

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 № 1/23 від 30 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри Микола ПРИТУЛА



Силабус з навчальної дисципліни
«Комп'ютерне бачення та аналіз зображень»,
що викладається в межах ОПП «Інформатика» другого
(магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів зі спеціальності
122 Комп'ютерні науки

Назва дисципліни	Комп'ютерне бачення та аналіз зображень
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, Україна, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики, кафедра дискретного аналізу та інтелектуальних систем
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань: 12 Інформаційні технології Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Позднякова Інна Володимирівна, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри дискретного аналізу та інтелектуальних систем
Контактна інформація викладачів	Електронна пошта: inna.pozdniakova@lnu.edu.ua , веб-сторінка: https://ami.lnu.edu.ua/employee/pozdniakova-i-v
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	За умови проведення аудиторних занять консультації проводяться в день проведення лабораторних занять (а також за розкладом консультацій кафедри). В іншому випадку можливі он-лайн консультації через Zoom чи MStTeams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://ami.lnu.edu.ua/course/komp-iuterne-bachennia-ta-analiz-zobrazhen
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Комп'ютерне бачення та аналіз зображень» є вибірковою дисципліною зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки для освітньо-професійної програми «Інформатика», яка викладається в другому семестрі в обсязі 4,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	В даному курсі вивчаються основи аналізу зображень та комп'ютерного бачення. Зокрема, розглядаються питання попередньої обробки, фільтрації, сегментації, виділення ознак зображень. А також даний курс передбачає вивчення методів та алгоритмів комп'ютерного бачення та набуття навиків роботи з бібліотеками комп'ютерного бачення.
Мета та цілі дисципліни	<i>Метою навчальної дисципліни є формування у студентів системи теоретичних знань та практичних навичок в області комп'ютерного бачення та аналізу зображень.</i> <i>Ціллю вивчення навчальної дисципліни є сформувати у студентів теоретичні знання та практичні навички опрацювання зображень, використання методів та алгоритмів опрацювання зображень й застосування їх у системах комп'ютерного бачення.</i>
Література для вивчення дисципліни	Основна література: <ol style="list-style-type: none"> 1. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. Springer, 2nd ed. 2022, 957 p. 2. A. Koul, S. Ganju, M. Kasam Practical Deep Learning for Cloud, Mobile, and Edge: O'Reilly Media, Inc., 2019, 620 p. 3. Mohamed Elgendy Deep Learning for Vision Systems: Manning; 1st ed., 2020, 480 p. <p>Додаткова література</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kapur S. Computer Vision with Python 3: Packt Publishing Ltd, 2017, 199 p. 2. E. R. Davies Computer Vision: Principles, Algorithms, Applications, Learning: Academic Press, Inc., 5th ed. 2018, 858 p. 3. J. Howse, J. Monochino Learning OpenCV 4 Computer Vision with Python 3: Get to grips with tools, techniques, and algorithms for computer vision and machine learning: Packt Publishing, 3rd ed., 2020, 372 p.

	<ol style="list-style-type: none"> 4. M. P. Deisenroth Mathematics for Machine Learning: Cambridge University Press, 1st ed., 2020, 398 p. 5. A. Geron Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems: O'Reilly Media; 2nd ed., 2019, 856 p. 6. C. Fregly, A. Barth Data Science on AWS: Implementing End-to-End, Continuous AI and Machine Learning Pipelines: O'Reilly Media; 1st ed., 2021, 521 p. 7. V. Lakshmanan, S. Robinson, M. Munn Machine Learning Design Patterns: Solutions to Common Challenges in Data Preparation, Model Building, and MLOps: O'Reilly Media; 1st ed., 2020, 408 p.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 135 годин. Аудиторних занять: 48 годин, з них 16 години лекційних та 32 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 87 годин.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основні положення теорії комп'ютерного бачення, зокрема пов'язані з розпізнаванням об'єктів, • базові поняття, принципи і методи обробки зображень; • базові поняття, принципи і методи розпізнавання образів; • основні завдання комп'ютерного бачення та шляхи їх вирішення; • бібліотеки комп'ютерного бачення, такі як Open CV; • обмеження алгоритмів комп'ютерного бачення. <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> • реалізовувати базові алгоритми комп'ютерного бачення; • розробляти власні шляхи вирішення найпростіших завдань обробки зображень та розпізнавання образів; • використовувати сторонні бібліотеки комп'ютерного бачення, таких як OpenCV; • оптимізувати результатів роботи алгоритмів комп'ютерного бачення з використанням додаткових обчислювальних потужностей відеокарти; • застосовувати технології ті інструментальні засоби проектування і створення програмних систем для опрацювання зображень; • використовувати засоби сучасних мов програмування для створення програмних продуктів, уміння їх застосовувати під час програмної реалізації алгоритмів професійних задач.
Компетентності	ЗК1, ЗК2, ЗК5, ЗК6, СК 1, СК 2, СК 3, СК 6, СК 7, СК 12.
Програмні результати навчання	ПРН 1, ПРН 3, ПРН 9, ПРН 11, ПРН 20, ПРН 22.
Ключові слова	Комп'ютерне бачення, аналіз зображень, нейронні мережі
Формат курсу	Очний: проведення лекцій, лабораторних робіт та консультацій; можливий також онлайнний режим викладання з використанням засобів відеозв'язку та розміщенням навчальних матеріалів у хмарному сховищі.
Теми	Подано нижче в Схемі курсу.
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Математичний аналіз», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Дискретна математика», «Бази даних», «Програмування», «Системи штучного інтелекту»
Навчальні методи та	Лекції, лабораторні роботи.

<p>техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</p>	<p>Самостійна робота з вивченням оприлюднених електронних матеріалів.</p>
<p>Необхідне обладнання</p>	<p>Для проведення лекцій: комп'ютер, проектор. Для проведення лабораторних та виконання завдань: комп'ютер, доступ до інтернету.</p>
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. 80 балів нараховується за виконання 10 лабораторних робіт: по 8 балів за кожен з 10 лабораторних робіт. Ще 20 балів – за оволодіння теоретичним матеріалом курсу, перевірка якого проводиться у вигляді усного опитування. Підсумкова максимальна кількість балів – 100. 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, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом. 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. Політика виставлення балів. Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) визначається як сума балів за виконання 10 лабораторних завдань, самостійну роботу та бали усного опитування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторних занять; 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. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання до заліку</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття цифрової обробки зображень. 2. Приклади областей застосування цифрової обробки зображень. 3. Основні стадії обробки цифрових зображень. 4. Компоненти системи обробки цифрових зображень. 5. Світло і електромагнітний спектр. 6. Зчитування та реєстрація зображень. 7. Модель формування зображень.

	<ol style="list-style-type: none"> 8. Дискретизація та квантування зображень. 9. Представлення зображення. 10. Просторова і яскравісна роздільна здатність. 11. Збільшення та зменшення цифрових зображень. 12. Співвідношення між пікселами. 13. Лінійні та нелінійні перетворення. 14. Градаційні перетворення. 15. Логарифмічні перетворення. 16. Степеневі перетворення. 17. Кусково-лінійні функції перетворення. 18. Перетворення гістограми. 19. Покращення зображень на основі арифметично-логічних операцій. 20. Методи просторової фільтрації. 21. Вступ до фур'є-аналізу. 22. Виявлення розривів яскравості. 23. Зв'язування контурів і знаходження границь. 24. Порогова сегментація. 25. Сегментація з глобальним порогом. 26. Сегментація з адаптивним порогом. 27. Згладжувальні частотні фільтри. 28. Частотні фільтри підвищеної різкості. 29. Гомоморфна фільтрація. 30. Швидке перетворення Фур'є. 31. Поняття контура зображень. 32. Поняття текстури зображення. 33. Проблема розпізнавання. 34. Основні поняття. 35. Гнесологічні аспекти розпізнавання. 36. Загальна характеристика розпізнавання і їх типи. 37. Формулювання байесівських задач. 38. Обмеженість байесівського підходу. Формулювання небайесівських задач. 39. Передумови до використання нейронних мереж. 40. Перцептрон для двох класів. Алгоритми навчання. 41. Багатошарові нейронні мережі без зворотного зв'язку та зі зворотнім зв'язком.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, в год	Термін виконання
1	Тема 1. Вступ до цифрової обробки зображень (Сприйняття світла, пристрої для	лекція, самостійна робота	[1-7]	2, 11	

	формування зображень, проблеми формування зображень, функції інтенсивності та формати цифрових зображень)				
	Тема 1. Бібліотека Pillow (Встановлення бібліотеки, завантаження зображення, обрізка зображення, геометричні перетворення зображення)	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
2	Тема 1. Бібліотека Scikit-image (Встановлення бібліотеки, завантаження зображення, обрізка зображення, геометричні перетворення зображення)	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
3	Тема 2. Фільтрація та покращення цифрових зображень. Згортка. (Зміна тонового розподілу зображення, видалення областей зображення, згладжування зображення, згортка, фільтр, маска)	лекція, самостійна робота	[1-7]	2, 11	
	Тема 2. Знаходження країв за допомогою масок (Фільтр Гауса, детектор границь Кенні, фільтр Собеля)	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
4	Тема 2. Визначення характерних ознак на зображенні (Детектор Харріса, локальні бінарні шаблони, дескриптори oriented FAST і ORB)	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
5	Тема 3. Колір. Сегментація (Фізика кольору, системи кольорів RGB, CMYK, HSI)	лекція, самостійна робота	[1-7]	2, 10	
	Тема 3. Алогоритми сегментації (Алгоритм маршируючі квадрати, алгоритм вододіл)	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
6	Тема 3. Алогоритми сегментації (Суперпкселі, алгоритм SLIC, розбиття графів за Ши)	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
7	Тема 4. Інтеграція машинного навчання з комп'ютерним баченням (Лінійні моделі, класифікація зображень, розпізнавання об'єктів, розпізнавання руху)	лекція, самостійна робота	[1-7]	2, 11	
	Тема 4. Логістична регресія. Опорно-векторні машини (Класи, гіперплощини)	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
8	Тема 4. Метод k-середніх (Кластеризація, групування об'єктів, лейбли)	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
9	Тема 5. Нейронні мережі (Перцептрон, функції оцінки вартості)	лекція, самостійна робота	[1-7]	2, 11	
	Тема 5. Нейронні мережі	лабораторне	[1-7]	2	Наступне ЛЗ

	прямого поширення. Алгоритми зворотного поширення в нейронних мережах (Градiєнтний спуск, оптимiзацiя,)	заняття			
10	Тема 5. Згортковi нейроннi мережi	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
11	Тема 6. Бiблiотека OpenCV в комп'ютерному баченнi (Геометричнi перетворення, морфологiчнi операцiї, обрiзання, зсув, поворот зображення, порогове значення, ерозiя, дилацiя)	лекцiя, самостiйна робота	[1-7]	2, 11	
	Тема 6. Фiльтри в Open CV (Фiльтр Гауса, медiанний, двостороннiй)	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
12	Тема 6. Визначення країв та контурiв за допомогою Open CV (Оператор Собеля, оператор Кеннi)	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
13	Тема 7. Визначення об'єктiв. (Каскад Хаара, ознаки Хаара, Масштабно-iнварiантна трансформацiя ознак, Дискриптор SURF)	лекцiя, самостiйна робота	[1-7]	2, 11	
	Тема 7. Масштабно-iнварiантна трансформацiя ознак	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
14	Тема 7. Дискриптор SURF	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
15	Тема 8. Обробка вiдео за допомогою OpenCV (Основнi операцiї над вiдео: читання, запис, операцiї над кадрами)	лекцiя, самостiйна робота	[1-7]	2, 11	
	Тема 8. Трекер КСФ. Алгоритм Лукаса-Канаде	лабораторне заняття	[1-7]	2	Наступне ЛЗ
16	Пiдсумкове заняття	лабораторне заняття	[1-7]	2	