

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 № 12/22 від 31 серпня 2022 р.)



Зав. кафедри д. ф.-м. н., проф. Притула М.М.

Силабус з навчальної дисципліни
«Комп'ютерне бачення та аналіз зображень»,
що викладається в межах ОПП (ОПН) 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 MSTeams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача або дзвонити.
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. Ціллю вивчення навчальної дисципліни є сформувані 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. Kapur S. Computer Vision with Python 3: Packt Publishing Ltd, 2017, 199 p. 2. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. Springer, 2nd ed. 2022, 957 p. 3. A. Koul, S. Ganju, M. Kasam Practical Deep Learning for Cloud, Mobile, and Edge: O'Reilly Media, Inc., 2019, 620 p. 4. E. R. Davies Computer Vision: Principles, Algorithms, Applications, Learning: Academic Press, Inc., 5th ed. 2018, 858 p. 5. Mohamed Elgendy Deep Learning for Vision Systems: Manning; 1st ed., 2020, 480 p. 6. https://www.udacity.com/course/introduction-to-computer-vision--ud810 7. 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.

	<p>Додаткова література</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. S. Raschka, V. Mirjalili Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2: Packt Publishing, 3rd ed., 2019, 770 p. 2. https://www.pyimagesearch.com/ 3. M. P. Deisenroth Mathematics for Machine Learning: Cambridge University Press, 1st ed., 2020, 398 p. 4. 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. 5. 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. 6. 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 OpenCV; • 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 та 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	ІК, ЗК1, ЗК2, ЗК5, ЗК 6, ЗК 7, СК 2, СК4, СК 6, СК 10, СК 12, СК 14, СК 15.
Програмні результати навчання	ПРН 3, ПРН 7, ПРН 8, ПРН 9, ПРН 11, ПРН 14, ПРН 16, ПРН 17, ПРН 18, ПРН 19, ПРН 24.
Ключові слова	Комп'ютерне бачення, аналіз зображень, нейронна мережа
Формат курсу	Денний. Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації.

<p>Теми</p>	<p>Тема 1. Вступ до цифрової обробки зображень. Тема 2. Фільтрація та покращення цифрових зображень. Тема 3. Колір. Сегментація Тема 4. Інтеграція машинного навчання з комп'ютерним баченням Тема 5. Нейронні мережі Тема 6. Бібліотека Open CV в комп'ютерному баченні Тема 7. Визначення об'єктів Тема 8. Обробка відео за допомогою Open CV</p>
<p>Підсумковий контроль, форма</p>	<p>Залік в кінці семестру</p>
<p>Пререквізити</p>	<p>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Математичний аналіз», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Дискретна математика», «Бази даних», «Програмування», «Системи штучного інтелекту»</p>
<p>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</p>	<p>Лекції, лабораторні роботи, презентації. 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. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: • виконання лабораторних завдань: 100% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 100. Академічна добросовісність. Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недобросовісності. Виявлення ознак академічної недобросовісності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лабораторні зайняття 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. При відсутності студента на лабораторному занятті без поважної причини, на наступному занятті відбувається захист звіту пропущеного заняття. 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 лабораторних завдань та самостійну роботу. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнень 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>

	Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
Питання до заліку	<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. 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 байєсівських задач. 38. Обмеженість байєсівського підходу. Формулювання небайєсівських задач. 39. Передумови до використання нейронних мереж. 40. Персептрон для двох класів. Алгоритми навчання. 41. Багатошарві 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. Формування і представлення зображень	лекція, самостійна	[1-7]	2, 11	1 тиждень

	(Сприйняття світла, пристрої для формування зображень, проблеми формування зображень, функції інтенсивності та формати цифрових зображень)	робота			
	Тема 1. Аналіз бінарних зображень (Пікселі і околиці пікселів, застосування масок до зображення, морфологія бінарних зображень)	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
2	Тема 1. Бібліотеки Pillow та Scikit-image (Встановлення бібліотек, завантаження зображення, обрізка зображення, геометричні перетворення зображення)	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
3	Тема 2. Покращення зображень (Зміна тонового розподілу зображення, видалення областей зображення, згладжування зображення)	лекція, самостійна робота	[1-7]	2, 11	1 тиждень
	Тема 2. Знаходження країв за допомогою масок (Фільтр Гауса, детектор границь Кенні, фільтр Собеля)	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
4	Тема 2. Знаходження об'єктів на зображенні (Детектор Харріса, локальні бінарні шаблони, дескриптори oriented FAST і ORB)	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
5	Тема 3. Колір. (Фізика кольору, системи кольорів RGB, CMYK, HSI)	лекція, самостійна робота	[1-7]	2, 10	1 тиждень
	Тема 3. Алогоритми сегментації (Алгоритм маршируючі квадрати, алгоритм вододіл)	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
6	Тема 3. Алогоритми сегментації (Суперпікселі, алгоритм SLIC, розбиття графів за Ши)	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
7	Тема 4. Логістична регресія (Лінійні моделі, класифікація зображень, розпізнавання об'єктів, розпізнавання руху)	лекція, самостійна робота	[1-7]	2, 11	1 тиждень
	Тема 4. Опорно-векторні машини (Класи, гіперплощини)	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
8	Тема 4. Метод k-середніх (Кластеризація, групування об'єктів, лейбли)	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
9	Тема 5. Нейронні мережі прямого поширення (Перцептрон, функції оцінки вартості)	лекція, самостійна робота	[1-7]	2, 11	1 тиждень
	Тема 5. Алгоритми зворотного поширення в нейронних мережах (Градієнтний спуск, оптимізація,)	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
10	Тема 5. Згорткові	лабораторне	[1-7]	2	1 тиждень

	нейронні мережі	заняття			
11	Тема 6. Геометричні перетворення та морфологічні операції в Open CV (Обрізання, зсув, поворот, порогове значення, ерозія, дилація)	лекція, самостійна робота	[1-7]	2, 11	1 тиждень
	Тема 6. Фільтри в Open CV (Фільтр Гауса, медіанний, двосторонній)	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
12	Тема 6. Визначення країв та контурів за допомогою Open CV (Оператор Собеля, оператор Кенні)	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
13	Тема 7. Каскад Хаара (Ознаки Хаара)	лекція, самостійна робота	[1-7]	2, 11	1 тиждень
	Тема 7. Масштабно-інваріантна трансформація ознак	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
14	Тема 7. Дискриптор SURF	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
15	Тема 8. Основні операції над відео (Читання, запис, операції над кадрами)	лекція, самостійна робота	[1-7]	2, 11	1 тиждень
	Тема 8. Трекер KCF	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень
16	Тема 8. Алгоритм Лукаса-Канаде	лабораторне заняття	[1-7]	2	1 тиждень