



Karta przedmiotu
Internet rzeczy w sieciach mobilnych

1. Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów telekomunikacja i technologie internetu rzeczy</p> <p>Specjalność: sieci i systemy internetu rzeczy</p> <p>Jednostka zarządzająca kierunkiem studiów Wydział Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki</p> <p>Poziom studiów pierwszego stopnia (inż.)</p> <p>Profil studiów Profil ogólnoakademicki</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p>	<p>Cykl kształcenia (nabór) 2023/24</p> <p>Kod przedmiotu 05TTIRSIRS.PI40.1396.23</p> <p>Języki wykładowe polski</p> <p>Obligatoryjność Obowiązkowy</p> <p>Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe</p>	
<p>Wymagania wstępne</p>	<p>Podstawowa wiedza w zakresie komunikacji bezprzewodowej oraz technik dostępu bezprzewodowego. Ugruntowana wiedza w zakresie podstaw funkcjonowania protokołów komunikacyjnych.</p>	
<p>Przedmioty wprowadzające</p>	<p>Podstawy telekomunikacji, Komunikacja bezprzewodowa, Techniki dostępu bezprzewodowego.</p>	
<p>Koordinator</p>	<p>Zbigniew Zakrzewski</p>	
<p>Okres Semestr 7</p>	<p>Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 30 Ćwiczenia laboratoryjne: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>

2. Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Opis efektów uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Odniesienie do charakterystyk PRK
Wiedza:			
W1	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie architektury mobilnych systemów komunikacji bezprzewodowej.	TTIR_O1_K_W03	P6S_WG P6S_WG_inż
W2	Posiada wiedzę na temat podstawowych zasad wykorzystywania systemów mobilnych przez operatorów telekomunikacyjnych do świadczenia usług.	TTIR_O1_K_W04	P6S_WK
W3	Posiada wiedzę na temat wpływu rozwoju mobilnych systemów internetu rzeczy na społeczeństwo informacyjne oraz automatyzację procesów produkcyjnych.	TTIR_O1_K_W08	P6S_WK
W4	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie usług internetu rzeczy wykorzystujących mobilne systemy i sieci teleinformatyczne.	TTIR_O1_K_W10	P6S_WG P6S_WG_inż
Umiejętności:			
U1	Potrafi ocenić możliwość wprowadzenia określonej usługi internetu rzeczy przy wykorzystaniu dostępnej sieci mobilnej na podstawie ustalonych parametrów jakościowych.	TTIR_O1_K_U05	P6S_UW P6S_UW_inż
U2	Potrafi wykonać analizę możliwości interfejsu mobilnego na podstawie danych katalogowych.	TTIR_O1_K_U10	P6S_UW P6S_UW_inż

3. Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Formy zajęć	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Klasyfikacja sieciowych wymagań usługowych stawianych przez IoT. Wymagania IMT stawiane przez ITU-R – generacje systemów mobilnych. Klasyfikacja usług z rodziny mMTC, URLLC oraz eMBB. Pojęcie masowego Internetu Rzeczy (mIoT). Techniki zaawansowanego zarządzania zasobami radiowymi – radio kognitywne. Techniki dostępu radiowego dedykowane dla mIoT. Zaawansowane techniki antenowe (massive-MIMO). Podstawy zarządzania bezprzewodowymi urządzeniami i podzespołami IoT w chmurze. Charakterystyka architektury pakietowego systemu mobilnego (od GPRS do 5G). Sieciowe składniki systemu mobilnego. Sieć oparta na architekturze mobilnej. Technologia mobilnego IPv4/IPv6. Zastosowanie mobilnej sieci rdzeniowej (CN) w zarządzaniu połączeniami i dostarczaniu treści. Architektura D-RAN oraz C-RAN w domenie radiowej systemu mobilnego. Network slicing w sieciach 4G/5G. Wsparcie mIoT przez MEC. Zaawansowane techniki modulacji i dostępu radiowego stosowane w mobilnych interfejsach radiowych (UTRA, E-UTRA, NR). Numerologia 5G i klasyfikacja pasm radiowych z zakresów FR1 i FR2. Interfejsy radiowe i usługi z rodziny LPWAN dedykowane dla IoT (LTE-M, NB-IoT, 5G-NR Light (RedCap)). Wykorzystanie udostępnionych pasm radiowych przez systemy mobilne. Wsparcie IIoT oraz TSN przez sieci mobilne 5G/6G.	Wykład	W1, W2, W3, W4
2.	Badanie wpływu numerologii 5G na parametry sygnału zmodulowanego w formacie CP-OFDM. Dobór pasma oraz kanału radiowego do świadczenia usług z rodziny mMTC, URLLC lub eMBB. Wykonywanie obliczeń związanych z pojemnością sieci mobilnej przygotowanej do świadczenia usług Internetu rzeczy. Testowanie interfejsu radiowego 4G/5G pod kątem parametrów opóźnieniowych oraz pasmowych. Spektralne pomiary sygnałów radiowych E-UTRA oraz NR w paśmie below-6 (FR1). Testowanie usług i interfejsów z rodziny LPWAN w zmiennych warunkach środowiskowych.	Ćwiczenia laboratoryjne	U1, U2

4. Metody prowadzenia zajęć, weryfikacji efektów uczenia się i warunki zaliczenia

Forma zajęć		
Wykład	Metody prowadzenia zajęć:	
	Wykład, Dyskusja	
	Metody (sposoby) weryfikacji:	Udział:
	Test	100%
	Warunki zaliczenia przedmiotu:	
Zaliczenie wykładu po uzyskaniu min. 51% punktów z testu z możliwością dodatkowej wypowiedzi ustnej jako uzupełnienia przeprowadzonego wcześniej testu.		

Ćwiczenia laboratoryjne	Metody prowadzenia zajęć:	
	Ćwiczenia laboratoryjne	
	Metody (sposoby) weryfikacji:	Udział:
	Wejściówka	40%
	Sprawozdanie	60%
	Warunki zaliczenia przedmiotu:	
Uzyskanie średniej ocen z zaakceptowanych sprawozdań/raportów oraz odpowiedzi wprowadzających, wskazujących na stopień przygotowania do ćwiczenia laboratoryjnego, nie mniejszej niż 3,0.		

Efekt uczenia się dla przedmiotu	Metody (sposoby) weryfikacji		
	Test	Sprawozdanie	Wejściówka
W1	x		
W2	x		
W3	x		
W4	x		x
U1		x	x
U2		x	x

5. Literatura

Literatura podstawowa

1. Beshley, H., Beshley, M., Klymash, M., 2021. IoT/M2M Solutions for 5G and Beyond Mobile Technologies: Future Trends of IoT/M2M: 5G, NB-IoT and Beyond Networks, LAP Lambert Academic Publishing.
2. Stasiak, M., Głąbowski M., Zwierzykowski P., 2009. Modelowanie i wymiarowanie ruchomych sieci bezprzewodowych, WKŁ.
3. Dahlman, E., Parkvall, S., Skold, J., 2018. 5G NR: The Next Generation Wireless Access Technology, Elsevier.
4. Kumar, S., Trivedi, M.C., Ranjan, P., Punhani, A., 2020. Evolution of Software-Defined Networking Foundations for IoT and 5G Mobile Networks (Advances in Wireless Technologies and Telecommunication), IGI Global.

Literatura uzupełniająca

1. Mavroumoustakis, C.X, Mastorakis, G., Batalla, J.M., 2016. Internet of Things (IoT) in 5G Mobile Technologies (Modeling and Optimization in Science and Technologies), Springer.

6. Nakład pracy studenta - bilans godzin i punktów ECTS

Aktywność studenta	Obciążenie studenta Liczba godzin
--------------------	--------------------------------------

Zajęcia prowadzone z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego lub innych osób prowadzących zajęcia	Wykład	30
	Ćwiczenia laboratoryjne	30
Praca własna studenta	Konsultacje	15
	Przygotowanie do zajęć	15
	Studiowanie literatury	20
	Przygotowanie sprawozdania	30
	Przygotowanie do zaliczenia	10
Łączny nakład pracy studenta		150
Liczba punktów ECTS		6

* Godzina (dydaktyczna) oznacza 45 minut