

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
Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій
Святослав ПИТЕЛЬ
“ ” 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-
педагогічної роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ
“ ” 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
з дисципліни
«Методи розпізнавання зображень і комп'ютерний зір»

ступінь вищої освіти – магістр

галузь знань – 12 “Інформаційні технології”

спеціальність – 123 “Комп'ютерна інженерія”

освітньо-професійна програма – „Комп'ютерна інженерія”

Кафедра комп'ютерної інженерії

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практичні (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Залік (сем.)	Екз. (сем.)
Денна	1	2	32	14	5	4	95	150	2	-
Заочна	1	2	8	4	-	-	138	150	2	-

30.08.2024

Тернопіль – ЗУНУ
2024

Робоча програма складена на основі освітньо – професійної програми підготовки магістра галузі знань 12 “Інформаційні технології” спеціальності 123 “Комп’ютерна інженерія”, затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 11 від 26.06.2024 р.).

Робочу програму склав к.т.н., доцент кафедри КІ

Олег ПІЦУН

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп’ютерної інженерії, протокол №1 від 26 серпня 2024 р.

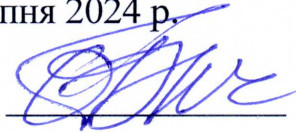
Завідувач кафедри



Леся ДУБЧАК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Комп’ютерна інженерія», протокол №1 від 30 серпня 2024 р.

Голова ГЗС



Олег БЕРЕЗЬКИЙ

Гарант ОП



Григорій МЕЛЬНИК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
" Методи розпізнавання зображень і комп'ютерний зір "
1. Опис дисципліни «Методи розпізнавання зображень і комп'ютерний зір»

Дисципліна «Технології глибокого машинного навчання»	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 12 „Інформаційні технології”	Статус дисципліни – обов’язкова Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів: 3	Спеціальність – 123 „Комп’ютерна інженерія”	Рік підготовки: Денна - 1 Заочна – 1 Семестр: Денна – 2 Заочна – 2
Кількість змістових модулів – 4	Ступінь вищої освіти - магістр	Лекції: Денна - 32 год., Заочна – 8 год. Лабораторні заняття: Денна - 14 год. Заочна – 4 год.
Загальна кількість годин – Денна –150 год., Заочна - 150 год.		Самостійна робота: Денна – 95 год. Заочна – 138 год. Індивідуальна робота: Денна - 5 год.
Тижневих годин: Денна: 1 семестр – 8 год., з них аудиторних – 3 год.		Вид підсумкового контролю Денна: 2 семестр – залік Заочна: 2 семестр – залік

2. Мета й завдання дисципліни

“Методи розпізнавання зображень і комп’ютерний зір”

2.1. Мета вивчення дисципліни

Програма та тематичний план дисципліни орієнтовані на отримання студентами навиків та знань щодо використання методів і алгоритмів опрацювання зображень, набуття практичних навиків програмування систем комп’ютерного зору.

Студенти вивчають теоретичні та практичні аспекти розробки програмного забезпечення із застосуванням алгоритмів для опрацювання зображень на низькому, середньому та високому рівнях комп’ютерного зору.

2.2 Завдання вивчення дисципліни

Завдання курсу полягає в ознайомленні студентів з сучасними засобами опрацювання зображень, що включає етапи попереднього оброблення, фільтрації, сегментації та розпізнавання зображень.

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

Здатність працювати в команді.

Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.

Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп’ютерних систем та мереж.

Здатність забезпечувати захист інформації, що обробляється в комп’ютерних та кіберфізичних системах та мережах з метою реалізації встановленої політики інформаційної безпеки

2.4. Передумови для вивчення дисципліни

Зазначена дисципліна включена до циклу дисциплін професійної підготовки за переліком програми. У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на I-му курсі. Вивчення курсу "Методи розпізнавання зображень і комп’ютерний зір" передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів ("Математичний аналіз", "Теорія ймовірностей та математична статистика", "Дискретна математика", "Алгоритми та методи обчислень", "Організація баз даних", "Програмування"), цілеспрямованої роботи над вивченням спеціальної літератури, активної роботи на лекціях та практичних заняттях, самостійної роботи.

2.5. Результати навчання

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп’ютерних системах.

Знати новітні технології в галузі комп’ютерної інженерії

Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно -технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання.

Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів

Вміти створювати та впроваджувати прикладне та системне програмне забезпечення компютерних систем та мереж

3. Програма навчальної дисципліни “Методи розпізнавання зображень і комп'ютерний зір”

Змістовий модуль 1. Низький рівень опрацювання зображень

Тема 1. Вступ до цифрової обробки зображень.

Поняття цифрової обробки зображень. Приклади областей застосування цифрової обробки зображень: формування зображень за допомогою гамма-променів, рентгенівські зображення, зображення в ультрафіолетовому діапазоні, зображення у видимому та інфрачервоному діапазонах, зображення в мікрохвильовому діапазоні, зображенні в діапазоні радіохвиль. Основні стадії обробки цифрових зображень. Компоненти системи обробки цифрових зображень.

Література: 1, 2, 3.

Тема 2. Представлення зображень.

Світло і електромагнітний спектр. Зчитування та реєстрація зображень: реєстрація за допомогою одиночного, лінійки і матриці сенсорів. Модель формування зображень. Дискретизація та квантування зображень. Представлення зображення. Просторова і яскравісна роздільна здатність. Ефекти муара і накладання спектрів. Збільшення та зменшення цифрових зображень. Співвідношення між пікселями. Лінійні та нелінійні перетворення.

Література: 1, 2, 3.

Тема 3. Просторова фільтрація.

Градаційні перетворення. Логарифмічні перетворення. Степеневі перетворення. Кусково-лінійні функції перетворення. Перетворення гістограми. Покращення зображень на основі арифметично-логічних операцій. Методи просторової фільтрації.

Література: 1, 2, 3.

Тема 4. Частотна фільтрація.

Вступ до фур'є-аналізу. Згладжувальні частотні фільтри. Частотні фільтри підвищеної різкості. Гомоморфна фільтрація. Швидке перетворення Фур'є.

Література: 1, 2, 3.

Тема 5. Вейвлет-перетворення.

Піраміди зображень. Субсмугове кодування. Перетворення Хаара. Кратномасштабний розклад. Вейвлет-функції. Одномірне вейвлет-перетворення. Дискретне вейвлет-перетворення. Швидке вейвлет-перетворення. Двомірне вейвлет-перетворення.

Література: 1, 2, 3, 5

Змістовий модуль 2. Середній рівень опрацювання зображень

Тема 6. Методи сегментації зображень.

Виявлення розривів яскравості. Зв'язування контурів і знаходження границь. Порогова сегментація. Сегментація з глобальним порогом. Сегментація з адаптивним порогом.

Сегментація на основі нарощування областей. Алгоритми центроїдного зв'язування. Алгоритми злиття-розщеплення. Морфологічна сегментація. Сегментація на основі кластеризації. Сегментація на основі водоподілу.

Література: 1, 2, 3.

Тема 7. Контурний аналіз зображень. Опис контурів зображень.

Поняття контура зображень. Алгоритми проходження контуром. Алгоритм „жука”. „Moore-Neighbor Tracing” алгоритм. „Redial Sweep” алгоритм. „Theo Pavlidi's Algorithm” алгоритм. Алгоритм проходження контуром з можливістю зворотного ходу.

Представлення контурів за допомогою ланцюгового коду. Апроксимація контурів за допомогою ломаних ліній. Сигнатури. Опис за допомогою скелету області. Дескриптори границь.

Література: 6.

Тема 8. Текстурний аналіз зображень.

Поняття текстури зображення. Дескриптори областей. Статистичні підходи до оцінювання текстури. Структурний підхід. Спектральний підхід. Метод головних компонент. Реляційні дескриптори.

Література: 7.

Змістовий модуль 3. Високий рівень опрацювання зображень

Тема 9. Розпізнавання образів і аналіз зображень.

Проблема розпізнавання. Основні поняття. Гнесологічні аспекти розпізнавання. Загальна характеристика розпізнавання і їх типи. Математична теорія розпізнавання образів. Математична постановка задачі розпізнавання образів і зображень.

Література: 1, 2, 3, 4.

Тема 10. Статистичні методи розпізнавання (байєсівські задачі розпізнавання).

Формулювання байєсівських задач. Дві властивості байєсівських стратегій. Ймовірність помилкового рішення про стан. Байєсівська стратегія відмови від розпізнавання.

Література: 4.

Тема 11. Статистичні методи розпізнавання (небайєсівські задачі розпізнавання).

Обмеженість байєсівського підходу. Формулювання небайєсівських задач. Задача Неймана –Пірсона. Мінімаксна задача. Задача Вальда. Двоїсті задачі лінійного програмування. Розв'язок небайєсівських задач на основі теорії двоїстості.

Література: 4.

Тема 12. Структурне розпізнавання.

Загальність статистичного розпізнавання. Структурне розпізнавання зображень. Множина спостережень. Множина скритих параметрів зображень. Основні поняття структурного розпізнавання.

Література: 4.

Тема 13. Двомірні контекстно-незалежні мови.

Неформальне пояснення двомірних граматики і мов. Двомірні контекстно-вільні граматики і мови. Задача на відповідність. Узагальнений алгоритм Кока-Янгера-Касамі. Структурна конструкція для визначення множин об'єктів розпізнавання.

Тема 14. Нейромережеві методи розпізнавання зображень.

Передумови до використання нейронних мереж. Персептрон для двох класів. Алгоритми навчання. Багатошарові нейронні мережі без зворотного зв'язку та зі зворотнім зв'язком.

Література: 9.

Тема 15. Метод опорних векторів для розпізнавання зображень.

Основи методу. Машина опорних векторів для лінійно сепарабельних набрів даних. Алгоритм машини опорних векторів для лінійно сепарабельних даних. Знаходження машини опорних векторів.

Література: 10.

4. Структура залікового кредиту з дисципліни „Методи розпізнавання зображень і комп’ютерний зір”

(денна форма навчання)

	Кількість годин				
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1					
Тема 1. Вступ до цифрової обробки зображень	2	1	5	1	опитування
Тема 2. Представлення зображень	2	1	5		опитування
Тема 3. Просторова фільтрація.	2	1	5		опитування
Тема 4. Частотна фільтрація	2	1	5		опитування
Тема 5. Вейвлет-перетворення	2	1	5		опитування
Змістовий модуль 2					
Тема 6. Методи сегментації зображень.	2	1	5	1	опитування
Тема 7. Контурний аналіз зображень. Опис контурів зображень.	2	1	5		опитування
Тема 8. Текsturний аналіз зображень.	2	1	5		опитування
Змістовий модуль 3					
Тема 9. Розпізнавання образів і аналіз зображень	2	1	4	1	опитування
Тема 10. Статистичні методи розпізнавання (байєсівські задачі розпізнавання)	2	1	5		опитування
Тема 11. Статистичні методи розпізнавання (небайєсівські задачі розпізнавання)	2	1	5		опитування
Тема 12. Структурне розпізнавання	0.5	1	4	2	опитування
Тема 13. Двомірні контекстно-незалежні мови	0.5	1			опитування
Тема 14. Нейромережеві методи розпізнавання зображень	2	1	4		опитування
Тема 15. Метод опорних векторів для розпізнавання зображень	2	1	4		опитування
Разом	32	14	95	5	

(заочна форма навчання)

	Кількість годин			
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота
Змістовий модуль 1				
Тема 1. Вступ до цифрової обробки зображень	2	1	9	
Тема 2. Представлення зображень			9	
Тема 3. Просторова фільтрація			9	
Тема 4. Частотна фільтрація			7	
Тема 5. Вейвлет-перетворення			9	
Змістовий модуль 2				
Тема 6. Методи сегментації зображень.	2	1	7	
Тема 7. Контурний аналіз зображень. Опис контурів зображень.			7	
Тема 8. Текsturний аналіз зображень			10	
Змістовий модуль 3				
Тема 9. Розпізнавання образів і аналіз зображень	2	1	10	
Тема 10. Статистичні методи розпізнавання (байєсівські задачі розпізнавання)			9	
Тема 11. Статистичні методи розпізнавання (небайєсівські задачі розпізнавання)			9	
Тема 12. Структурне розпізнавання	2	1	10	
Тема 13. Двомірні контекстно-незалежні мови			10	
Тема 14. Нейромережеві методи розпізнавання зображень			10	
Тема 15. Метод опорних векторів для розпізнавання зображень			10	
Разом	8	4	138	

5. Тематика лабораторних робіт

Лабораторна робота 1.

Тема: Налаштування середовища розробки та бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV.

Література: 2, 5.

Лабораторна робота 2.

Тема: Покращення якості зображень засобами бібліотеки OpenCV.

Література: 2, 5.

Лабораторна робота 3.

Тема: Фільтрація зображень засобами бібліотеки OpenCV.

Література: 2, 5.

Лабораторна робота 4.

Тема: Сегментація та контурний аналіз зображень.

Література: 1, 2, 5.

Лабораторна робота 5.

Тема: Розпізнавання зображень на основі згорткових нейронних мереж.

Література: 9.

Лабораторна робота 6.

Тема: Розпізнавання зображень на основі методу опорних векторів.

Література: 9.

Лабораторна робота 7.

Тема: Відстежування об'єктів на відео в режимі реального часу.

Література: 1, 2, 3.

6. Організація і проведення тренінгу з дисципліни «Методи розпізнавання зображень і комп'ютерний зір»

№п/п	Вид роботи	Порядок проведення тренінгу
1	Опрацювання зображень	– розгляд сучасних засобів роботи із зображеннями; – ознайомлення із методами та алгоритмами покращення якості зображень;
2	Сегментація зображень	– постановка задачі; – вибір алгоритму сегментації; – застосування алгоритму сегментації
3	Контурний аналіз	– ознайомлення із алгоритмами та методами контурного аналізу; – вибір алгоритму контурного аналізу; – застосування алгоритму контурного аналізу
4	Розпізнавання зображень	– ознайомлення із Neural Network Toolbox; – вибір типу нейронної мережі; – розпізнавання зображень в Neural Network Toolbox.

7. Самостійна робота студентів Самостійна робота студентів (підготовка наскрізного проєкту)

(денна форма навчання)

№ п/п	Тематика	Завдання
1	Поняття цифрової обробки зображень	Формування вимог до розробки програмного забезпечення на основі алгоритмів комп'ютерного зору.
2	Приклади областей застосування цифрової обробки зображень: формування зображень за допомогою гамма-променів, рентгенівські зображення, зображення в ультрафіолетовому діапазоні, зображення у видимому та інфрачервоному діапазонах, зображення в мікрохвильовому діапазоні, зображенні в діапазоні радіохвиль.	
3	Основні стадії обробки цифрових зображень.	
4	Алгоритми попередньої обробки зображень	
5	Сучасні засоби опрацювання зображень	Формування та розробка програмних методів та модулів для реалізації завдання сегментації об'єктів
6	Пошук об'єктів за шаблоном	
7	Алгоритми сегментації зображень	
8	Розпізнавання об'єктів на зображенні	
9	Методи бібліотеки OpenCV	Розробка програмного модулю пошуку та виділення об'єктів на зображенні
10	Бібліотеки та фреймворки для роботи з алгоритмами обробки зображень	
11	Хмарні середовища для запуску програмних систем розпізнавання зображень	

(заочна форма навчання)

№ п/п	Тематика
1	Поняття цифрової обробки зображень.
2	Приклади областей застосування цифрової обробки зображень: формування зображень за допомогою гамма-променів, рентгенівські зображення, зображення в ультрафіолетовому діапазоні, зображення у видимому та інфрачервоному діапазонах, зображення в мікрохвильовому діапазоні, зображенні в діапазоні радіохвиль.
3	Основні стадії обробки цифрових зображень.
4	Компоненти системи обробки цифрових зображень.
5	Світло і електромагнітний спектр.
6	Зчитування та реєстрація зображень: реєстрація за допомогою одиночного, лінійки і матриці сенсорів.
7	Модель формування зображень.
8	Дискретизація та квантування зображень.

9	Представлення зображення.
10	Просторова і яскравісна роздільна здатність.
11	Ефекти муара і накладання спектрів.
12	Збільшення та зменшення цифрових зображень.
13	Співвідношення між пікселями.
14	Лінійні та нелінійні перетворення.
15	Градаційні перетворення.
16	Логарифмічні перетворення.
17	Степеневі перетворення.
18	Кусково-лінійні функції перетворення.
19	Перетворення гістограми.
20	Покращення зображень на основі арифметично-логічних операцій.
21	Методи просторової фільтрації.
22	Вступ до фур'є-аналізу.
23	Згладжувальні частотні фільтри.
24	Частотні фільтри підвищеної різкості.
25	Гомоморфна фільтрація.
26	Швидке перетворення Фур'є.
27	Піраміди зображень.
28	Субсмугове кодування.
29	Перетворення Хаара.
30	Кратномасштабний розклад.
31	Вейвлет-функції.
32	Одномірне вейвлет-перетворення.
33	Дискретне вейвлет-перетворення.
34	Швидке вейвлет-перетворення.
35	Двомірне вейвлет-перетворення.
36	Виявлення розривів яскравості.
37	Зв'язування контурів і знаходження границь.
38	Порогова сегментація.
39	Сегментація з глобальним порогом.
40	Сегментація з адаптивним порогом.
41	Сегментація на основі нарощування областей.
42	Алгоритми центроїдного зв'язування.
43	Алгоритми злиття-розщеплення.
44	Морфологічна сегментація.
45	Сегментація на основі кластеризації.
46	Сегментація на основі водоподілу.
47	Поняття контура зображень.
48	Алгоритми проходження контуром.
49	Алгоритм „жука”.
50	„Moore-Neighbor Tracing” алгоритм.
51	„Redial Sweep” алгоритм.
52	„Theo Pavlidi's Algorithm” алгоритм.
53	Алгоритм проходження контуром з можливістю зворотного ходу.

9. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

В процесі вивчення дисципліни " Методи розпізнавання зображень і комп'ютерний зір " використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студента:

- поточне тестування та опитування;
- підсумкове тестування по кожному змістовому модулю;
- підсумкова оцінка за комплексне практичне індивідуальне завдання, враховуючи поточне опитування;

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни " Методи розпізнавання зображень і комп'ютерний зір" визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

2 семестр

Модуль 1		Модуль 2	Модуль 3
40%	40%	5%	15%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінг	Самостійна робота
Середнє арифметичне за оцінювання лабораторних робіт №1-7	Тестові завдання (30), 2 теоретичні питання 1 практична задача	Оцінюється як середнє арифметичне з оцінок за виконання завдань тренінгу	Оцінка за виконання і представлення вибраного результатів наскрізного проекту

Шкала оцінювання:

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	Незадовільно	FX (незадовільно, з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно, з обов'язковим повторним курсом)

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

№	Найменування	Номер теми
1.	SublimeText, Java	1,2,3, 5, 10
2.	Java	10, 11, 14
3.	OpenCV	4,9
4.	Linux	6, 7

Рекомендовні джерела інформації

1. Scott Krig. Computer Vision Metrics. Survey, Taxonomy, and Analysis- Apress Berkeley, CA - Scott Krig 2014 – pp. 508
2. Miroslav Kubat. An Introduction to Machine Learning - Springer International Publishing AG 2017 – pp. 348
3. Peter Corke. Robotics, Vision and Control Fundamental Algorithms In MATLAB® Second, Completely Revised, Extended And Updated Edition - Springer Tracts in Advanced Robotics (STAR, volume 118) - Springer International Publishing AG 2017 – pp. 693
4. Wilhelm Burger , Mark J. Burge. Digital Image Processing An Algorithmic Introduction Using Java - Part of the book series: Texts in Computer Science (TCS) - Springer-Verlag London Ltd., part of Springer Nature 2016 – pp. 811
5. Esteva, A., Chou, K., Yeung, S. et al. Deep learning-enabled medical computer vision. *npj Digit. Med.* 4, 5 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41746-020-00376-2>.
6. O'Mahony, Niall, Sean Campbell, Anderson Carvalho, Suman Harapanahalli, Gustavo Velasco Hernandez, Lenka Krpalkova, Daniel Riordan, and Joseph Walsh. "Deep learning vs. traditional computer vision." In *Advances in Computer Vision: Proceedings of the 2019 Computer Vision Conference (CVC), Volume 1* 1, pp. 128-144. Springer International Publishing, 2020..
7. Yuan, Lu, Dongdong Chen, Yi-Ling Chen, Noel Codella, Xiyang Dai, Jianfeng Gao, Houdong Hu et al. "Florence: A new foundation model for computer vision." *arXiv preprint arXiv:2111.11432* (2021).
8. Kakani, Vijay, Van Huan Nguyen, Basivi Praveen Kumar, Hakil Kim, and Visweswara Rao Pasupuleti. "A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry." *Journal of Agriculture and Food Research* 2 (2020): 100033..
9. Miceli, Milagros, Tianling Yang, Laurens Naudts, Martin Schuessler, Diana Serbanescu, and Alex Hanna. "Documenting computer vision datasets: an invitation to reflexive data practices." In *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, pp. 161-172. 2021.