МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА

Кафедра комп'ютерних систем та технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____ Олександр ЗАПОРОЖЧЕНКО
«_____» _____ 20___ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВП11.1 СК 4 НАВІГАЦІЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
Галузь знань: 12 Інформаційні технології
Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки
Освітньо-наукова програма: Комп'ютерні науки

ОНУ
Одеса
2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Навігація робототехнічних систем». – Одеса: 2023. – 17 с.

Розробники:
Шаріпова Ільнара Вільївна, старший викладач кафедри комп'ютерних систем та технологій

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних систем та технологій
Протокол № 1 від «30» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри _____ (Юрій ГУНЧЕНКО)
(підпис)

Погоджено із гарантом ОНП
_____ (Алла КАМЄНЕВА)
(підпис)

Схвалено Навчально-методичною комісією (НМК) факультету математики, фізики та інформаційних технологій
Протокол № 1 від «31» серпня 2023 р.

Голова НМК _____ (Алла РАЧИНСЬКА)
(підпис)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та технологій

Протокол № ___ від «____» _____ 20 __ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та технологій
Протокол № ___ від «____» _____ 20 __ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Очна (денна, вечірня) форма навчання
Загальна кількість: кредитів –4 годин – 120 змістових модулів – 2	Галузь знань 12 Інформаційні технології Спеціальність 122 Комп'ютерні науки Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	*Вибіркова*
		Рік підготовки:
		3-й
		Семестр
		6-й
		Лекції
		36 год.
		Практичні, семінарські
		0
		Лабораторні
		18 год.
		Самостійна робота
		66 год.
		Форма підсумкового контролю залік

2.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни **«Навігація робототехнічних систем»** є формування системи знань студентів в області робототехнічних систем на базі яких дипломований фахівець зможе приймати участь у розробці, застосуванні за призначенням і експлуатації таких систем різного функціонального призначення в зацікавлених установах та виробництв усіх форм власності. В дисципліні основний акцент робиться на розумінні фундаментальних концепцій і знанні функціональних складових елементів, які лежать в основі інтелектуальних робототехнічних систем.

Дисципліна **«Навігація робототехнічних систем»** є вибірковою дисципліною для підготовки здобувачів по спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Головний напрямок дисципліни є вивчення сучасних і перспективних принципів, методів та технологій пошуку і обробки інформації в різноманітних прикладних галузях наукових досліджень.

Дисципліна пов’язана з технічною складовою сучасних систем інформаційних технологій саме: інтелектуальних систем збору та обробки наукових даних, комп’ютерних систем прогнозування, експертних систем, Інтернет ресурсів; надання базових знань щодо сучасних методів статичного аналізу даних, характеристик і функціональних можливостей баз даних, спеціалізованих програмних пакетів.

Завдання:

– ознайомити здобувачів першого рівня вищої освіти з оптимізацією складових технологій пошуку і обробки інформації відповідно до прикладної галузі;

– підготовка здобувачів до самостійної наукової діяльності на основі вибору оптимальних рішень на етапах процесу пошуку і обробки інформації в прикладних галузях досліджень;

– сформувати в здобувачів навичок вивчення робочої електронної документації, специфічних інструментів і програмних засобів, що дозволяють обирати електронні сервіси пошуку і обробки інформації.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей.**

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях**.**

СК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого,

об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен **знати:**

- раціональні шляхи розв'язання поставлених задач, застосовувати сучасний математичний апарат та комп'ютерні технології;
- основні принципи програмування, засоби сучасних мов програмування;
- теоретичних основ проектування маніпуляторів та мобільних роботів;
- принципів застосування сенсорів для сприйняття навколишнього середовища та оцінки внутрішнього стану роботизованих систем, що забезпечують можливість орієнтації роботів у просторі;
- принципів роботи алгоритмів комп'ютерного зору;
- принципів роботи автономних систем навігації;
- сутність алгоритмів SLAM;
- принципів побудови карти навколишнього середовища;
- використовувати бібліотеки комп'ютерного зору, застосовувати методи комп'ютерного зору в середовищі інтелектуальної програмної системи або служби.

вміти:

- систематизувати інформацію о методах пошуку даних у наукових базах;
- обробляти отримані результати, аналізувати, осмислювати та подавати їх, обґрунтовувати запропоновані рішення на сучасному науково-технічному рівні;
- застосовувати стандарти, профілі, специфікації комп'ютерних систем та мереж, що визначають функціональні можливості, динаміку поведінки, протоколи взаємодії та інші характеристики систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій;
- розраховувати надійність комп'ютерних систем та мереж, розробляти і використовувати контролюючі і діагностуючі тести.

Що забезпечує наступні програмні результати навчання:

- ПР14. Володіти навичками представлення здобутків української нації та держави, а також власних професійних (технічних, алгоритмічних, програмних) рішень (рішень команди розробників) під час

супроводження продуктів галузі на етапах життєвого циклу в спілкуванні з колегами різних наукових та професійних шкіл.

3. Зміст навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.
НАВІГАЦІЯ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ

Тема 1.Поняття, передумови виникнення роботів. Властивості роботів. Класифікація роботів. Застосування роботів у різних галузях. Компоненти промислового робота**.**

Тема 2. Класифікація роботів. Застосування роботів у різних галузях. Компоненти промислового робота.

Тема 3.**Автоматизація**. Типи маніпуляторів. Ступені свободи

Тема 4. Кінематичний аналіз та синтез. Основні поняття теорії механізмів. Кінематична діаграма.

Тема 5. **4-стрижневий механізм**. Критерій Грашофа. Кінематика маніпулятора. Матриця повороту. Гомогенне перетворення.

Тема 6. Кінематика мобільного робота. Типи колес. Вибір колес для мобільного робота. Диференціал. Маневреність мобільного робота. Ступінь мобільності. Ступінь керованості. Матриця повороту колісної бази.

Тема 7. **Сенсори роботів.** Класифікація сенсорів. Характеристики сенсорів.

Тема 8. Застосування сенсорів в робототехніці. Машинний (технічний) зір. Комп’ютерний зір. Алгоритми комп’ютерного зору. Проблеми, які вирішує комп’ютерний зір.

Тема 9. Цифрове зображення. Піксель. Кольорові моделі. Характеристики відео. Можливості OpenCV. Операції з зображеннями в OpenCV (сегментація, порогове значення, визначення границь).

Тема 10. БПЛА. Системи координат БПЛА. Матриця повороту. Сили, що

діють на БПЛА в польоті. Механіка польоту БПЛА.

Тема 11. Автопілот. Задача навігації. Інерціальна система навігації. Архітектура Безплатформеної Інерціальної Навігаційної Системи (БІНС). Помилки інерціальних навігаційних систем. Супутникова система навігації. GPS.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.
СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ

Тема 12. Системи навігації з використанням технічного зору. Задача про 3 точки перспективи. Система навігації з використанням реперних маркерів.

Тема 13. Засоби локалізації в робототехнічних системах. Поняття карти мобільних роботів. Поняття локалізації роботів. Основні відомості локалізації. Алгоритм керування робототехнічною системою. Основні характеристики алгоритму.

Тема 14. Локальна навігація мобільних роботів. Використання засобів одометрії на прикладі мобільного робота, шляхи переміщення. Траєкторії переміщення робототехнічних пристроїв

Тема 15. Огляд сучасних алгоритмів визначення поточного значення координат та визначення можливості їх реалізації навігаційної системою робота. Основні принципи навігації та планування руху. Основні технології та алгоритми побудови карти середовища робота. SLAM – методи**.**

Тема 16. Методи планування шляху для мобільних роботів. Методи клітинної декомпозиції. Методи штучного потенційного поля. Вибіркові методи. Методи, які використовують мережу проміжних задач.

Тема 17.Аналіз побудови локальної карти середовища мобільного робота. Способи пересування роботів, кінематика мобільних роботів, програмний рух мобільного робота.

Тема 18. Кореляційно-екстремальні навігаційні системи. Концепція SLAM. Алгоритм роботи SLAM на основі частинок. Графовий алгоритм SLAM.Сфери застосування.

4. Структура навчальної дисципліни «Навігація робототехнічних систем»

Назви тем	Кількість годин				
	Очна (дена, вечерня) форма				
	Усього	у тому числі			
		л	п/с	лаб	ср
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Навігація мобільних роботів					
Тема 1.Поняття, передумови виникнення роботів	6	2	-	-	4
Тема 2. Класифікація роботів	8	2	-	2	4
Тема 3.Автоматизація	6	2	-	-	4
Тема 4. Кінематичний аналіз та синтез	6	2	-	-	4
Тема 5. 4-стрижневий механізм	6	2	-	-	4
Тема 6. Кінематика мобільного робота	6	2	-	-	4
Тема 7. Сенсори роботів	8	2	-	2	4
Тема 8. Застосування сенсорів в робототехніці	8	2	-	2	4
Тема 9. Цифрове зображення	8	2	-	2	4
Тема 10. БПЛА	6	2	-	-	4
Тема 11. Автопілот	6	2	-	-	4
Разом за змістовим модулем 1	**74**	**22**	**-**	**8**	**44**
Змістовий модуль 2. Системи навігації технічного зору					
Тема 12. Системи навігації з використанням технічного зору	6	2	-	-	4
Тема 13. Засоби локалізації в робото-технічних системах	7	2	-	2	3
Тема 14. Локальна навігація мобільних роботів	7	2	-	2	3
Тема 15. Огляд сучасних алгоритмів визначення поточного значення координат та визначення можливості їх реалізації навігаційної системою робота	5	2	-	-	3
Тема 16. Методи планування шляху для мобільних роботів	7	2	-	2	3
Тема 17.Аналіз побудови локальної карти середовища мобільного робота	7	2	-	2	3
Тема 18. Кореляційно-екстремальні навігаційні системи	7	2	-	2	3
Разом за змістовим модулем 2	**46**	**14**	**-**	**10**	**22**
Усього годин	**120**	**36**	**-**	**18**	**66**

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом

6. Теми практичних занять

Практичні роботи не передбачені навчальним планом

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основи ROS (Robot Operating System). Історія та еволюція ROS. Архітектура ROS. Коммунікація в системі ROS. Встановлення ROS	2
2	Структура програм ROS. Конфігурування ROS. Структура папок ROS.	2
3	ROS. Конфігурування ROS. Структура проекту ROS. Catkin Workspace.	2
4	Дослідження алгоритмів навігації мобільних роботів.	2
5	Симуляція роботи далекоміра в Gazebo. Візуалізація в RVIZ	2
6	Побудова карти навколишнього простору	2
7	Реалізація оцінки зображень за ступеню насиченості	2
8	Побудова світу з лабіринтом. Адаптація launch файлів робота Turtlebot. Побудова карти навколишнього простору	2
9	Побудова оптимального маршруту виходу Turtlebot з лабіринту. Автономна навігація	2
	Разом	**18**

8. Самостійна робота

№ з/п 1	Назва теми/ види завдань 2	Кількість годин 3
1	Класифікація датчиків робота. Траєкторія руху для двох обертових з'єднань. Ознайомитись з датчиками роботів.	6
2	Графічне зображення положення, швидкості та прискорення. Загальний розв’язок побудови траєкторії типу 4-3-4.	6
3	Критерій Грублера-Куртцбаха для обчислення мобільності (DOF) планарного механізму.4-стрижневий механізм. Критерій Грашофа. Кінематика маніпулятора. Матриця повороту. Гомогенне перетворення. Параметри Денавіт-Хартенберга.	6
4	Принципи перетворення зображення у системах технічного зору в бінарних та півтонових зображеннях. Області використання цифрової обробки зображень. Реєстрація зображень. Дискретизація та квантування зображення. Лінійне контрастування зображення	6
5	Цифрове зображення. Кольорові моделі. Характеристики відео. Можливості OpenCV. Операції з зображеннями в OpenCV (сегментація, порогове значення, визначення границь).	8
6	Загальна інформаційна модель функціонування робота та її характеристики. Структура програм Prolog: предикати, структури та списки, процедури рекурсії та об'єднання.	8
7	Евристичний та оптимальний підходи. Алгоритми уникання перешкод. Гістограма векторного поля.	8

8	Опис структури робота. URDF (Universal Robot Description Format). Оптимізація URDF за допомогою XACRO. Створення файлів launch. Створення мобільного робота з примітивів.	8
	Разом	**66**

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи:

1. Структура – короткі повідомлення оформлюються на папері (2-3 сторінки) або у вигляді короткої презентації із використанням застосунків для створення презентацій. Друкований текст –14 кегль, інтервал 1,5, Times New Roman. Вимогою до презентації є яскравість, інформативність, презентабельність (5-7 слайдів для короткого повідомлення). Усі матеріали мають супроводжуватись переліком використаних інформаційних джерел.

2. Критерії для оцінювання: – своєчасність виконання; – доброчесність та коректність у представлені текстів, презентацій та посилань (у разі доведеного плагіату бали за роботу анулюються); – повнота, грамотність і коректність розкриття основних положень; – творчий підхід до постановки і реалізації завдання; – відповідність формальним критеріям (структура, послідовність, логічність, мовна грамотність, якість оформлення тощо). – вміння застосовувати теоретичні знання для рішення практичних завдань.

9. Методи навчання

1. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності: а) за джерелом інформації – словесні (пояснення, розповідь, бесіда), наочні (спостереження, демонстрація), практичні (моделювання). б) за логікою передачі і сприймання навчальної інформації (індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні); в) за ступенем самостійності мислення (репродуктивні, пошукові, дослідницькі); г) за ступенем керування навчальною діяльністю (під керівництвом викладача, самостійна робота студентів).

2. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності: навчальні дискусії, створення ситуації пізнавальної новизни, інтерактивні вправи та завдання. Форми організації: лекція (традиційна, бінарна («у двох»), проблемна, лекція-диспут) із застосуванням інформаційно-комунікативних технологій (презентації),

практичні заняття із розробки та апробації інформаційних технологій викладання дисципліни за фахом, самостійна робота. Методи навчання: лекція, навчальна дискусія, бесіда, інструктаж, мікровикладання, інтерактивні, проблемно-пошукові методи, навчальне проєктування, підготовка проєкту та його захист, розв'язання ситуаційних задач, створення ситуації пізнавальної новизни, евристична бесіда, демонстрація, ілюстрація, підготовка доповідей і презентацій, написання есе, виступи з доповідями, розв'язання педагогічних ситуацій, самостійна робота з іншомовними науковими та науково-методичними джерелами, з нормативними документами.

10. Форми контролю та методи оцінювання

Поточний та підсумковий контроль здійснюється в результаті оцінювання виконання самостійної роботи, виконання практичних вправ та захисту індивідуального завдання.

Поточний контроль: опитування, написання міні-доповідей, виступи з презентаціями, виконання практичних вправ; розв'язання ситуаційних задач, тестові завдання. Форми оцінювання: усне опитування, перевірка розв'язку ситуаційних задач, тестування, оцінювання активності студента у процесі занять, (внесення пропозицій, оригінальних рішень, уточнень, доповнень), оцінювання виступів та презентацій, оцінювання виконання завдань самостійної роботи, оцінювання змісту індивідуального завдання та його захисту, оцінювання аналізу і самоаналізу завдань.

11. Питання для поточного та періодичного контролю

1. Поняття локалізації роботів.
2. Основні відомості локалізації.
3. Основні методи і підходи до вирішення задачі визначення положення об'єкта в просторі.
4. Одночасна локалізація і картографування.
5. Алгоритм керування робототехнічною системою.
6. Основні характеристики алгоритму керування робототехнічною системою.

7. Основні принципи навігації та планування руху.
8. Основні технології та алгоритми побудови карти середовища робота.
9. Класифікація алгоритмів локалізації по розмірності картографуємого простору (основні характеристики, переваги, недоліки).
10. Основні концепції проектування автономних роботизованих систем.
11. Принципи побудови карти навколишнього середовища та системи виявлення та уникання перешкод.
12. Системи навігації з використанням технічного зору. Сутність задачі про точки перспективи.
13. Критерії точності навігації з використанням оптичного потоку.
14. Особливості методів SLAM.
15. Особливості комп’ютерної реалізації методів SLAM.
16. Дослідження алгоритмів навігації мобільних роботів. Основні моменти вибору та селекції значущих точок по маршруту руху.
17. Засоби отримання відеозображень. Створення сприятливих умов середовища для формування відеозображень.
18. Основні типи зображень та їх характеристики.
19. Алгоритми визначення країв у півтонових зображеннях.
20. Алгоритми оброблення зображень у системах технічного зору в бінарних та півтонових зображеннях.
21. Перетворення цифрового зображення.
22. Особливості двовимірного цілочисельного перетворення цифрового зображення.
28. Особливості комп’ютерної реалізації систем комп'ютерного зору.

12. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Поточний та періодичний контроль														Під-сум-ко-вий конт-роль залік	Сума ба-лів
Змістовий модуль 1							Змістовий модуль 2								
Т1	Т2	Т3 Т4	Т5 Т6	Т7 Т8	Т9 Т10 Т11	Лабо-ра-торні роботи	Т12	Т13	Т14	Т15 Т16	Т17	Т18	Лабо-ра-торні роботи	20	100
2	2	2	2	2	2	10	2	2	2	4	4	4	10		

Тестова робота** за змістовим модулем 1 – 15 балів	Тестова робота ** за змістовим модулем 2 – 15 балів		

Розподіл балів за видами навчальної роботи

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1			
Поточний контроль на лекціях	3	11	30
Виконання і захист лабораторних робіт	5	4	20
Усього за змістовим модулем 1			**0 – 50**
Змістовий модуль 2			
Поточний контроль на лекціях	4	7	30
Виконання і захист лабораторних робіт	4	5	20
Усього за змістовим модулем 2			**0 – 50**
Підсумкова сума балів			**0 – 100**

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	**A**	відмінно	зараховано
85-89	**B**	добре	
75-84	**C**		
70-74	**D**	задовільно	
60-69	**E**		
35-59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	**F**	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

При оцінюванні в балах рівня засвоєння матеріалу використовуються загальні критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти:

Оцінка за національною шкалою	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
90-100/ зараховано	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань. Здобувач здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.	глибоко та всебічно розкриває сутність практичних завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує творчі завдання та ініціює нові шляхи їх виконання; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.
75-89 / зараховано	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; при представленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки.	правильно вирішив більшість практичних завдань за зразком; має стійкі навички виконання завдання

60-74 /зараховано	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.	може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання. Правильно вирішив половину практичних завдань. Здобувач має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
35-59 / не зараховано з можливістю повторного складання	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки складно; під час відповіді допускаються суттєві помилки.	недостатньо розкриває сутність практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі практичні завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані уміння та навички.
0-34/ не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

Примітка: максимальна кількість балів за кожною темою вказана в п.12. Форма підсумкового контролю – іспит, виставляється за кількістю балів, набраних в семестрі (згідно зі шкалою оцінювання з п. 12).

13. Навчально-методичне забезпечення

Робоча програма навчальної дисципліни; силабус; навчально-методичні матеріали для лекцій, конспект (тексти, схеми) лекцій; мультимедійні презентації; плани практичних занять; методичні вказівки (рекомендації) щодо самостійного вивчення дисципліни

14. Рекомендована література
Основна

1. Suzuki T. Using fuzzy logic toanalyze superscript and subscript relations in handwritten mathematical expressions // T. Suzuki,S. Aoshima, K. Mori, Y. Suenaga // Eighth International Conference on Pattern Recognition. – 2000. –No. 25. – C. 515-518

2. Верес О. М. Вибір методів для пошуку однакових або схожих зображень / Верес О. М., Кісь Я. П., Кугівчак В. А., Рішняк І. В. //Інформаційні системи та мережі: [зб. наук. пр.] // відп. ред. В.В. Пасічник. – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2018. – С. 43–50
3. Фесенко, О. Д., Бєляков Р. О., Радзівілов Г. Д., Гулій, В. С. (2020). Експериментальний аналіз застосування нейронних мереж для керування траекторією польоту БПЛА. Збірник наукових праць ВІТІ № 1 – 2020. Дата доступу 02.02.2021. http://www.viti.edu.ua/files/zbk/2020/11_1_2020.pdf.
4. Andreev S.M. Методика застосування бібліотек комп'ютерного зору для побудови картографічних моделей // S.M. Andreev, ZhilinV.A., A.S. Topchy // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2018. – Т. 1 (47). – С. 3-7. – doi:https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.1.003.
5. Ковальов Ю.А. Проектування промислових роботів та маніпуляторів // Ю.А. Ковальов, С.О. Кошель, О.П. Манойленко. – Київ: Видавництво "Центр учбової літератури", 2019. – 256 с.
6. Методи та системи штучного інтелекту: навч. посіб. // укл. Д.В. Лубко,С.В. Шаров. – Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. – 264 с.

Додаткова

1. Fendy Santoso, Matt Garratt, Anavatti, S.G. (2018). State-of-the-art intelligent flight control systems in unmanned aerial vehicles. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, Volume: 15, Issue: 2, April 2018, 613-627. https://doi.org/10.1109/TASE.2017.2651109.
2. 10. Jiang, S. Chen, Y. Chen et al. (2018). A MEMS IMU de-noising method using longshort term memory recurrent neural networks (LSTM-RNN). Sensors, vol. 18, no. 10, 3470,2018.View 02.02.2021. https://www.mdpi.com/1424-8220/18/10/3470.
3. В.А. Багінський, І.В. Шаріпова, А.О. Левченко Обґрунтування методики експериментальної оцінки дальності виявлення оптико-електронних засобів спостереження //Проблеми створення, випробовування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем/Збірник наукових праць. ЖВІ НАУ. – 2011.– №4. – С. 148 – 154
4. І.В. Шаріпова, О.С. Зайченко Smoothstriming technology development for changing the direction of video transfer.// Modern engineering and innovative technologies // International periodic scientific journal – Karlsruhe, Germany: – 2019. – №10, part 1. – p. 60-64. DOI: 10.30890/2567-5273
5. А.О. Левченко, І.В. Шаріпова Direct and inverse image conversion for compressing images by a drone computer«International scientific integration '2020» ISI2020_ Published by: «ISE&E» & SWorld in conjunction with KindleDP Seattle, Washington, USA. №4 on November 10, 2020, p.74-78. ISSN 2709-2267 - Series Conference proceedings «Sworld-Us conference proceedings», DOI: 10.30888/2709-2267.2020-4. ISBN 979-8-5776002-6-6
6. Andrii Levchenko, Ilnara Sharipova, Yuriu Shugailo, Yurii Bercov, Korenkova Hanna. Errors of image compression by the UAV computer by different methods in

real time, Monograf. Premier Publishing s.r.o. Vienna, Austria, ISBN 978-3-903197-27-5, DOI https://doi.org/10.29013/GunchenkoY.ISAIT.2021.184
7. Ю.А.Ніцук, І.В. Шаріпова, О.М.Семчак. Шляхи зменшення похибок розрахунків ЕОМ автономного рухомого об'єкта для алгоритмів SLAM навігації // Збірник наукових праць ЖВІ. 2020. –Випуск 18. – С 32-43. ISSN 2076-1546, DOI: 10.46972/2076-1546.2020.18.04
8. A.O. Levchenko, O.M. Semchac Disadvanteges of computer implementation of SLAM-metods of local navigation autonovus mobile objects//SWorld journal // International periodic scientific journal – Sofia, Bulgaria: – 2019. – №2, part 2. – P. 108-115.
9. A.O. Levchenko, O.M. Semchac. Improved method of assessing the technical level of complex technical sistems project and software and hardware complexes // The International Scientific Periodical Journal "Modern engineering and Innovative Technologies" Issue №7, Part 3,March 2019— С. 4-10.
10. Путятін Є.П., Гороховатський В.О., Матат О.О. Методи та алгоритми комп'ютерного зору // Навч. посібник. —Х:СМІТ, 2006. —236 с
11. Вовк С.М., Гнатушенко В.В., Бондаренко М.В. Методи обробки зображень та комп'ютерний зір // Навчальний посібник. — Д. : ЛІРА, 2016. —148 с

15. Електронні інформаційні ресурси

1. http://nbuv.gov.ua/ - Сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського;
2. http://www.dnpb.gov.ua/ - Сайт Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В.О. Сухомлинського;
3. http://onu.edu.ua/- Сайт бібліотеки ОНУ імені 1.1. Мечникова;
4. http://odnb.odessa.ua/ - Сайт Одеської національної наукової бібліотеки;
5.http://korolenko.kharkov.com/ - Сайт Харківської державної наукової бібліотеки імені В.Г. Короленка.