



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Systemy wizyjne i spektralne w automatyzacji

### Przedmiot

Kierunek studiów

automatyka i robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

Inteligentne systemy automatyki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

15

Inne (np. online)

Ćwiczenia

Projekty/seminaria

### Liczba punktów ECTS

2

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Konrad Urbański

email: Konrad.Urbanski@put.poznan.pl

tel. 48 61 665 2810

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3A 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Dominik Łuczak

email: Dominik.Luczak@put.poznan.pl

tel. 48 61 665 2557

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3A 60-965 Poznań

### 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 cyfrowej obróbki sygnałów i programowania.

**Umiejętności:** Student powinien posiadać umiejętność rozwiązywania i implementacji problemów cyfrowego przetwarzania sygnałów 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, działania i zastosowania sensorów wizyjnych i spektralnych.
2. Rozwijanie u studentów umiejętności zastosowania algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów na danych z sensorów wizyjnych i spektralnych.
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 szczegółową wiedzę z zakresu budowy i wykorzystania zaawansowanych systemów sensorycznych; [K2\_W6]
2. ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu automatyki i robotyki i pokrewnych dyscyplin naukowych [K2\_W12]

#### Umiejętności

1. Student potrafi korzystać z zaawansowanych metod przetwarzania i analizy sygnałów w tym sygnału wizyjnego oraz ekstrahować informacje z analizowanych sygnałów; [K2\_U11]
2. potrafi zintegrować i zaprogramować specjalizowane systemy zrobotyzowane; [K2\_U12]
3. potrafi dobrać i zintegrować elementy specjalizowanego systemu pomiarowo-sterującego w tym: jednostkę sterującą, układ wykonawczy, układ pomiarowy oraz moduły peryferyjne i komunikacyjne; [K2\_U13]
4. potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (w tym technik i technologii) w zakresie automatyki i robotyki; [K2\_U16]

#### 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:

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.

Ocena podsumowująca:

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

- i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na zaliczeniu pisemnym w formie testu
- 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.

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

- i. samodzielną budowę systemu kontrolno-pomiarowego z sensorami wizyjnymi oraz spektralnymi i opracowanie dokumentacji,
- ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu
- iii. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych.

### **Treści programowe**

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Obrazowanie spektralne i spektroskopia laserowa. Zakres widzialny, bliska podczerwień - NIR, średnia podczerwień, daleka podczerwień. Absorbancja światła.
2. Metody analizy sygnałów stosowane w spektroskopii (FTIR - Fourier transform infrared spectroscopy, WMS - Wavelength Modulation Spectroscopy). Analiza sygnałów cyfrowych w celu detekcji cech analizowanej substancji.
3. Zastosowania obrazowania spektralnego w szczególności do automatycznej oceny jakości produktów.
4. Wybrane zagadnienia przetwarzania obrazów



5. Wybrane zagadnienia detekcji i klasyfikacji
6. Zastosowanie metod przetwarzania obrazu w sterowaniu

Program zajęć laboratoryjnych obejmuje:

1. Analiza i składanie widm z dostępnych baz danych. Wpływ temperatury i ciśnienia na widmo.
2. Analiza widm złożonej mieszaniny z wykorzystaniem metod cyfrowego przetwarzania sygnałów. Metody dopasowania widma z wykorzystaniem algorytmów gradientowych (Algorytm Levenberga-Marquardta).
3. Budowa spektrometru. Wykonanie składanego spektrometru (Spectral Workbench).
4. Kalibracja spektrometru.
5. Filtrowanie obrazu.
6. Redukcja wymiarowości danych - principal component analysis (PCA).
7. Tworzenie własnych detektorów.
8. Wykorzystanie sprzężenia wizyjnego w sterowaniu.

### **Metody dydaktyczne**

1. Wykład: prezentacja multimedialna ilustrowana danymi literaturowymi i przykładowymi projektami
2. Zajęcia laboratoryjne: wykorzystanie systemu z sensorem wizyjnym i/lub spektralnym, środowisko do gromadzenia i przetwarzania sygnałów cyfrowych, stanowiska laboratoryjne wyposażone w kamery.

### **Literatura**

Podstawowa

1. Machine Learning-Based Multifunctional Optical Spectrum Analysis Technique, 2019, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2895409>
2. Calibration-Free WMS Using a cw-DFB-QCL, a VCSEL, and an Edge-Emitting DFB Laser With In-Situ Real-Time Laser Parameter Characterization, 2017, <https://doi.org/10.1109/JPHOT.2017.2655141>
3. Stereopsis-Inspired Time-Stretched Amplified Real-Time Spectrometer (STARS), 2012, <https://doi.org/10.1109/JPHOT.2012.2213588>
4. A New RAM Normalized 1f-WMS Technique for the Measurement of Gas Parameters in Harsh Environments and a Comparison With 2f/1f, 2018, <https://doi.org/10.1109/JPHOT.2018.2883548>
5. Dokumentacja Spectral Workbench, <https://spectralworkbench.org/> [2020-04]



6. Baza danych HITRAN, <https://hitran.org/>
7. Computer Vision, Richard Szeliski, Springer 2011
8. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features, P. Viola i M. Jones, Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. CVPR 2001.

#### Uzupełniająca

1. A Controllable DCCS-Based PT Temperature Sensor in High Precision Molecular Spectroscopy Application, 2020, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2977163>
2. Fully Integrated Optical Spectrometer in Visible and Near-IR in CMOS, 2017, <https://doi.org/10.1109/TBCAS.2017.2774603>
3. A Highly Sensitive Optical Sensor Design by Integrating a Circular-Hole Defect With an Etched Diffraction Grating Spectrometer on an Amorphous-Silicon Photonic Chip, 2012, <https://doi.org/10.1109/JPHOT.2012.2188097>
4. High-Resolution Compact On-Chip Spectrometer Based on an Echelle Grating With Densely Packed Waveguide Array, 2019, <https://doi.org/10.1109/JPHOT.2018.2888592>
5. „Handbook of Machine Vision”, ed. A. Hornberg, Willey 2006.
6. P. Kluczyński K. Siembab, J. Derezynski, M. Straszewski, J. Peziak, D. Luczak, S. Tomczyk, M. Suski, A. Wojcik, Multi-component Mid-IR tunable laser analyzers for process control, Mirsens 4 – International workshop on opportunities and challenges in mid-infrared laser-based gas sensing, 15-17 May 2017, Wrocław, Poland
7. P. Kluczynski K. Siembab, J. Derezynski, M. Straszewski, S. Tomczyk, J. Peziak, D. Luczak, Multi-component tunable laser analyzers for process control, ISA Analysis Division Symposium, 22-26 April 2017, Pasadena, USA
8. K. Urbański, Visual Feedback for Control using Haar-Like Classifier to Identify the Quadcopter Position, The 23rd International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics, 2018.
9. K. Urbański, Control of the Quadcopter Position Using Visual Feedback, The 18th International Conference on Mechatronics – Mechatronika, 2018.



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	60	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwium, wykonanie zadań projektowych) <sup>1</sup>	30	1,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności