

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра дискретного аналізу та інтелектуальних систем

Затверджено

На засіданні кафедри дискретного аналізу
та інтелектуальних систем
факультету прикладної математики та
інформатики
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1/24 від 30 серпня 2024 р.)

Завідувач кафедри Притула М.М.



Силабус з навчальної дисципліни
“Комп’ютерне бачення та аналіз зображень”,
що викладається в межах ОПП Інформатика
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 122 – Комп’ютерні науки

Львів 2024 р.

Назва дисципліни	Комп'ютерне бачення та обробка зображення
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра дискретного аналізу та інтелектуальних систем
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 122 – комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Коковська Ярина Володимирівна, доцент кафедри дискретного аналізу та інтелектуальних систем, кандидат фіз.-мат. наук; Онищенко Орест Андрійович, асистент кафедри дискретного аналізу та інтелектуальних систем.
Контактна інформація викладачів	yaryna.kokovska@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/kokovska ; orest.onyshchenko@lnu.edu.ua, https://ami.lnu.edu.ua/employee/onyshchenko
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю).
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/admission/specializations
Інформація про дисципліну	В даному курсі вивчаються основи комп'ютерного бачення та обробки зображень з використанням сучасних бібліотек та алгоритмів. Розглядаються методи фільтрації, сегментації, морфологічної обробки та виділення ознак із зображень. Вивчаються основи глибокого навчання та застосування згорткових нейронних мереж для класифікації, детекції та сегментації об'єктів. Опанування практичних навичок обробки зображень відбувається за допомогою бібліотек OpenCV, TensorFlow та PyTorch.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Комп'ютерне бачення та обробка зображення» вивчає основні методи аналізу, обробки та розпізнавання зображень за допомогою сучасних інструментів та алгоритмів. Студенти опанують основи цифрової обробки зображень, розглянуть класичні та сучасні методи комп'ютерного бачення, навчатися працювати з бібліотеками OpenCV, PIL, TensorFlow та іншими популярними засобами.
Мета та цілі дисципліни	Мета курсу – надати студентам знання та навички, необхідні для обробки, аналізу та розпізнавання зображень, а також використання алгоритмів машинного навчання у сфері комп'ютерного бачення. Основні завдання курсу: <ul style="list-style-type: none"> • Опанування основ цифрової обробки зображень. • Вивчення алгоритмів фільтрації, сегментації, виділення ознак. • Робота з бібліотеками OpenCV, PIL, NumPy для обробки зображень. • Застосування нейронних мереж для класифікації та розпізнавання об'єктів. • Використання алгоритмів глибокого навчання для задач

	комп'ютерного бачення.
Література для вивчення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Richard Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications. Springer, 2022. – 925 p. 2. Adrian Rosebrock. Practical Python and OpenCV: An Introductory, Example Driven Guide to Image Processing and Computer Vision. PyImageSearch, 2020. – 325 p. 3. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. Deep Learning. MIT Press, 2016. – 775 p. 4. Joseph Howse. OpenCV 4 for Secret Agents. Packt Publishing, 2020. – 342 p. 5. David Foster. Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play. O'Reilly Media, 2020. – 358 p.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 105 годин. Аудиторних занять: 56 год., з них 28 год. лекцій та 28 год. лабораторних робіт. Самостійної роботи: 49 год.
Очікувані результати навчання	<p>Знання: Основні методи обробки зображень, їх переваги та обмеження. Ключові алгоритми комп'ютерного бачення та їх застосування. Бібліотеки та інструменти для аналізу зображень.</p> <p>Вміння: Виконувати основні операції обробки зображень (фільтрація, сегментація, морфологічні перетворення). Реалізовувати алгоритми розпізнавання об'єктів на зображеннях. Використовувати бібліотеки OpenCV та TensorFlow для обробки зображень.</p>
Компетентності	<p>Інтегральна: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачають застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.</p> <p>Загальні (ЗК): ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК3. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності. ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями. ЗК7. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел. ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК9. Здатність працювати в команді.</p> <p>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК): СК2. Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо. СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення</p>

	<p>програмних та інформаційних систем.</p> <p>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.</p> <p>СК11. Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач.</p>
Програмні результати навчання	<p>ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактнологічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.</p> <p>ПР3. Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей.</p> <p>ПР4. Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо.</p> <p>ПР12. Застосовувати методи та алгоритми обчислювального інтелекту та інтелектуального аналізу даних в задачах класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил з використанням програмних інструментів підтримки багатовимірного аналізу даних на основі технологій DataMining, TextMining, WebMining.</p> <p>ПР19. Практично застосувати існуючі та проектувати і розробляти нові алгоритми стиснення даних, побудови завадостійких кодів для мінімізації витрат та підвищення надійності збереження та передавання даних в комп'ютерних інформаційних мережах.</p>
Ключові слова	Комп'ютерне бачення, Обробка зображень, Сегментація зображень, Фільтрація зображень, Розпізнавання об'єктів, Алгоритми комп'ютерного бачення, Машинне навчання, TensorFlow, OpenCV, Виявлення руху, Відстеження об'єктів, Глибоке навчання, Векторизація зображень, Підвищення якості зображень, Аналіз відео, Штучний інтелект
Формат курсу	Очний, дистанційний (в умовах карантину). Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.
Теми	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вступ до комп'ютерного бачення. Основні поняття, цілі та застосування. 2. Основи цифрової обробки зображень. Гістограми, фільтрація, корекція кольорів. 3. Методи сегментації зображень. Пороги, алгоритми Watershed, GrabCut. 4. Виділення ознак та дескрипторів. SIFT, SURF, ORB, HOG. 5. Використання бібліотеки OpenCV. Основні функції для роботи з зображеннями. 6. Обробка та аналіз відеопотоку. Відстеження руху об'єктів. 7. Методи класифікації зображень. Підхід з використанням машинного навчання. 8. Глибоке навчання у комп'ютерному баченні. Використання CNN. 9. Практичне застосування. Реалізація проєктів з розпізнавання об'єктів.
Підсумковий контроль, форма	Залік у 8 семестрі

<p>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</p>	<p>Презентації, лекції Індивідуальні завдання та проекти.</p>
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • виконання поточних, індивідуальних завдань: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50 • залік: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50 <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані при поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання до заліку:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Що таке комп'ютерне бачення та в чому полягає його основна мета? 2. Які основні етапи обробки зображень в контексті комп'ютерного бачення? 3. Охарактеризуйте методи фільтрації зображень. Наведіть приклади фільтрів. 4. Що таке сегментація зображень? Які методи сегментації найбільш використовуються? 5. Як працює алгоритм розпізнавання об'єктів на зображенні? Які основні етапи цього процесу? 6. Що таке машинне навчання і як воно застосовується в комп'ютерному баченні? 7. Поясніть принцип роботи нейронних мереж у задачах комп'ютерного бачення. 8. Які бібліотеки та інструменти використовуються для обробки зображень? Розкажіть про переваги OpenCV.

	<p>9. Як здійснюється виявлення руху на відео? Які алгоритми використовуються для цього?</p> <p>10. Що таке методи векторизації зображень і чому вони важливі в комп'ютерному баченні?</p> <p>11. Як працюють алгоритми для підвищення якості зображень? Наведіть приклади таких методів.</p> <p>12. Що таке виявлення тексту на зображеннях і які алгоритми використовуються для його розпізнавання?</p> <p>13. Як використовуються алгоритми глибокого навчання для покращення результатів комп'ютерного бачення?</p> <p>14. Розкрийте суть алгоритмів відстеження об'єктів. Як вони використовуються в реальних застосунках?</p> <p>15. Як оцінюється ефективність алгоритмів обробки зображень? Які метрики використовуються для цього?</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література	Завдан-ня, год.	Термін виконання
1	Вступ до комп'ютерного бачення. Основні поняття, галузі застосування. Огляд бібліотек OpenCV, PIL, NumPy.	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 1	1-й тиждень
2	Цифрові зображення та їх характеристики. Колірні моделі, формати файлів, гістограми. Основи обробки зображень (яскравість, контрастність).	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 1	2-й тиждень
3	Фільтрація зображень. Гаусовий, медіанний, біквадратний фільтри. Видалення шуму, підвищення різкості.	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 2	3-й тиждень
4	Методи сегментації зображень. Порогова сегментація, алгоритми Otsu, Watershed, GrabCut. Використання OpenCV.	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 2	4-й тиждень
5	Виділення ознак та дескрипторів. Контури, градієнти, детектори SIFT, SURF, ORB, HOG.	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 3	5-й тиждень
6	Обробка відеопотоку. Відстеження об'єктів, Optical Flow, Background Subtraction. Практична робота з відео в OpenCV.	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 4	6-й тиждень

7	Геометричні перетворення зображень. Масштабування, поворот, трансформації перспективи.	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 2	7-й тиждень
8	Морфологічна обробка зображень. Операції дилатації, ерозії, відкриття, закриття.	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 4	8-й тиждень
9	Розпізнавання об'єктів на зображеннях. Використання алгоритмів машинного навчання (SVM, Random Forest, KNN).	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 5	9-й тиждень
10	Основи глибокого навчання в комп'ютерному баченні. Архітектура CNN, згорткові шари, активаційні функції.	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 5	10-й тиждень
11	Популярні моделі нейромереж у комп'ютерному баченні. ResNet, MobileNet, YOLO, U-Net.	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 5	11-й тиждень
12	Аугментація та підготовка даних. Методи збільшення датасетів, робота з TensorFlow/Keras.	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 5	12-й тиждень
13	Розпізнавання облич та об'єктів. Використання Haar Cascades, HOG+SVM, Deep Learning моделей.	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 5	13-й тиждень
14	Практичні застосування комп'ютерного бачення. Автоматичне розпізнавання тексту (OCR), медичне зображення, автономні авто.	Лекція, лабораторна робота, самостійна робота	[1-5]	2 2 5	14-й тиждень
15	Фінальний проєкт. Реалізація власного застосування з комп'ютерного бачення.	Практичне заняття	[1-5]		14-й тиждень (в межах лабораторного заняття)
16	Презентація проєктів, підсумковий контроль. Оцінювання студентських робіт, підбиття підсумків курсу.	Презентація, залік	[1-5]		14-й тиждень (в межах лекційного заняття)