



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Systemy teleoperacyjne

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy sterowania i robotyki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2 / 3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

0

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

30

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Wojciech Kowalczyk

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: Wojciech.Kowalczyk@put.poznan.pl

tel. 61 6652043

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul.Piotrowo 3, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Wiedza: Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu automatyki, robotyki i informatyki.

Umiejętności: Powinien posiadać umiejętność programowania w języku wysokiego poziomu i rozumienia kodu źródłowego utworzonego przez innego programistę a także umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien znać metody modelowania robotów mobilnych oraz zagadnienia związane ze sterowaniem takim robotem. Powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu sensoryki. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji / mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.



Kompetencje Społeczne: Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi posiadać takie cechy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność i kultura osobista.

### Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy w dziedzinie systemów teleoperacyjnych. 1. Przegląd protokołów komunikacyjnych przydatnych z punktu widzenia zadania teleoperacji. Rozwiązania w zakresie interfejsu użytkownika, stosowane efektory, metody sterowania, metody kompensacji opóźnień.
2. Rozwinięcie u studentów umiejętności projektowania i implementacji systemu teleoperacyjnego.
3. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy w zespole na różnych etapach realizacji projektu ? od analizy założeń po implementację i testy.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. ma specjalistyczną wiedzę w zakresie systemów rozproszonych oraz technik sieciowych. - [K2\_W3]
2. ma rozszerzoną wiedzę z zakresu modelowania systemów liniowych i nieliniowych, - [K2\_W5]
3. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę w zakresie projektowania systemów sterowania - [K2\_W7]
4. ma poszerzoną wiedzę w ramach wybranych obszarów robotyki, w szczególności w zakresie teleoperacji, komunikacji, interakcji człowiek-system i system-środowisko - [K2\_W10]

#### Umiejętności

1. potrafi przeprowadzić symulację i analizę działania złożonych systemów automatyki - [K2\_U9]
2. potrafi wykorzystywać modele systemów i procesów do celów analizy i projektowania układów automatyki i robotyki - [K2\_U10]
3. potrafi zintegrować i zaprogramować specjalizowane systemy zrobotyzowane, - [K2\_U12]
4. potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań obejmujących projektowanie układów automatyki i robotyki dostrzegać ich aspekty pozatechniczne, w tym środowiskowe i ekonomiczne - [K2\_U14]
5. potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie automatyki i robotyki (technik i technologii) - [K2\_U16]
6. potrafi zaprojektować i zrealizować złożone urządzenie, obiekt lub system uwzględniając aspekty pozatechniczne - [K2\_U23]

#### Kompetencje społeczne

1. posiada świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się



zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania, potrafi wyznaczać cele i określać priorytety prowadzące do realizacji zadania - [K2\_K3]

2. 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 odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie projektu:

na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań,

Ocena podsumowująca:

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

i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym, w ramach którego student odpowiada na 5 pytań wybranych z 50 udostępnionych wcześniej studentom oraz jedno pytanie wymagające analizy problemu. Maksymalna liczba punktów z egzaminu to 30, by otrzymać ocenę dostateczną student musi uzyskać min. 15pkt.

ii. omówienie wyników egzaminu,

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

i. ocenę realizacji prac projektowych oraz umiejętności związanych z jego realizacją,

ii. ocenę umiejętności pracy w zespole,

iii. ocenę i 'obronę' przez studenta sprawozdania z realizacji projektu (sprawozdanie opisuje zrealizowane prace w zakresie analizy, projektu i implementacji oraz testy),

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

i. omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,

ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,

iii. umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadania szczegółowe,



iv. wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego.

### Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

Podstawowe zagadnienia: teleoperacja, struktura systemu dla zadania teleoperacji, zdalne sterowanie, teleobecność, wirtualna teleobecność, telemanipulacja, interfejs człowiek-maszyna. Robot teleoperowany a robot autonomiczny. Zastosowania w kosmosie, militarne, telemedycyna, mikrochirurgia; zadania niebezpieczne i inspekcyjne. Ustrukturyzowane i nieustrukturyzowane środowisko, koordynacja ręka-oko, świadomość sytuacyjna, filtrowanie zagrożeń i zakłóceń, kwestie ekonomiczne zastosowania systemów teleoperacyjnych.

Zagadnienie opóźnień w systemach teleoperacyjnych, przyczyny opóźnień, ich wpływ na percepcję operatora. Energia w systemach mobilnych. Teleoperacja w pętli zamkniętej, teleoperacja skoordynowana, nadzór operatorski.

Komunikacja przewodowa i bezprzewodowa, protokoły sieciowe, ich wady i zalety z punktu widzenia zastosowań w teleoperacji; komunikacja oparta na połączeniach i bezpołączeniowa; właściwości różnych metod komunikacji ze względu na mobilność, energoszczędność, zasięg, wymaganą przepustowość.

Proste i złożone interfejsy użytkownika, wykorzystanie zmysłów operatora, ilość i precyzja informacji dostarczanych przez zmysły, rozpoznawanie obiektów przez dotyk, odwzorowanie ruchu dłoni, odwzorowanie dotyku dłoni. Konsole operatorskie, śledzenie ruchów głowy, śledzenie ruchów oka, dotyk, informacje kinestetyczne. Stosowane czujniki. Mono i stereowizja w teleoperacji: architektura rozwiązań, łącza sieciowe, protokoły, uzyskiwane rozdzielczości, komfort widzenia, teleobecność. Wykorzystanie rzeczywistości wirtualnej (VR), i rzeczywistości rozszerzonej (AR); wzmacnianie przekazu, predykcja.

Przegląd metod sterowania. Sterowanie bilateralne, stabilność, inercja i tłumienie, śledzenie, sztywność, dryf. Metody force reflection, position error, shared compliance control, passive force reflection, metody predykcyjne. Porównanie właściwości metod sterowania. Teleoperacja z lokalnym, autonomicznym unikaniem kolizji.



Zajęcia projektowe prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych spotkań, odbywających się w laboratorium. Projekty realizowane są w 2-osobowych zespołach studentów. W ramach projektu studenci poznają takie zagadnienia jak: wykorzystanie protokołów komunikacyjnych do wymiany informacji między konsolą operatorską a robotem, projektują ramki danych. Implementacja komunikacji. Dekompozycja zadania na funkcjonalności realizowane przez różne elementy systemu. Implementacja zaprojektowanych komponentów systemu teleoperacyjnego.

### Metody dydaktyczne

1. wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy.
2. zajęcia projektowe: praca w zespole, warsztaty, dyskusja, wykonywanie eksperymentów.

### Literatura

Podstawowa

1. Handbook of Robotics, B. Siciliano, O. Khatib,(Eds.) Springer, 2008.

Uzupełniająca

1. Biblia TCP/IP tomy 1-3, R. Stevens, Wyd. RM, 1998.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	30	1,0

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