

Zespół Autorski:

dr inż. Sławomir Szostak

Urządzenia Internetu Rzeczy i ich Bezpieczeństwo (UIRB) (Internet of Things Devices)

Poziom kształcenia: *II stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki*

Klasy programowe:

Poziom przedmiotu: *zaawansowany*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): *3*

Minimalny numer semestru: *2*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: zalecane przedmioty poprzedzające: Podstawy Techniki Cyfrowej, Systemy Cyfrowe i Komputerowe, Podstawy Mikrokontrolerów, Sensory, Programowanie mikrokontrolerów

Limit liczby studentów: *50*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *nowy program studiów II stopnia na kierunku Elektronika*

Cel przedmiotu: *(wpisać, kilka-kilkanaście zdań)*

Celem przedmiotu jest przedstawienie zagadnień związanych z budową i działaniem urządzeń Internetu Rzeczy ze szczególnym uwzględnieniem systemów wbudowanych pełniących rolę końcowych węzłów kontrolno-pomiarowych tzw. „inteligentnych sensorów”.

Omówiony zostanie schemat blokowy takiego systemu: układy kondycjonowania sygnałów pochodzących z przetworników pomiarowych, przetworniki A/C, mikrokontroler, moduły zasilania z uwzględnieniem rozwiązań „energy harvesting” oraz układy do przewodowej i bezprzewodowej komunikacji mikrokontrolera z modułami wewnętrznymi i otoczeniem zewnętrznym.

Przedstawione zostaną także zagadnienia inżynierii oprogramowania systemów wbudowanych. Nacisk zostanie położony na problematykę: doboru mikrokontrolera i urządzeń peryferyjnych do wymagań aplikacji z uwzględnieniem czynników technicznych i ekonomicznych, integracji części sprzętowej i „niskopoziomowej warstwy” programistycznej, efektywnego wykorzystania zasobów mikrokontrolerów, zastosowania optymalnych metod przetwarzania danych przez system oraz minimalizacji zużycia energii.

Przedstawione zostaną także zagadnienia związane z kwestiami bezpieczeństwa sprzętowego oraz norm jakie musi spełniać oprogramowanie systemów wbudowanych.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: (ogólne informacje na temat prowadzenia zajęć, zasad zaliczenia itd. - o ile potrzebne)

Zasady zaliczania przedmiotu zostaną podane w regulaminie przedmiotu na początku zajęć.

Opis wykładu: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

Organizacja i zasady zaliczania przedmiotu - omówienie spraw organizacyjnych, regulaminu przedmiotu, sposobów wyboru projektów, typowych problemów występujących w trakcie realizacji projektu.

Przedstawienie aktualnych trendów dotyczących rynku urządzeń Internetu Rzeczy, ze szczególnym uwzględnieniem „inteligentnych czujników”.

Schemat blokowy urządzenia typu „smart sensor”– przedstawienie i omówienie głównych elementów składowych urządzenia IoT (przetwornik, układy kondycjonujące, mikrokontroler, układ zasilania, moduł łączności).

Przetworniki i układy kondycjonujące - omówienie wybranych typów przetworników wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Parametry, charakterystyki, aspekty miniaturyzacji i obniżania poboru mocy. Integracja z systemem. Wybrane typy układów kondycjonujących, dopasowanie amplitudy, pasma, filtracja zakłóceń.

Przetwarzanie sygnałów w inteligentnych sensorach– multipleksowanie wejść, przetwarzanie analogowo-cyfrowe, linearyzacja i kalibracja toru kondycjonowania, autoadaptacja zakresów pomiarowych,

Przetwarzanie danych w urządzeniach IoT- rola i zastosowanie mikrokontrolerów, detekcja i korekcja błędnych danych, rejestracja i kompresja danych, wstępna analiza danych, wizualizacja danych, autodiagnostyka systemu, zapis i weryfikacja danych zapisywanych na nośnikach nieulotnych.

Transmisja danych – wewnętrzne interfejsy komunikacyjne (pomiędzy wewnętrznymi modułami urządzenia), bezprzewodowe interfejsy do komunikacji z zewnętrznymi urządzeniami, zagadnienia związane ze zdalną modyfikacją oprogramowania.

Zasilanie urządzeń Internetu Rzeczy i minimalizowanie zużycia energii – metody zasilania urządzeń Internetu Rzeczy, źródła odnawialne („energy harvesting”). Optymalizacja sprzętowa i programistyczna zużycia energii.

Bezpieczeństwo sprzętowe urządzeń Internetu Rzeczy – wybrane zagadnienia związane z atakami polegającymi na tzw. łamaniem sprzętu (side-channel). Omówione zostaną podstawowe techniki analizy kanałów ataków, oraz wskazane możliwe zabezpieczenia na różnych poziomach (od implementacji po część algorytmiczną). Przedstawione zostaną także zagadnienia związane z autotestowaniem urządzenia np.: testy po włączeniu zasilania, badanie integralności danych zapisanych w różnego typu pamięciach (Flash, EEPROM, karty SD), metody detekcji stanów awaryjnych, reakcja systemu na zaniki zasilania. Normy jakie musi spełniać oprogramowanie systemów wbudowanych.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Zagadnienia konstrukcyjne – wymagania środowiskowe, technologia wytwarzania i montażu, integracja poszczególnych elementów Urządzeń Internetu Rzeczy, miniaturyzacja i realizacja scalona systemu.

Laboratorium: *(zakres laboratorium, tematy i opis ćwiczeń laboratoryjnych itp.)*

W ramach zajęć laboratoryjnych studenci zostaną zapoznani z wybranymi aspektami związanymi z projektowaniem, realizacją, badaniem i optymalizacją urządzeń Internetu Rzeczy np. .:

- badanie zagadnień związanych z kondycjonowaniem sygnałów pomiarowych (dopasowanie poziomów sygnału, pasma, filtrowanie zakłóceń, przetwarzanie analogowo-cyfrowe, kalibracja toru kondycjonowania),
- badanie efektywności energetycznej, analiza pracy mikroprocesora i systemu IoT w różnych trybach oszczędzania energii,
- badanie efektywności obliczeniowej systemów wbudowanych,
- przeprowadzenie ataku polegającego na podsłuchu sprzętu, w którym uprzednio zaimplementowano wybrany algorytm, oraz atak polegający na tzw. "wstrzykiwaniu energii" do generatora liczb prawdziwie losowych (ang. True Random Number Generator).
- przetwarzanie obrazów w systemach wbudowanych.

Projekt: *(sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych)*

W ramach projektu studenci uzgadniają z prowadzącym sposób realizacji ustalonego zadania, kryteria jego zaliczenia i sporządzają dokumentację wstępną projektu. Zaliczenie projektu odbywa się w formie krótkiej, połączonej z dyskusją prezentacji uzyskanych rezultatów (m. in: zgodności uzyskanych wyników z przyjętymi założeniami, opisem napotkanych problemów i sposobami ich rozwiązania).

Egzamin: nie

Literatura:

- 1) J. D. Bakos, „Embedded Systems – ARM programming and optimisation”, 2016 Elsevier
- 2) Nikolay V. Kirianaki and Sergey Y. Yurish are the authors of Data Acquisition and Signal Processing for Smart Sensors, Wiley 2002
- 3) D. Kleidermacher, M. Kleidermacher, „Embedded Systems Security: Practical Methods for Safe and Secure Software and Systems Development”, Springer 2012
- 4) <https://www.misra.org.uk/Activities/MISRAC/tabid/160/Default.aspx>
- 5) <https://wiki.sei.cmu.edu/confluence/display/c/SEI+CERT+C+Coding+Standard>

Oprogramowanie: *(wpisać używane oprogramowanie – o ile jest potrzebne)*

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

W ramach przedmiotu studenci wykorzystują aktualne, dostępne na rynku oprogramowanie specjalistyczne typu:

- oprogramowanie do konfigurowania zasobów mikrokontrolerów np. STM32CubeMX
- oprogramowanie do projektowania i symulowania systemów elektronicznych (np. Altium Designer),
- zintegrowane, dedykowane do wybranego mikrokontrolera środowisko programistyczne (np. STM32CUBEIDE IDE typu ARM Keil, rozwiązania typu „open source”)

Wymiar godzinowy zajęć: W C L P
 2(30) - 1(15) 1(15)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – (50) godz., w tym*
 - *obecność na wykładach 30 godz.,*
 - *obecność na laboratorium 15 godz.,*
 - *udział w konsultacjach 5 godz.*
2. *praca własna studenta – (48) godz., w tym*
 - *przygotowanie do laboratoriów (5) godz.,*
 - *przygotowanie do obrony projektu (3) godz.,*
 - *wykonywania zadań projektowych (30) godz.,*
 - *przygotowanie do realizacji projektu (analiza materiałów i literatury technicznej, opracowanie specyfikacji technicznej, konfigurowanie narzędzi programistycznych: 10 godzin,*
 - *prace programistyczne związane z realizacją projektu: 20 godzin,*
 - *przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) (10) godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi (98) godz., co odpowiada (4) pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: (2) pkt ECTS, co odpowiada (50) godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: (2) pkt ECTS, co odpowiada (15) godz. ćwiczeń laboratoryjnych i (30) godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

W03: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w jednym z trzech następujących z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych.	Wykład,	Kolokwium, obrona projektu	P7U_W
W04: Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z zakresie projektowanie systemów wbudowanych i sprzętowych rozwiązań Internetu Rzeczy,	Wykład, projekt	Kolokwium, obrona projektu	P7U_W
W06: Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu systemy elektroniczne, w tym systemy wbudowane, mikro i nanosystemy.	Wykład, Laboratorium, Projekt	Laboratorium obrona projektu	P7U_W
UMIEJĘTNOŚCI			
U08: Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych do analizy i projektowania układów analogowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.	Laboratorium Projekt	Laboratorium obrona projektu	P7U_U
U10: Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi należącymi do zakresu modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.	Laboratorium Projekt	Laboratorium obrona projektu	P7U_U
U12: Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie: - systemy mikroprocesorowe i wbudowane, - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy,	projekt	obrona projektu	P7U_U
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

K01: Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	Laboratorium Projekt	Laboratorium Projekt	P7U_K
---	-------------------------	-------------------------	-------