązań data-centric i device-centric, IoT vs WoT. Platformy sprzętowe do tworzenia węzłów końcowych sieci IoT, wielordzeniowe układy scalone SOC, rdzeń ARM Cortex-Mxx, zestaw uruchomieniowy CC1352 LaunchPad oraz CC1352 LaunchPad SensorTag, sensory MEMS.
2. Środowiska programowe dla SOC. (1h) Środowiska programowe do tworzenia aplikacji dla wielordzeniowych układów scalonych SOC, biblioteki programowe, emulator sprzętowy, debugowanie w czasie rzeczywistym.
3. Systemy operacyjne czasu rzeczywistego. (1h) Systemy RTOS: TI-RTOS, FreeRTOS, Contiki, wątki, zadania, przerwania, debugowanie stanu systemu RTOS.
4. Protokół komunikacji bezprzewodowej Bluetooth. (1h) Standard Bluetooth 4.2, tj. Bluetooth Low Energy (BLE), komunikacja pomiędzy węzłem i koncentratorem przy użyciu komunikacji bezprzewodowej BLE, dobór parametrów komunikacji.
5. Organizacja sprzętu do tworzenia bramek komunikacyjnych. (1h) Budowa komputerów jednopłytkowych: Raspberry Pi, Beagle Bon Black, zintegrowane środowisko programowe (IDE).
6. Oprogramowanie dla tworzenia bramek komunikacyjnych. (1h) Komunikacja pomiędzy węzłem i bramką przy użyciu komunikacji bezprzewodowej standardu BLE.
7. Protokoły komunikacji bezprzewodowej standardu WiFi. (1h) Dołączanie węzła SensorTag do bramki komunikacyjnej.
8. Dołączanie urządzeń IoT do chmur obliczeniowych. (1h) Chmury obliczeniowe i danych, sieci IoT, tworzenie sieci, przysyłanie danych do chmury obliczeniowej, protokół MQTT.
9. Bezpieczeństwo w sieciach IoT. (1h) Zagadnienia bezpieczeństwa, szyfrowanie, uwierzytelnianie, autentyfikacja, model MITM, sprzętowe moduły kryptograficzne, wymiana klucza, bezpieczeństwo komunikacji Bluetooth.
10. Komunikacja dużego zasięgu. (1h) Sieci LP WAN, sieć SigFox, sieć LORAWAN, NB-IoT (LTE 3GPP R13), sieci Sub 1-GHz.
11. Kierunki rozwoju Internetu Rzeczy. (4h) Europejskie projekty badawczo-rozwojowe. Najnowsze prace w ramach IEEE, IETF, W3C. Problemy badawcze i implementacyjne systemów IoT. Wybrane projekty otwarto-źródłowe.
Zakres warsztatów:
1. Programowanie układów SOC w środowisku Code Composer Studio, biblioteki programowe, emulator sprzętowy, debugowanie w czasie rzeczywistym, pierwszy program na zestaw uruchomieniowy CC1352 LaunchPad.
2. Programowanie układów SOC do pracy w czasie rzeczywistym z zastosowaniem Systemu operacyjnego czasu rzeczywistego TI-RTOS, pierwszy program z systemem TI-RTOS. Uruchamianie komunikacji pomiędzy węzłem i koncentratorem przy użyciu komunikacji bezprzewodowej standardu Bluetooth Low Energy, dobór parametrów komunikacji.
3. Programowanie komputerów jednopłytkowych, konfigurowanie IDE, aktualizowanie oprogramowania firmowego, konsola, programowanie liczników i wejścia/wyjścia, pierwszy program użytkowy.
4. Uruchamianie komunikacji pomiędzy węzłem i bramką przy użyciu komunikacji bezprzewodowej standardu Bluetooth Low Energy.
5. Konfigurowanie WiFi, prosta komunikacja sieciowa, prosty serwer Web.
6. Dołączanie sieci IoT zbudowanej z zestawów CC1352 LaunchPad SensorTag do wybranej platformy IoT.
7. Komunikacja w sieci Bluetooth z zastosowaniem mechanizmów szyfrowania danych.
8. Komunikacja w sieci rozległej z użyciem zestawu uruchomieniowego CC1352 LaunchPad.
Zakres projektu:
Celem projektu jest opracowanie przez studentów systemu akwizycji danych realizującego monitorowanie stanu czujników w czasie rzeczywistym z zastosowaniem sieci bezprzewodowej.
System powinien mieć organizację dwu poziomową z zastosowaniem protokołu Bluetooth LE/6LoWPAN/Zigbee/LP WAN jako pierwszy poziom oraz WiFi jako poziom drugi. Rozwiązanie powinno uwzględniać wdrożenie funkcji bezpieczeństwa z wykorzystaniem wsparcia sprzętowego.
W miarę możliwości proponowane projekty będą dotyczyły nowych i innowacyjnych zastosowań.

**Metody oceny:**

Przedmiot charakteryzuje się dużą liczbą zajęć praktycznych prowadzonych w oparciu o najnowsze techniki i narzędzia dedykowane IoT. Każde omawiane zagadnienie jest od razu praktycznie wdrażane w trakcie części laboratoryjnej zintegrowanych zajęć warsztatowych.
Zajęcia są prowadzone w blokach czterogodzinnych. Na początku semestru są wprowadzające zajęcia wykładowe. W następnych terminach zajęcia prowadzone są w formie warsztatów laboratoryjnych z krótkim wprowadzeniem. Studenci na warsztatach i na projekcie pracują w zespołach dwuosobowych. Zajęcia odbywają się w tym samym terminie dla całej grupy.
Rezultatem końcowym pracy semestralnej jest opracowanie i uruchomienie, w trakcie projektu, kompletnej sieci pomiarowej IoT dołączonej do chmury obliczeniowej.
Na koniec semestru jest prowadzone jedno zajęcie typu wykładowego dla podsumowania pracy.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Literatura wymagana:
• Prezentacje opracowane przez zespół przedmiotu (udostępnione w formie elektronicznej na stronie przedmiotu).
• Jacek Wytrębowicz, Paweł Radziszewski, Krzysztof Cabaj, „Inżynieria systemów internetu rzeczy – Zagadnienia bezpieczeństwa i komunikacji”, OWPW, 2020.
Literatura uzupełniająca: Materiały firmowe i opracowania udostępnione w formie elektronicznej w postaci źródłowej lub jako odnośniki na stronie przedmiotu (wybrane przykłady)
• Menachem Domb. “Smart Home Systems Based on Internet of Things”, In: “Internet of Things (IoT) for Automated and Smart Applications”, Yasser Ismail, IntechOpen, February 28th 2019, DOI: 10.5772/intechopen.84894.
• Mark Benson, 11 Myths About Data Analytics for IoT Device Fleets, 6.04.2016, Electronic Design. Device Management in the Internet of Things, 2016 IoT DesignGuide, 10.2016, Wind River, Intel.
• CC13x2, CC26x2 SimpleLink Wireless MCU Technical Reference Manual, Technical Reference Manual, 2020, Texas Instruments.
• SimpleLink CC13x2 / CC26x2 SDK BLE5-Stack User's Guide, 2020, Texas Instruments.
• SimpleLink MCU SDK User's Guide, 2020, Texas Instruments.
• SimpleLink Academy for SimpleLink CC13x2 / CC26x2 SDK, 2020, Texas Instruments.
• Innovate, accelerate and connect across frequency bands and protocols with the SimpleLink MCU platform, Adrian Fer, Nov 6, 2019, Texas Instruments.
• Deep dive into the tools and development kits of the SimpleLink MCU platform, Adrian Fernandez, Henry Wiechman, 25 Sep 2019, Texas Instruments
• Johan Kraft, RTOS in the IoT: Combating complexity with control, PERCEPIO, 24.10.2016.
• RTOS: Real-Time Operating Systems for Embedded Developers, Kristofer Rist Skøien, December 18, 2019, Nordic Semiconductor.
• The Internet of Things: Enabling Technologies and Solutions for Design and Test, 18.02.2016, Keysight Technologies.
• Patrick Mannion, Turning Debug into Hardware-Based IoT Security, 11.12.2015, Electronic Design.
• Jeff Immelt, How IoT is Making Security Imperative for All Embedded Software, 11.10.2016, Programming Research.
• Bluetooth low energy specification, 2020, Bluetooth SIG.
• Security, Bluetooth Low Energy, 2020, Bluetooth SIG.
• MQTT Protocol Specifications, 2016, IBM.
• Seria artykułów w formie kursu „Systemy dla Internetu Rzeczy”, 2016-2020, Miesięcznik Elektronika Praktyczna

**Witryna www przedmiotu:**

https://usosweb.usos.pw.edu.pl/kontroler.php?\_action=katalog2/przedmioty/pokazPrzedmiot&prz\_kod=103B-INSZI-MSP-SIR

**Uwagi:**

(-)

## Charakterystyki przedmiotowe