



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Projektowanie zaawansowanych interfejsów HMI i M2M [N2AiR1-ISA>PO2-PZI]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Rok/Semestr

2/3

Studia w zakresie (specjalność)

Inteligentne systemy automatyki

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

niestacjonarne

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

20

Laboratorium

20

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr inż. Dominik Łuczak

dominik.luczak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

**Wiedza:** Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać wiedzę z automatyki i robotyki odpowiadającą 6 poziomowi Polskiej Ramy Kwalifikacji, w szczególności wiedzę z zakresu programowania, struktur danych, systemów mikroprocesorowych i podstaw komunikacji sieciowej.

**Umiejętności:** Student powinien posiadać umiejętność rozwiązywania i implementacji problemów programistycznych z zakresu automatyki i robotyki oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji i być gotowy do podjęcia współpracy w zespole. **Kompetencje społeczne:** Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi przejawiać takie cechy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawczą, kreatywność, kulturę osobistą, szacunek dla innych ludzi.

## Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom wiedzy dotyczącej budowy i wymiany informacji w czasie rzeczywistym dla interfejsów człowiek-maszyna i maszyna-maszyna. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności opracowania interfejsów wymiany danych człowiek-maszyna i maszyna-maszyna dla systemu kontrolno-pomiarowego oraz ich implementacji i uruchomienia w środowisku programistycznym. 3. Kształtowanie u studentów znaczenia znajomości technologii i zaleceń związanych z budową i programowaniem interfejsów wymiany danych.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza

1. Student ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę związaną z systemami sterowania i układami kontrolno-pomiarowymi; [K2\_W11]
2. ma podstawową wiedzę o cyklu życia systemów automatyki i robotyki oraz układów kontrolno-pomiarowych; [K2\_W13]

### Umiejętności

1. Student potrafi dobrać i zintegrować elementy specjalizowanego systemu pomiarowo-sterującego w tym: jednostkę sterującą, układ wykonawczy, układ pomiarowy oraz moduły peryferyjne i komunikacyjne; [K2\_U13]
2. potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania systemów sterowania i systemów robotyki; posiada także umiejętność doboru systemów automatyki z wykorzystaniem sterowników mikroprocesorowych; [K2\_U19]
3. potrafi zaprojektować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań projektowych elementów i układów automatyki i robotyki; [K2\_U20]
4. potrafi zaprojektować i zrealizować złożone urządzenie, obiekt lub system uwzględniając aspekty pozatechniczne; [K2\_U23]

### Kompetencje społeczne

1. Student posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować; [K2\_K4]

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

na podstawie zadań domowych i odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie laboratorium:

na podstawie oceny znajomości i zrozumienia bieżących zagadnień prezentowanych w ramach przedmiotu.

c) W ramach obu form zajęć istnieje możliwość wykorzystania zadań realizowanych w formule Problem Based Learning (PBL), wspierających bieżące potrzeby badawcze i techniczne koordynatora przedmiotu oraz nadzorowanych przez prowadzącego, z uwzględnieniem iteracyjnego i cyklicznego charakteru realizacji zadań, pod warunkiem że są one zbieżne z treściami programowymi kursu.

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych z wykorzystaniem testu wielokrotnego wyboru,
- ii. omówienie wyników zaliczenia.

b) w zakresie laboratorium weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- i. ocenę przygotowania studenta do poszczególnych zajęć,
- ii. ocenianie ciągłe, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne) - premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,
- iii. ocenę zadań przygotowywanych częściowo w trakcie zajęć, a także po ich zakończeniu.

c) W ramach oceny podsumowującej istnieje możliwość uwzględnienia wyników zadań realizowanych w formule Problem Based Learning (PBL) opracowanych na potrzeby badawcze i techniczne koordynatora przedmiotu oraz nadzorowanych przez prowadzącego, pod warunkiem ich zgodności z treściami programowymi kursu.

d) Uzyskiwanie dodatkowych punktów za aktywność podczas zajęć, w szczególności za:

- i. samodzielną budowę rozproszonego systemu kontrolno-pomiarowego składającego się z kilkunastu modułów elektronicznych z mikroprocesorami komunikującymi się w czasie rzeczywistym i opracowanie dokumentacji,
- ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanych problemów
- iii. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych.

## Treści programowe

Przedmiot obejmuje szeroki zakres zagadnień związanych z projektowaniem zaawansowanych interfejsów człowiek-maszyna (HMI) i komunikacji maszyna-maszyna (M2M). Studenci zapoznają się z nowoczesnymi technologiami wspomagającymi komunikację człowieka z komputerem (polecenia głosowe, gesty), czujnikami noszonymi, interfejsami HMI (w tym webowymi z RESTful), rozwiązaniami M2M (protokół MQTT), interfejsami głosowymi i gestami, a także z pracami badawczo-rozwojowymi w tej dziedzinie.

W ramach wykładów studenci nauczą się określać wymagania funkcjonalne interfejsów i przygotowywać metadane, projektować interfejsy graficzne dla systemów mikroprocesorowych (np. STM32 TouchGFX), wykorzystywać czujniki noszone w interfejsach człowiek-maszyna, analizować sygnały z czujników noszonych, projektować interfejsy HMI i webowe z RESTful, implementować rozwiązania M2M z protokołem MQTT, tworzyć interfejsy głosowe i obsługiwane gestami, a także poznają najnowsze osiągnięcia w dziedzinie HMI i M2M.

Zajęcia laboratoryjne pozwolą studentom na praktyczne zastosowanie zdobytej wiedzy. Obejmują one prototypowanie interfejsów, projektowanie interfejsów graficznych dla systemów mikroprocesorowych (STM32 TouchGFX), pracę z wybranymi protokołami M2M (np. HTTP, MQTT, CoAP), obsługę zdarzeń i prezentację danych pomiarowych w czasie rzeczywistym (np. STM32 TouchGFX), tworzenie interfejsów RESTful i responsywnych stron WWW, przetwarzanie komend głosowych, analizę sygnałów z czujników noszonych i systemów pomiarowych, rozpoznawanie mowy i gestów, a także ocenę wydajności i responsywności interfejsów HMI i M2M.

Program kursu zapewnia kompleksowe przygotowanie do projektowania i implementacji zaawansowanych interfejsów HMI i M2M, co jest coraz bardziej istotne w dzisiejszym świecie zdominowanym przez technologie. Studenci zdobędą wiedzę teoretyczną i praktyczne umiejętności niezbędne do pracy w różnych dziedzinach, takich jak automatyka, robotyka, motoryzacja, informatyka i wiele innych.

## Tematyka zajęć

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Określenie wymagań funkcjonalnych interfejsu i przygotowanie metadanych. Wprowadzenie do interfejsu graficznego dla systemu mikroprocesorowego (STM32 TouchGFX). Nowoczesne technologie we wspomaganie komunikacji człowieka z komputerem (polecenia głosowe, gesty). Czujniki noszone w zastosowaniu interfejsów komunikacji człowiek – maszyna. Analiza sygnałów z czujników noszonych.
2. Przetwarzanie i wizualizacja danych z IMU 6DoF (ang. Inertial Measurement Unit – 6 Degrees of Freedom) i sygnału fotopletyzmo graficznego (PPG, ang. Photoplethysmogram).
3. Interfejsy webowe z RESTful. Klient i serwer HTTP dla systemów wbudowanych na przykładzie STM32. Wykorzystanie protokołu WebSocket.
4. Protokół MQTT dla systemów wbudowanych na przykładzie STM32.
5. Interfejsy głosowe STT (Speech-to-Text), TTS (Text-to-Speech) oraz LLM ( Large Language Model).
6. Interfejsy obsługiwane gestami (noszone IMU 6DoF, optyczne i wizyjne MediaPipe) .
7. Prace badawczo-rozwojowe podejmowane w tematyce HMI i M2M.

Program zajęć laboratoryjnych obejmuje:

1. Prototypowanie interfejsu dla określonych ograniczeń funkcjonalnych dla układów napędowych w laboratorium badawczym.
2. Szablon interfejsu graficznego dla systemu mikroprocesorowego dla układów napędowych w laboratorium badawczym.
3. Prezentacja danych pomiarowych w czasie rzeczywistym (STM32 TouchGFX, IMU 6DoF i sygnału PPG).
4. Przetwarzanie i prezentacja danych pomiarowych w czasie rzeczywistym (CMSIS-DSP i STM32 TouchGFX).
5. Interfejs RESTful systemu mikroprocesorowego (STM32, LwIP, FreeRTOS, HTTP serwer).
6. Responsywny interfejs WWW dla systemu mikroprocesorowego (STM32, LwIP, FreeRTOS, HTTP klient

i serwer).

7. MQTT dla systemu mikroprocesorowego (STM32, LwIP, FreeRTOS, MQTT)
8. Interfejs głosowy dla systemu mikroprocesorowego - STT (Speech-to-Text) i TTS (Text-to-Speech).
9. Interfejs głosowy dla systemu mikroprocesorowego - LLM ( Large Language Model)
10. Obsługa gestów dla systemu mikroprocesorowego (wykorzystanie IMU 6DoF i sygnału PPG)
11. HMI i M2M dla układów napędowych w laboratorium badawczym na potrzeby prac badawczo-rozwojowych.

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja tworzenia interfejsów HMI i M2M dla systemu kontrolno-pomiarowego, prezentacja multimedialna ilustrowana danymi literaturowymi i przykładowymi projektami
2. Zajęcia laboratoryjne: wykorzystanie systemu mikroprocesorowego z ekranem dotykowym i interfejsem Ethernet, środowisko do projektowania HMI i implementacji M2M
3. W ramach obu form zajęć istnieje możliwość wykorzystania elementów Problem Based Learning (PBL), w ramach którego studenci pracują nad zagadnieniami i projektami definiowanymi na potrzeby badawcze i techniczne koordynatora przedmiotu oraz nadzorowanymi przez prowadzącego. W podejściu tym szczególny nacisk kładzie się na iteracyjny charakter pracy, obejmujący analizę problemu, projektowanie rozwiązania, jego praktyczną weryfikację oraz systematyczne udoskonalanie.

## Literatura

### Podstawowa

1. Dokumentacja STM32F7 (online)
2. Dokumentacja TouchGFX (online)
3. Interfejs API : strategia programisty, Daniel Jacobson, Greg Brail, Dan Woods, Helion, 2015.
4. Łuczak, D. Data-Driven Machine Fault Diagnosis of Multisensor Vibration Data Using Synchrosqueezed Transform and Time-Frequency Image Recognition with Convolutional Neural Network. *Electronics* 2024, 13, 2411, doi:10.3390/electronics13122411.
5. Łuczak, D. Machine Fault Diagnosis through Vibration Analysis: Time Series Conversion to Grayscale and RGB Images for Recognition via Convolutional Neural Networks. *Energies* 2024, 17, 1998, doi:10.3390/en17091998.
6. Łuczak, D. Machine Fault Diagnosis through Vibration Analysis: Continuous Wavelet Transform with Complex Morlet Wavelet and Time-Frequency RGB Image Recognition via Convolutional Neural Network. *Electronics* 2024, 13, 452, doi:10.3390/electronics13020452.
7. Łuczak, D.; Brock, S.; Siembab, K. Cloud Based Fault Diagnosis by Convolutional Neural Network as Time-Frequency RGB Image Recognition of Industrial Machine Vibration with Internet of Things Connectivity. *Sensors* 2023, 23, 3755, doi:10.3390/s23073755.

### Uzupełniająca

1. Mikrokontrolery STM32 w systemach sterowania i regulacji, Maciej Szumski, BTC, 2018
2. A Model-Driven Mobile HMI Framework (MMHF) for Industrial Control Systems, 2020, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2965259>
3. Designing an Adaptive Interface: Using Eye Tracking to Classify How Information Usage Changes Over Time in Partially Automated Vehicles, 2020, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2966928>
4. Łuczak D., „Remote laboratory with WEB interface”, *Computer Applications in Electrical Engineering*, Vol. 9, str. 257-268, Poznań, 2011, ISSN 1508-4248
5. Łuczak D., „DSP implementation of electric drive control system”, *Proc. of 8th IEEE, IET Int. Symposium on Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing*, Poznan, Poland, 18-20 July 2012, pp. 6, ISBN: 978-1-4577-1472-6.
6. Łuczak D. i inni : „Microprocessor temperature measurement system”, *Proc. of the 5th International Interdisciplinary Technical Conference of Young Scientists, InterTech 2012*, Polska, Poznań, 16-18 maj 2012, str. 261-264, ISBN 978-83-926896-4-5.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	40	1,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwiiw/egzaminu, wykonanie projektu)	60	2,50