**Nazwa przedmiotu:**

Inteligentne systemy robotyczne

**Koordynator przedmiotu:**

Cezary Zieliński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Automatyka i Robotyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

ISR

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Udział w wykładach: 15 x 2 godz. = 30 godz.
Wykonywanie projektu: 15 x 1 godz. = 15 godz.
Praca własna: 45 godz.
Udział w konsultacjach: 5 godz.
Łączny nakład pracy studenta: 95 godz., co odpowiada 4 ECTS

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

WR

**Limit liczby studentów:**

60

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie z zaawansowanymi problemami planowania działań, programowania i sterowania autonomicznych robotów. Wykład składa się z dwóch części. W pierwszej części omawiane są metody konstruowania oprogramowania sterującego tego typu robotami oraz ogólne metody programowania robotów. Omawiane są zarówno specjalizowane języki programowania robotów jak i programowe struktury ramowe (biblioteki modułów programowych wraz ze wzorcem ich użycia). Przedstawiana jest metodyka projektowania układów sterowania robotów wykorzystująca podejście wieloagentowe. Każdy agent składa się z podsystemu sterowania oraz wirtualnych efektorów, oddziałujących na silniki i siłowniki, oraz receptorów wirtualnych realizujących percepcję z wykorzystaniem czujników. Pojedyncze zachowanie każdego z wymienionych podsystemów opisywane jest wzorcem zachowania sparametryzowanego funkcją przejścia oraz warunkiem końcowym. Wybór zachowania dokonywany jest na podstawie warunku początkowego. Warunki początkowe etykietują łuki grafu, którego węzły reprezentują zachowania. W ten sposób działanie każdego podsystemu opisywane jest jako działanie automatu skończonego. Poszczególne podsystemy porozumiewają się ze sobą poprzez bufory komunikacyjne. Ich zawartość oraz zawartość pamięci wewnętrznej tworzą argumenty wspomnianych funkcji przejścia oraz warunków początkowych i końcowych. Ten sposób specyfikacji układu sterowania zostanie zaprezentowany dla systemów: reaktywnych, rozmytych, deliberatywnych oraz niedeterministycznych. Poruszane są także zagadnienia związane z implementacją takich systemów.W drugiej części wykładu są omawiane zagadnienia związane z autonomiczną nawigacją robotów. Omawiane są wybrane metody lokalizacji robota mobilnego przy założeniu znajomości map otoczenia, budowy map na podstawie danych pomiarowych z różnych czujników przy złożeniu znajomości pozycji robota oraz jednoczesnej lokalizacji i budowy mapy. Przedstawiane są główne podejścia zakładające niepewność danych pomiarowych - wykorzystujące modele i metody probabilistyczne oraz stochastyczne. Formułowane są probabilistyczne modele ruchu robota oraz modele obserwacji. Omawiane jest zastosowanie algorytmów filtru Bayesa, w tym rozszerzonego filtru Kalmana i filtrów cząsteczkowych, w zadaniu jednoczesnej lokalizacji i budowy mapy. W dalszej kolejności są omawiane metody planowania ścieżek ruchu oraz unikania kolizji. Przedstawiane są wybrane metody planowania ścieżek polegające na przeszukiwaniu dyskretnej i ciągłej przestrzeni stanu, w tym metody probabilistycznych map drogowych, sztucznych pól potencjału, diagramu Woronoja, grafu widoczności.

**Treści kształcenia:**

1. Struktura robota: efektory, receptory, układ sterowania, zadania robotów, ontologie; Metody programowania robotów ogólne wprowadzenie; metody off-line, on-line i hybrydowe.

2. Specjalizowane języki programowania robotów. Języki programowania robotów przemysłowych. Języki programowania robotów usługowych i terenowych różnych poziomów ontologicznych.

3. Programowe struktury ramowe. Przegląd zagadnień i struktur tego typu. Sposoby przetwarzania programowych struktur ramowych i języków programowania. Formalizacja specyfikacji oprogramowania sterującego. Powtórne użycie oprogramowania tego typu.

4. Systemy wieloagentowe. Struktura agenta upostaciowionego; dekompozycja na efektory rzeczywiste i wirtualne, receptory rzeczywiste i wirtualne oraz podsystem sterowania; formalizacja opisu działania podsystemów agenta za pomocą funkcji przejścia i warunków końcowych.

5. Systemy reaktywne. Agenty współdziałające i agenty rywalizujące, implementacja. Systemy rozmyte. Zbiory rozmyte, wykorzystanie do sterowania agentów upostaciowionych. Agenty deterministyczne i niedeterministyczne.

6. Definicja zachowania oraz sterujący automat skończony.

7. Ogólna metoda projektowania układów sterowania robotami. Przykład współdziałających autonomicznych agentów (zbiorowe pchanie pudła do celu).

8. Przykład agenta obdarzonego wzrokiem (serwomechanizm wizyjny z przełączanymi kamerami).

9. Nawigacja - podstawowe pojęcia matematyczne. Prawdopodobieństwo warunkowe, reguła Bayesa, zmienne losowe, procesy Markowa.

10. Zadanie nawigacji robota mobilnego. Sformułowanie problemów: lokalizacji robota, budowy mapy otoczenia, jednoczesnej lokalizacji i budowy mapy oraz planowania ścieżki ruchu.

11. Probabilstyczne modele ruchu (akcji) robota i modele obserwacji (czujnika). Modele ruchu robota - odometryczny i bazujący na prędkościach. Modele obserwacji - modele bazujące na wiązce i skanie.

12. Lokalizacja robota. Ogólny algorytm filtru Bayesa. Implementacje filtru Bayesa. Dyskretny filtr Kalmana. Rozszerzony filtr Kalmana. Filtr cząsteczkowy - algorytm Monte Carlo.

13. Budowa mapy otoczenia. Mapy metryczne, topologiczne, hybrydowe, semantyczne. Metody i algorytmy tworzenia map środowiska.

14. Jednoczesna lokalizacja i budowa mapy (Simultaneous Localisation and Mapping - SLAM). Sformułowanie zadania SLAM. Klasyfikacja zadań SLAM. Rozszerzony filtr Kalmana w zadaniu SLAM (EKF-SLAM). Algorytm FastSLAM.

15. Planowanie ruchu robota i unikanie kolizji. Sformułowanie problemu planowania. Metody i algorytmy planowania ścieżki ruchu: metody geometryczne i topologiczne.

**Metody oceny:**

egzamin, projekt

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

 W. Szynkiewicz: Nawigacja robotów autonomicznych,. rozszerzony konspekt wykładu (dostępny na stronie internetowej przedmiotu).
 C.Zieliński, W.Szynkiewicz: System MRROC++ dla robota IRp-6. Raport IAiIS, Warszawa, 1999.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ISR\_W01 :**

Wiedza z zakresu kluczowych zagadnień z zakresu robotyki

Weryfikacja:

Egzamin, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_WG.o, I.P7S\_WG

**Charakterystyka ISR\_W02:**

Wiedza z zakresu podstawowych metod i technik stosowanych przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu robotyki

Weryfikacja:

Egzamin, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ISR\_U01 :**

Umiejętność pozyskiwania informacje z literatury oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim a ponadto umiejętność integrowania informacji, dokonywania ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągania wniosków oraz formułowania i uzasadniania opinii

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK

**Charakterystyka ISR\_U02:**

Umiejętność porozumiewania się przy użyciu różnych technik w środowisku
zawodowym

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK

**Charakterystyka ISR\_U03:**

Umiejętność określania kierunków dalszego uczenia się i realizacji procesu
Samokształcenia

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UU

**Charakterystyka ISR\_U04:**

Umiejętność integracji wiedzy z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych,
właściwych dla robotyki oraz stosowania podejścia systemowego

Weryfikacja:

Egzamin, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka ISR\_U05:**

Umiejętność zaprojektowania złożonego urządzenie lub systemu w zakresie robotyki, oraz realizacji tego projektu – co najmniej w części przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi

Weryfikacja:

Egzamin, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, I.P7S\_UO, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka ISR\_K01 :**

potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KO