

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Декан факультету комп'ютерних
інформаційних технологій



Ігор ЯКИМЕНКО

2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор з
науково-педагогічної роботи



Віктор ОСТРОВЕРХОВ

2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Інтелектуальні робототехнічні системи»

ступінь вищої освіти – бакалавр

галузь знань – 12 “Інформаційні технології”

спеціальність – 122 „Комп’ютерні науки”

освітньо-професійна програма – „Штучний інтелект”

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ І УПРАВЛІННЯ

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні заняття (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Екз. (сем.)
Денна	4	8	40	40	5	10	55	150	8

Тернопіль – ЗУНУ
2024

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Штучний інтелект» підготовки бакалавра галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки», затвердженої Вченою Радою ЗУНУ (протокол №9 від 26.05.2021 р.).

Робочу програму складено доцентом кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, к.т.н. Василем КОВАЛЕМ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, протокол №1 від 27 серпня 2024 р.

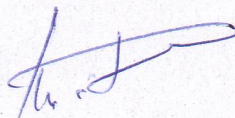
В.о. завідувача кафедри,
канд. техн. наук, доцент



Надія ВАСИЛЬКІВ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Комп'ютерні науки», протокол №1 від 30 серпня 2024 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності,
д-р техн. наук, професор



Мирослав КОМАР

Гарант освітньо-професійної
програми "Штучний інтелект",
канд. техн. наук, доцент



Василь КОВАЛЬ

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ "ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ"

1. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ "Інтелектуальні робототехнічні системи"

Дисципліна «Інтелектуальні робототехнічні системи»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 12 “Інформаційні технології”	Статус дисципліни: обов’язкова дисципліна циклу професійної підготовки Мова навчання: Українська
Кількість залікових модулів – 5	Спеціальність – 122 «Комп’ютерні науки»	Рік підготовки: 4 Семестр: 8
Кількість змістових модулів – 4	Освітньо- професійна програма «Штучний інтелект»	Лекції: 40 год. Лабораторні заняття: 40 год.
Загальна кількість годин – 150	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: 55 год. Тренінг: 10 год. Індивідуальна робота: 5 год
Тижневих годин – 19, з них аудиторних – 10 год.		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ "ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ"

2.1. Мета вивчення дисципліни

Мета викладання даної дисципліни – сформувати систему знань студентів в області робототехнічних систем на базі яких дипломований фахівець зможе забезпечувати розробку, застосування і експлуатацію таких системи на виробництві. В дисципліні основний акцент робиться на розумінні

фундаментальних концепцій і механізмів які лежать в основі функціонування інтелектуальних робототехнічних систем.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

В дисципліні основна увага приділяється задачам керування мобільними роботами та їх інтелектуальною взаємодією із неструктурованим середовищем. Основні теми включають: навігацію і керування, побудову карту середовища та локалізацію, сенсорику, системи технічного зору.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

СК19. Здатність застосовувати сучасні підходи та методи до проектування та розробки систем роботизації, володіти спеціальними програмно-апаратними засобами.

СК20. Здатність використання фундаментальних концепцій штучного інтелекту для обробки та аналізу даних, що отримуються та застосовуються компонентами робототехнічних систем.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни.

Для засвоєння даної дисципліни студентам необхідні знання і навички, отримані за результатами вивчення дисциплін “Проектування інформаційних та програмних систем”, “Методи та системи штучного інтелекту”.

2.5. Результати навчання.

ПР20. Розуміти концепції, принципи і основні алгоритми функціонування інтелектуальних робототехнічних систем, володіти програмно-апаратними засобами їх розробки.

ПР21. Використовувати методи та інструментальні засоби штучного інтелекту при створенні, адаптуванні чи налаштуванні характеристик інтелектуальних робототехнічних систем.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Тема 1. Лекція 1. Вступ в інтелектуальні робототехнічні системи.

Зміст і структура дисципліни. Умови розвитку та еволюція робототехнічних систем. Сучасний стан робототехніки та її розвиток в Україні.

Тема 2. Лекція 2. Загальні відомості про робототехнічні комплекси.

Основні поняття і визначення. Структура робота. Покоління роботів. Класифікація роботів.

Тема 3. Архітектура та система керування робототехнічними системами.

Лекція 3. Архітектура робототехнічних систем. Основні робототехнічні платформи. Базові концепції робототехніки та сенсорики, їх архітектура.

Лекція 4. Основи сенсорики систем керування робототехнічними системами. Моделі сенсорів. Моделі представлення середовища. Алгоритми адаптивного та інтелектуального управління.

Тема 4. Кінематика маніпуляційних систем роботів.

Лекція 5. Базові концепції маніпуляторів роботів. Загальна характеристика. Узагальнена схема маніпулятора. Робочі органи та складові частини маніпуляторів.

Тема 5. Приводи робототехнічних комплексів.

Лекція 6. Класифікація та основні характеристики приводів. Загальна характеристика приводів роботів. Класифікація основних видів приводів робототехнічних комплексів. Концепції вибору приводів та їх застосування.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ОСНОВИ КЕРУВАННЯ ТА ДИНАМІКИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Тема 6. Навігація мобільних роботів.

Лекція 7. Поняття карти мобільних роботів. Поняття карт середовища мобільних роботів. Локальні та глобальні карти середовища, їх особливості. Основні технології та алгоритми побудови карти середовища робота.

Лекція 8. Основи навігації та маневрування роботів. Основні принципи навігації та планування руху. Способи поведінки мобільних роботів, та основні алгоритми планування руху в різних середовищах.

Тема 7. Засоби локалізації в робототехнічних системах.

Лекція 9. Поняття локалізації роботів. Основні відомості локалізації. Алгоритм керування робототехнічною системою. Основні характеристики.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ЗАСОБИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.

Тема 8. Системи технічного зору.

Лекція 10. Засоби формування відеозображень. Засоби отримання відеозображень. Створення сприятливих умов середовища для формування відеозображення. Системи освітлення робочої сцени робота.

Лекція 11. Опис і аналіз відеозображень та основи стерео. Калібрування систем технічного зору. Засоби опису, обробки та аналізу відеозображень. Розпізнавання образів. Основи стереобачення.

Лекція 12. Розпізнавання об'єктів та навігація: Застосування комп'ютерного зору для визначення об'єктів і побудови траєкторій руху роботів.

Тема 9. Програмування руху робота.

Лекція 13. Навчання робототехнічних систем. Ручне навчання. Навчання супроводом. Самонавчання.

Лекція 14. Когнітивна робототехніка: Взаємодія людей і роботів у виробничих процесах та в побуті.

Лекція 15. Розподілені системи роботів (ройова робототехніка): Координація груп роботів для виконання спільних завдань.

Тема 10. Архітектура інтелектуальних засобів робота

Лекція 16. Програмно-апаратна інтеграція. Програмно-апаратна архітектура та їх інтеграція. Засоби інтерфейсів з робототехнічною системою. Система розпізнавання та мовного сприйняття. Мульти-роботні систем.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Тема 11. Застосування робототехнічних систем.

Лекція 17. Реалізація робототехнічних систем. Роботизовані технологічні системи. Роботизовані технологічні процеси. Допоміжне обладнання роботизованих технологічних систем.

Лекція 18. Огляд робототехнічних проектів. Робототехніка як IoT. Робототехнічні проекти у промисловості. Робототехніка для будинку. Робототехніка для побуту. Наукові засади робототехніки.

Лекція 19. Роботи для точного сільського господарства: Створення інтелектуальних систем для аналізу стану ґрунту, збору врожаю та догляду за рослинами.

Тема 12. Юридичні аспекти робототехніки.

Лекція 20. Етичні аспекти застосування роботів: Правові та моральні питання використання роботів у суспільстві.

4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ З ДИСЦИПЛІНИ "ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ"

Денна форма навчання

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лабораторні заняття	Індивідуальна робота	Тренінг	СРС	Контрольні заходи
<i>Змістовий модуль 1 – Основи функціонування робототехнічних систем</i>						
Тема 1. Вступ в інтелектуальні робототехнічні системи.	2	-	1	2		Опитування під час заняття
Тема 2. Загальні відомості про робототехнічні комплекси.	2	-				Опитування під час заняття
Тема 3. Архітектура та система керування робототехнічними системами.	4	4			6	Опитування під час заняття
Тема 4. Кінематика маніпуляційних систем роботів.	2	4			6	Опитування під час заняття
Тема 5. Приводи робототехнічних комплексів.	2	4			3	Опитування під час заняття
<i>Змістовий модуль 2 – Основи керування та динаміки робототехнічних систем</i>						
Тема 6. Навігація мобільних роботів.	4	4	1	2	6	Опитування під час заняття
Тема 7. Засоби локалізації в робототехнічних системах.	2	4			6	Опитування під час заняття
<i>Змістовий модуль 3 – Інтелектуальні засоби робототехнічних систем</i>						
Тема 8. Системи технічного зору.	6	4	1	4	6	Опитування під час заняття
Тема 9. Програмування руху робота.	6	8			6	Опитування під час заняття
Тема 10. Архітектура інтелектуальних засобів робота	2	4			6	Опитування під час заняття
<i>Змістовий модуль 4 – Прикладні аспекти робототехнічних систем</i>						
Тема 11. Застосування робототехнічних систем.	6	4	2	2	6	Опитування під час заняття
Тема 12. Юридичні аспекти робототехніки.	2				4	Опитування під час заняття
Разом	40	40	5	10	55	

5. Тематика лабораторних робіт.

1. Дослідження алгоритмів керування мобільними роботами.
2. Дослідження алгоритмів навігації мобільних роботів.
3. Дослідження алгоритмів переміщення мобільного робота до цілі.
4. Програмування кінематики поведінки робота для реалізації задачі слідування за динамічною ціллю на віртуальному полігоні
5. Калібрування системи відеосприйняття мобільного робота.
6. Вивчення можливостей мікроконтролера Arduino.
7. Вивчення віртуальної лабораторії UnoArduSim.
8. Дослідження протоколу взаємодії клієнтської і серверної частин мобільного робота AmigoBot.
9. Дослідження засобів розпізнавання голосу в робототехнічних системах.
10. Управління квадрокоптером Tello.
11. Моделювання робототехнічних систем у віртуальному середовищі V-REP
12. Програмування мобільного робота AlphasBot2-pi.

6. Самостійна робота.

Самостійна робота студентів з дисципліни «Інтелектуальні робототехнічні системи» передбачає проектну роботу, що охоплює вивчення матеріалів обраної теми, представлення способів розв'язку практичної задачі та програмної реалізації. Виконання самостійної роботи забезпечується у спеціалізованому програмному середовищі Aria або Saphira, яке передбачене для програмування мобільного робота Amigobot від компанії Activmedia. Тема завдання обирається студентом за погодженням із викладачем. Оцінювання робіт проводиться на основі виконання наступних завдань:

1. Вивчення специфікації, технічних характеристик мобільного робота AmigoBot.
2. Детальний опис спеціалізованої теми щодо способів управління мобільним роботом AmigoBot.
3. Побудова схеми алгоритму навігації мобільного робота Amigobot згідно поставленого викладачем завдання.
4. Програмування мобільного робота Amigobot від компанії Activmedia у спеціалізованому середовищі Aria або Saphira.
5. Перенесення та адаптування програмного коду із симулятора Aria/Saphira, на платформу реального робота Amigobot.
6. Оформлення та захист звіту.

7. Тренінг з дисципліни.

Організація тренінгу для студентів з дисципліни "Інтелектуальні робототехнічні системи" представляє ефективний спосіб для практичного засвоєння матеріалу. Мета тренінгу передбачає отримання студентами навичок та знань, що забезпечується виконання наступних завдань:

- 1: Ознайомлення із спеціалізованими середовищами програмування мікроконтролерів Arduino.
- 2: Практична частина. Створення та реалізації Arduino-проєкту:

- виконується у симуляторі Arduino;
- проводиться адаптування програмного коду на апаратній платформі мікроконтролера Atmega 328.

3.Формування звіту та обговорення результатів, проведення оцінювання.

Приклади завдань:

1. Розробити апаратно-програмний засіб Arduino, що дозволяє керувати п'ятьма рівнями швидкості почергового вмикання одного з 7 світлодіодів (біжучої стрічки), з використанням змінного резистора.
2. Розробити апаратно-програмний засіб Arduino, що дозволяє змінювати напрям почергового вмикання одного з 7 світлодіодів (біжучої стрічки), з використанням змінного резистора.
3. Розробити апаратно-програмний засіб Arduino, що дозволяє натисканням кнопки змінювати напрям почергового вмикання одного із 5 світлодіодів (біжучої стрічки).
4. Розробити апаратно-програмний засіб Arduino, що дозволяє змінювати напрям почергового вмикання одного із 5 світлодіодів (біжучої стрічки), з використанням змінного резистора.
5. Реалізуйте Arduino-проект, у якому ефект «біжучої стрічки» забезпечується без команди (delay), а з допомогою (millis).
6. Розробити апаратно-програмний засіб Arduino, у якому змінний резистор змінює кількість послідовно увімкнених світлодіодів (загальна кількість 7 елементів), які працюють за принципом «біжучої стрічки».
7. Розробити апаратно-програмний засіб Arduino, у якому положення регулятора змінного резистора дозволяє увімкнути один із 7 світлодіодів.
8. Реалізуйте Arduino-проект, у якому змінний резистор визначає різний рівень освітленості 5 світлодіодів, які випромінюються із випадковою частотою.
9. Реалізуйте Arduino-проект, у якому імітується світло вогнища на базі 6 світлодіодів із різною яскравістю випромінювання, що задається генератором випадкових чисел, а також для різної частоти включення світлодіодів, що задається змінним резистором.
10. Реалізуйте Arduino-проект, який вимірює вологість та температуру середовища із використанням датчика DHT11. При цьому, натисканням кнопки забезпечується вивід почергово значень температури/вологості у серійний порт.

8. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Інтелектуальні робототехнічні системи» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10 %	10 %	10 %	10 %	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 2	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Оцінювання виконання лабораторних робіт (6 роботи)	- 15 тестових питань	Оцінювання виконання лабораторних робіт (6 роботи)	- 15 тестових питань - одне практичне завдання	Виконання завдань тренінгу (три завдання)	Виконання завдання для самостійної роботи	- два теоретичних питання - одне практичне завдання

Оцінка за «Поточне оцінювання» визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час лабораторних занять. Пропуски лабораторних занять обов'язково відпрацьовуються в години консультацій, в іншому випадку вони вважаються оцінкою «0» та враховуються при визначенні середнього арифметичного. Для здобувачів, які навчаються за індивідуальним графіком, поточне оцінювання проводиться під час консультацій, та шляхом виконання лабораторних робіт та демонстрації їх в системі Moodle.

Модуль «Тренінг» визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час тренінгу.

Модуль «Самостійна робота» оцінюється як середнє арифметичне з двох оцінок, отриманих під час виконання наскрізного проекту: за якість виконаного звіту виконаного завдання та рівень представлення і захисту результатів, відповідно до критеріїв, визначених у розділі 6 «Самостійна робота» цієї робочої програми.

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування
1.	Мобільні роботи: Alphabot, Amigobot, Tello
2.	Апаратні платформи Arduino, RaspberryPi
3.	Цифрова USB відеокамера та аудіо-мікрофон
4.	Програмні симулятори мобільного робота: Mobotsim, V-Rep
5.	Комп'ютери з доступом до мережі Інтернет

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Jason Gu. Communication and Control for Robotic Systems. 1st ed. – Springer, 2022. – 496 pp.
2. Danny Staple. Learn Robotics Programming: Build and control AI-enabled autonomous robots using the Raspberry Pi and Python. / Packt Publishing Ltd. – 2021. - 602 с.
3. Jeff Cicolani. Beginning Robotics with Raspberry Pi and Arduino: Using Python and OpenCV [2 ed.]. - Pflugerville, Texas, USA, 2021. – 455 pp.
4. Andrea Monteriù. Fault-Tolerant Control of Sauro Longhi. - The Institution of Engineering and Technology, Londo, 2020. – 298pp.
5. Robert H. Wortham. Transparency for Robots and Autonomous Systems: Fundamentals, technologies and applications (Control, Robotics and Sensors). – The Institution of Engineering and Technology, 2020. – 240 pp.
6. Matjaž Mihelj. Robotics. Second edition. / Matjaž Mihelj, Tadej Bajd, Aleš Ude, Jadran Lenarčič, Aleš Stanovnik, Marko Munih, Jure Rejc, Sebastjan Šlajpah. – Springer International Publishing AG, 2019. – 260 pp.

7. Matt Timmons-Brown. Learn Robotics With Raspberry Pi: Build and Code Your Own Moving, Sensing, Thinking Robots. - No Starch Press,US, 2019. – 240 pp.
8. The Internet of Things. Internet of Things and the Prelude to Artificial Intelligence. [online] Available at: <http://www.infiniteinformationtechnology.com/the-internet-of-things-prelude-to-artificial-intelligence>

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. DARPA official materials. <http://www.darpa.mil>
2. IGVC official materials. <http://www.igvc.org>