



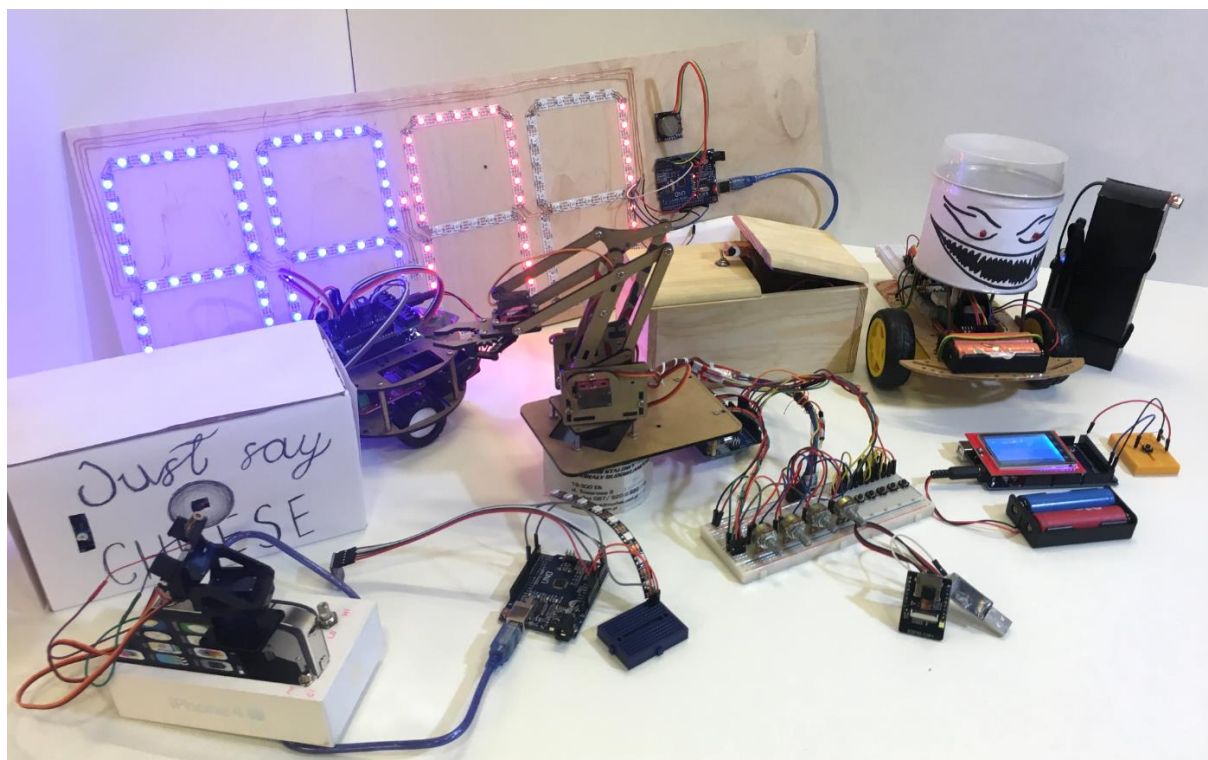
Wydział Elektroniki i Techniki Informatycznych

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



Inżynieria Internetu Rzeczy

uczysz się realizując projekty
czyli krótki przewodnik po programie studiów



Co wyróżnia studia na kierunku *Inżynieria Internetu Rzeczy*?

Innowacyjność – w dwóch zasadniczych aspektach:

tematyka

żadna polska uczelnia publiczna nie oferuje jeszcze studiów na takim kierunku, a zapotrzebowanie na specjalistów w tej dziedzinie jest na całym świecie ogromne i rośnie w bardzo szybkim tempie

koncepcja kształcenia

oparta na realizacji począwszy od pierwszego semestru – we współpracy z firmami – dużych zespołowych projektów; żadna polska uczelnia nie kształci jeszcze w ten sposób

Koncepcja kształcenia oparta jest na realizacji projektów (ang. project-based learning – PBL). Program studiów w każdym semestrze (z wyjątkiem ostatniego, przeznaczonego głównie na pracę dyplomową) obejmuje „duży” zespołowy projekt realizowany w wymiarze ok. 10 godzin zajęć w tygodniu. Tematy projektów, zwłaszcza na wyższych semestrach, będą dotyczyły problemów występujących w praktyce firm wspierających realizację naszego programu i będą realizowane w nowoczesnych laboratoriach we współpracy z tymi firmami. W ten sposób studenci od początku studiów będą nabywali umiejętność praktycznego wykorzystywania wiedzy zdobywanej na „tradycyjnych” przedmiotach oraz samodzielnego kształcenia niezbędnego do zdobycia dodatkowej wiedzy warunkującej realizację projektu. Pozyskają w ten sposób także tak bardzo cenione przez pracodawców kompetencje „miękkie”, takie jak umiejętność pracy w zespole, umiejętność zarządzania projektem i planowania zadań, umiejętność komunikowania się, kreatywność, czy poczucie współodpowiedzialności



Nastawienie na kształcenie oparte na realizacji projektów w naturalny sposób ogranicza liczbę zajęć wykładowych, jest mniej „nauczania” w klasycznym wydaniu, a więcej zdobywania wiedzy przez samodzielne wyszukiwanie informacji i ich krytyczną analizę, rozwiązywanie problemów i projektowanie.



Wykorzystujemy dobre doświadczenia związane z realizacją uruchomionych w 2019 r. studiów na kierunku *Cyberbezpieczeństwo*, niezwykle wysoko ocenianych przez studentów, którzy podjęli te studia. W szczególności, część podstawowych przedmiotów jest wspólna dla obu kierunków.

Program studiów jest zgodny ze standardami światowymi, uwzględnia potrzeby pracodawców i oczekiwania studentów.

- Zakres wiedzy i umiejętności absolwenta został określony m.in. na podstawie analizy podobnych programów oferowanych przez uczelnie zagraniczne oraz wymagań zdefiniowanych przez amerykańską agencję akredytującą programy studiów inżynierskich – *Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)*.
- W pracach programowych – w całym 10-miesięcznym okresie ich trwania – uczestniczyli studenci Wydziału, których opinie, dotyczące zarówno treści programowych, jak i form realizacji zajęć, wpłynęły w znacznym stopniu na ostateczny kształt programu.
- Przy projektowaniu programu uwzględniono uwagi przekazane przez przedstawicieli kilkunastu działających w kraju instytucji zainteresowanych zatrudnieniem absolwentów studiów na kierunku *Inżynieria Internetu Rzeczy*: firm informatycznych, firm elektronicznych, operatorów sieci telekomunikacyjnych i instytucji administracji centralnej.
- Program uzyskał patronat honorowy Ministerstwa Cyfryzacji.



Warszawa, dnia 22 listopada 2019 r.

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Zaremba
Dziekan Wydziału Elektroniki i Techniki Informatycznych
Politechnika Warszawska

Szanowny Panie Drodzimy,

mam zaszczyt poinformować, że Ministerstwo Cyfryzacji obejmuje patronat honorowy nad kierunkiem studiów „Inżynieria Internetu Rzeczy”.

Szczegółowe warunki patronatu Ministerstwa Cyfryzacji określa Regulamin.

Życzę wszystkim zaangażowanym w organizację tego przedsięwzięcia sukcesów i satysfakcji.

Z wyrazami szacunku

DYREKTOR
Biura Ministra
Ministerstwa Cyfryzacji
Dudka
Eugeniusz DUDKIEWICZ

Plan studiów

W planie studiów na kolejnych semestrach (I – VI) **najbardziej widocznymi przedmiotami są moduły PBL** (P1 – P6). Terminu PBL (project-based learning) używa cały świat, więc i my korzystamy z tego angielskojęzycznego określenia. **Moduły PBL są to zajęcia, w trakcie których studenci realizują zespołowo projekty przy wsparciu mentora. Swobodna atmosfera na zajęciach sprzyja pobudzaniu kreatywności, która jest coraz wyżej ceniona przez pracodawców.** Liczba punktów ECTS przypisanych tym zajęciom (10 – 12), a także innym przedmiotom, odpowiada oszacowaniu nakładu pracy studenta. Widać zatem, że w każdym semestrze co najmniej 1/3 Waszej pracy będzie wiązać się z „dużym” projektem. Nie oznacza, że w ramach innych przedmiotów projektów nie będzie – będą, ale „mniejsze”.

Ta unikatowa forma organizacji studiów – **uczenie się przez realizację projektów jest nowością w Polsce** – porównajcie proszę z innymi kierunkami studiów. Dlatego chcemy ją Wam przybliżyć, pokazując, czego się nauczycie na zajęciach PBL, a także jakiego typu projekty będziecie realizować.

Dzięki nauczeniu projektowemu studenci z innych krajów są w stanie uzyskać pełną efektywność w miejscu pracy już po 6 miesiącach, podczas gdy po ukończeniu tradycyjnych studiów trwa to około dwóch lat. Sam proces uczenia się w taki sposób jest dużo przyjemniejszy, bo relacje z prowadzącymi mają charakter mentorski, a nie hierarchiczny. Na tym kierunku to student a nie wykładowca jest w centrum uwagi, co powoduje, że studiuje się dużo przyjemniej.

Grywalizacja stymuluje dużo większe zaangażowanie się w projekty. Wyobraź sobie, że masz zbudować ze swoimi koleżankami i kolegami robota, który jak najszybciej przejdzie tor przeszkód. Czy to nie brzmi dla Ciebie znajomo? Tak, studiowanie może być takie jak gry komputerowe i sprawiać tyle radości.

ECTS	I	II	III	IV	V	VI	VII				
1	P1. Moduły i systemy Internetu Rzeczy	P2. Systemy wbudowane i oprogramowanie	P3. Komunikacja bezprzewodowa i przewodowa	P4. Inteligentne urządzenia Internetu Rzeczy	P5. Usługi i aplikacje Internetu Rzeczy	P6. Aplikacje rozproszone i chmury obliczeniowe Internetu Rzeczy	Przygotowanie pracy dyplomowej inżynierskiej				
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11	Podstawy programowania	Podstawy techniki cyfrowej (CB.p)	Podstawy transmisji bezprzewodowej	Mikrokontrolery i układy programowalne	Moduł obieralny	Pracownia dyplomowa inżynierska					
12											
13	Podstawy elektroniki i pomiarów 1 (Tel.z)	Wstęp do fizyki (CB.z)	Fizyczne podst. elektroniki i teleinformatyki (CB.z)	Architektura i inżynieria usług i aplikacji	Bazy danych i big data (CB.z)	Moduł obieralny	Seminarium				
14											
15	Analiza (CB.z)	Algebra (CB.z)	Elementy i układy elektroniczne (CB.p)	HES	Wprowadzenie do cyberbezpieczeństwa (CB.z)	Metody analizy danych	Moduł obieralny				
16											
17				Wstęp do matematyki (CB.z)			Sygnały i systemy (CB.p.)	Język obcy 1	Przedsiębiorczość w praktyce	Język obcy 3 + Egzamin	Moduł obieralny
18											
19	Metod. aspek. działalności inż.		Język obcy 2			Techniki chmur obliczeniowych	Moduł obieralny				
20											
21	WF1	WF2	WF3			Praktyka 4ECTS	EPDI				
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											

P1: Moduły i systemy Internetu Rzeczy

Czego się nauczysz

Zostaniesz wprowadzony w świat Internetu Rzeczy (IoT), a jednocześnie poznasz zasady i metody pracy inżyniera. Nauczysz się:

- robić wywiad z użytkownikiem i rozumieć jego potrzeby, projektować układ lub aplikację do rozwiązania określonego problemu według metody Design Thinking tak, aby jak najskuteczniej zaspokoić oczekiwania odbiorcy,
- jak budować komponenty systemu IoT przy użyciu gotowych modułów i rozwiązań, a także jak tworzyć i uzupełniać je własnymi pomysłami,
- jak wykorzystać platformy Arduino i Processing, które są powszechnie używane do tworzenia prototypów przez wiodące firmy technologiczne, do testowania rozwiązań na wczesnym etapie ich tworzenia,
- jak wybrać właściwe narzędzia do efektywnego zaprojektowania i wykonania urządzenia oraz stworzenia oprogramowania, jak prawidłowo używać tych narzędzi do realizacji własnego unikatowego projektu,
- jak tworzyć atrakcyjne materiały dotyczące swojego projektu i umieszczać je na platformach społecznościowych w celu zademonstrowania projektu znajomym,
- jak współpracować w grupie, jak zarządzać projektem, a także jak skutecznie zaprezentować efekty swojej pracy innym i przekonać ich do swojego rozwiązania.

Na co chcielibyśmy zwrócić Twoją uwagę

- Będziesz miał możliwość bezpośredniego zapoznania się z rozwiązaniami IoT, dzięki dużej bazie elementów i urządzeń dostępnych dla studentów.
- Pracując w grupie, stworzysz własne, ciekawe projekty dzięki wsparciu naszych mentorów.
- Już w pierwszym tygodniu zajęć uruchomisz swój pierwszy prosty projekt, używając gotowych przykładów w bibliotekach urządzeń.
- Będziesz się uczył wymyślając i realizując – w postaci fizycznych obiektów – rozwiązania praktycznych problemów inżynierskich występujących w systemach Internetu Rzeczy.

Co zaprojektujesz i zrealizujesz

Przykładowe tematy projektów:

- elementy inteligentnego mieszkania/budynku,
- system oszczędzanie energii w biurze: wykrywanie użytkownika i wyłączenie oświetlenia, gdy go nie ma, sterowanie ogrzewaniem, klimatyzacją i otwieraniem okien, wizualizacja zużycia energii,
- inteligentny system rozładowywania kolejki studentów do dziekanatu.

P2: Systemy wbudowane i oprogramowanie

Czego się nauczysz

Poznasz – od strony teoretycznej i praktycznej – problematykę projektowania systemów wbudowanych – sprzętu i oprogramowania. Nauczysz się:

- wykorzystywać w praktyce zestawy sprzętowe typowe dla Internetu Rzeczy, oprogramowanie narzędziowe, system operacyjny Linux i system operacyjny czasu rzeczywistego oraz cyfrową komunikację szeregową,
- programować systemy mikroprocesorowe z użyciem języków C i Python oraz projektować i uruchamiać systemy wbudowane.

Na co chcielibyśmy zwrócić Twoją uwagę

- Projekty są realizowane z wykorzystaniem modułów i środowisk programowych firm Texas Instruments, Nordic Semiconductor i ST Microelectronics oraz komputera jednopłytkowego Raspberry Pi. Są to wiodące rozwiązania dające pełny i stosunkowo łatwy wgląd praktyczny w zagadnienia typowe dla systemów Internetu Rzeczy.
- Rezultatem końcowym projektu jest uruchomienie i przetestowanie kompletnego urządzenia dla Internetu Rzeczy pracującego w czasie rzeczywistym.

Co zaprojektujesz i zrealizujesz

Popatrz na przykładowy projekt tego typu zrealizowany przez studentów: „Sensor IoT” – element sieci pomiarowej jakości powietrza w laboratoriach Wydziału (opis i strona z pomiarami na portalu Akademia Internetu Rzeczy <https://iot.pw.edu.pl/Akademia.html>).

P3: Komunikacja przewodowa i bezprzewodowa

Czego się nauczysz

Poznasz – od strony teoretycznej i praktycznej – problematykę projektowania skalowalnych sieci IoT wykorzystujących komunikację przewodową i bezprzewodową. Nauczysz się:

- przeprowadzania analizy wymagań stawianych skalowanej sieci, która ma realizować określone zadania,
- podstaw działania sieci pakietowych oraz reguł konfiguracji urządzeń sieciowych (routery, przełączniki, karty sieciowe),
- realizacji niezawodnej komunikacji przy wykorzystaniu popularnych protokołów (np. HTTP, MQTT, CoAP),
- wykorzystania w praktyce urządzeń łączności bezprzewodowej, takich jak LTE NB IoT, WiFi, Bluetooth i LoRa, oraz analizowania ich właściwości,
- badania zachowania sieci przy użyciu specjalistycznych narzędzi diagnostycznych.

Na co chcielibyśmy zwrócić Twoją uwagę

Studenci zrealizują prototyp sieci węzłów IoT, spełniającej wymagania wynikające ze specyfiki danego projektu. Unikatowe elementy zajęć to:

- zadanie projektowe oparte na realnym problemie, którego rozwiązanie już istnieje na rynku (analiza i projekt na zasadzie: „jak oni to zrobili?”) lub nie istnieje (tzw. „jazda bez trzymanki” ;)),
- stworzony od podstaw prototyp sieci składający się z samodzielnie oprogramowanych i skonfigurowanych węzłów (np. komputerki klasy Raspberry Pi) oraz niezbędnej infrastruktury sieciowej (routery, wirtualne przełączniki Open vSwitch, serwer centralny itp.),
- wykorzystanie specjalistycznej aparatury pomiarowej, np. analizatora ruchu sieciowego czy analizatora widma radiowego.

Co zaprojektujesz i zrealizujesz

Przykładowe tematy projektów:

- sieć stacji meteo monitorująca warunki atmosferyczne na terenie całego kraju (temperatura, wilgotność, prędkość i kierunek wiatru itp.),
- sieć monitorująca bieżące pozycje pojazdów komunikacji miejskiej, pociągów, wypożyczonych rowerów, kontenerów, pracowników itp.
- sieć śledząca bagaże w transporcie lotniczym.

Wynikiem pracy zespołu studentów będzie projekt sieci, obejmujący analizę wymagań, implementację prototypu oraz wnioski wynikające z wyników jego badań.

P4: Inteligentne urządzenia Internetu Rzeczy

Czego się nauczysz

Poznasz od strony praktycznej proces tworzenia inteligentnego urządzenia – komponentu systemu Internetu Rzeczy: od pomysłu do zbudowania i uruchomienia prototypu z wykorzystaniem samodzielnie zaprojektowanego obwodu drukowanego. Nauczysz się:

- opracowywania koncepcji i projektowania inteligentnego urządzenia IoT,
- doboru podzespołów i budowania prototypu,
- projektowania obwodu drukowanego (płytki) i zlecenia jego wytworzenia,
- tworzenia oprogramowania mikrokontrolera na potrzeby konkretnego urządzenia, z uwzględnieniem wymagań takich jak minimalizacja poboru prądu czy zapewnienie stabilnej pracy,
- montażu, uruchamiania i weryfikacji zgodności parametrów urządzenia z założeniami projektu.

Na co chcielibyśmy zwrócić Twoją uwagę

Studenci realizują inteligentne urządzenie IoT, przechodząc przez pełny cykl projektowy – od koncepcji przez projekt, wykonanie i uruchomienie, po weryfikację i ostatecznie analizę możliwości wprowadzenia urządzenia na rynek.

Unikatowe elementy zajęć to:

- projekt obwodu drukowanego i przygotowanie dokumentacji do produkcji,
- przygotowanie oprogramowania na potrzeby realizowanego projektu z uwzględnieniem łączności bezprzewodowej, sterowania przetwornikiem i przetwarzania danych.

Co zaprojektujesz i zrealizujesz

Przykładowe tematy projektów:

- inteligentny czujnik do hodowli roślin w doniczce (mierzący temperaturę, wilgotność, nasłonecznienie, generujący decyzję o podlaniu roślinki),
- wykrywacz obecności osób w pomieszczeniu z pomiarem naturalnych warunków oświetleniowych, generujący informację o konieczności włączenia oświetlenia sztucznego (światło "chodzi" za człowiekiem).

Potencjalnym źródłem tematów mogą być też instytucje zewnętrzne, które wyraziłyby chęć współpracy.

P5: Usługi i aplikacje Internetu Rzeczy

Czego się nauczysz

Zazwyczaj systemy Internetu Rzeczy składają się z czterech urządzeń: urządzenia wbudowanego, bramy agregującej, serwera aplikacji oraz urządzenia klienckiego. Nauczysz się:

- jak zaprojektować oraz zrealizować cały system Internetu Rzeczy od urządzenia wbudowanego do urządzenia klienckiego tak, aby umożliwiać zdalne monitorowanie oraz sterowanie Twoją aplikacją, z uwzględnieniem różnych ograniczeń sprzętowych oraz wymagań użytkownika końcowego,
- jak podłączyć Twoją aplikację do innych aplikacji w Internecie tak, aby była ona w stanie podejmować samodzielne decyzje na podstawie danych z innych systemów.

Poznasz także metody modelowania problemu, wyboru właściwej platformy, określania pożądanego zestawu usług związanych z monitorowaniem stanu środowiska i wpływaniem na nie, zapewniania bezpieczeństwa oraz integracji systemu z innymi systemami.

Na co chcielibyśmy zwrócić Twoją uwagę

Unikatowym aspektem realizowanego projektu będzie możliwość zbudowania i uruchomienia całościowego systemu Internetu Rzeczy (end-to-end), poczynając od wbudowanego węzła mikrokontrolerowego, pobierającego przy użyciu sensorów wiedzę o fizycznym otoczeniu i modyfikującego jego stan, poprzez komunikację (protokoły sieciowe), aż do centralnego serwera i aplikacji klienckich dla użytkownika końcowego.

Co zaprojektujesz i zrealizujesz

Przykładowe tematy projektów:

- system kontroli świateł: studenci zbudują system kontroli świateł „od końca do końca”, integrując sieci sensorowe i moduły zarządzania w chmurze oraz programując wszystkie moduły zarządzające systemem;
- system inteligentnego domu: studenci będą wdrażać system zarządzający wybranymi funkcjami inteligentnego domu na podstawie sieci sensorowej centralizowanej w tzw. gateway; ten gateway będzie kontrolował funkcje sieci sensorowej, takie jak oszczędzanie energii, komunikację z Internetem (bezpieczeństwo, adresacja) oraz komunikację wewnątrz sieci sensorowej; gateway będzie także komunikował się z podstawowymi modułami zarządzania znajdującymi się w chmurze;
- system kontroli środowiskowej na bazie technologii LoRa: studenci zbudują system, w którym sensory środowiskowe będą połączone do sieci LoRa, która będzie zarządzała połączeniami z systemem zarządzania w chmurze; studenci będą wdrażać wszystkie moduły umożliwiające zarządzanie taką siecią.

P6: Aplikacje rozproszone i chmury obliczeniowe Internetu Rzeczy

Czego się nauczysz

Poznasz metody tworzenia systemów teleinformatycznych dla zastosowań Internetu Rzeczy. Nauczysz się:

- projektowania i programowania systemów Internetu Rzeczy, w tym aplikacji rozproszonych z elementami sztucznej inteligencji, przetwarzaniem danych w chmurze obliczeniowej oraz automatycznym sterowaniem infrastrukturą Internetu Rzeczy;
- korzystania z zaawansowanych technik sieciowych, takich jak:
 - programowalne sterowanie siecią (SDN),
 - wirtualizacja (Docker/KVM),
 - rozproszone przetwarzanie danych w sieci (prywatne oraz publiczne chmury obliczeniowe).

Na co chcielibyśmy zwrócić Twoją uwagę

- W ramach zajęć projektowych zaprojektujesz i zrealizujesz własne rozwiązanie, które połączy czujniki, aplikacje i przetwarzanie danych lokalnie oraz w chmurze w jeden ekosystem.
- Będziesz miał do dyspozycji laboratoria projektowe z dostępem do zasobów krajowej sieci eksperymentalnej PLLAB 2020, wyposażonej w serwery, czujniki, sterowniki programowalne oraz sieciowe przyrządy pomiarowe.

Co zaprojektujesz i zrealizujesz

Motto: Nie bujaj w obłokach, stwórz swoją chmurę domową

Zaprojektujesz i zrealizujesz chmurę domową wraz z aplikacjami i usługami Internetu Rzeczy na bazie:

- czujników oraz infrastruktury do równoległych obliczeń, np. Raspberry Pi,
- bezprzewodowego podłączenia czujników oraz sieci centrum danych,
- chmur – do równoległych obliczeń,
- aplikacji – multimedia w domu – sterowanych przy użyciu smartfona.