

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ
Кафедра математичної інформатики**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Олена КАШПУР

«16» січня 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Комп'ютерний зір. Додаткові розділи.**

для студентів

галузь знань 12 “Інформаційні технології”/“Information Technologies”
спеціальність 122 “Комп'ютерні науки”/“Computer Science”
освітній рівень магістр/masters
освітня програма «Математичні методи штучного інтелекту»
вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання **денна**
Навчальний рік **2024/2025**
Семестр **4**
Кількість кредитів ECTS **3**
Мова викладання, навчання
та оцінювання **англійська, українська /
English, Ukrainian**
Форма заключного контролю **залік/test**

Викладачі: д.ф.-м.н., проф. Терещенко В.М., к.ф.-м.н. Терещенко Я.В.

Пролонговано: на 20 /20 н.р. () « » 20 р.)
на 20 /20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 2023

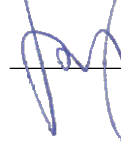
Розробники:

Терещенко Василь Миколайович, д. ф.-м. н., проф., завідувач кафедри математичної інформатики, кафедра математичної інформатики ,

Терещенко Ярослав Васильович, доктор філософії, асистент кафедри теорії та технології програмування

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри математичної інформатики

 _____ (Василь ТЕРЕЩЕНКО)
(підпис)

«31» серпня 2023 року

Протокол № 4 від «30» листопада 2023 р.

Схвалено Гарантом освітньо-наукової програми «Математичні методи штучного інтелекту»

 _____ Ігор ЗАВАДСЬКИЙ «30» листопада 2023 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «16» січня 2024 року № 7

Голова науково-методичної комісії _____ (Людмила ОМЕЛЬЧУК)
(підпис)

«16» січня 2024 року

1. Мета дисципліни «Комп'ютерний зір. Додаткові розділи» – поглиблене вивчення передових методів комп'ютерного зору, таких як: паноптична сегментація, скелетонізація, генеративні моделі та 3D реконструкція. Зосередження на розвитку практичних навичок роботи з сучасними програмними засобами для побудови інтелектуальних моделей, що дозволить студентам ефективно інтегрувати теоретичні знання з практичним досвідом.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Успішне опанування компетентностей дисциплін «Комп'ютерний зір», «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра і геометрія», «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Програмування», «Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка», «Алгоритми і структури даних», «Машинне навчання».

2. Володіти сучасними програмними мовами та засобами розробки та проектування програм для розв'язання наукових та прикладних задач та навичками навчальної діяльності.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Комп'ютерний зір. Додаткові розділ / Special Sections of Computer Vision» є вибірковою складовою освітньо-наукової програми Математичні методи штучного інтелекту». Вона є логічним продовженням курсу «Комп'ютерний зір/Image Analysis Computer Vision». Метою і завданням навчальної дисципліни є поглиблене вивчення сучасних напрямків у галузі комп'ютерних технологій та штучного інтелекту та оволодіння технологією розв'язання широкого класу інженерних та наукових задач за допомогою сучасних методів, підходів та алгоритмів і, зокрема, машинного навчання.

4. Завдання (навчальні цілі): оволодіти просунутими методами комп'ютерного зору, а також оволодіти технологією розв'язання широкого класу задач науки та техніки (зокрема, задач сегментації об'єктів, скелетонізації, генеративних моделей та 3D реконструкції) за допомогою методів, підходів та алгоритмів комп'ютерного зору.

Набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у комп'ютерних науках. Зокрема, розвивати здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук..

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)		Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати постановку задач та основні підходи сегментації об'єктів	Лекція, семінарське заняття	Контрольна робота, активна робота на лекції, усні відповіді	20%
РН 1.2	Знати постановку задач та основні підходи скелетонізації об'єктів	Лекція, семінарське заняття		
РН 1.3	Знати основні підходи генеративних моделей	Лекція, семінарське заняття	Контрольна робота активна робота на лекції, усні відповіді	20%
РН 1.4	Знати постановку задач та основні підходи 3D реконструкції об'єктів	Лекція, семінарське заняття		

PH 2.1	Вміти проводити аналіз та застосовувати методи комп'ютерного зору для задач сегментації та скелетонізації об'єктів	Семінарське заняття, самостійна робота	Захист лабораторної роботи	20%
PH 2.2	Вміти проводити аналіз та застосовувати методи комп'ютерного зору для задач генерації об'єктів	Семінарське заняття, самостійна робота	Захист лабораторної роботи	20%
PH 2.3	Вміти проводити аналіз та застосовувати методи комп'ютерного зору для задачі 3D реконструкції	Семінарське заняття, самостійна робота	Захист лабораторної роботи	20%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибірових дисциплін, які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 1.4	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3
Програмні результати навчання							
<i>(з опису освітньої програми)</i>							
ПРН11. Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування.	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4 – 20 балів / 12 балів;
3. Контрольна робота 1: PH1.1, PH1.2, PH2.1, PH2.2 – 40 балів / 24 бали;
2. Контрольна робота 2: PH1.3, PH1.4, PH2.3 – 40 балів / 24 бали;

- підсумкове оцінювання: залік.

Згідно пп. 4.6.1 та 7.1.5 «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» залік виставляється на підставі поточного контролю (див. семестрове оцінювання) як сума оцінок/балів за всіма успішно оціненими результатами навчання; оцінки нижче від мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються. До заліку допускаються всі студенти.

7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення форм оцінювання

1. Контрольна робота 1: після лекції № 5.
2. Контрольна робота 2: після лекції № 8.
3. Активна робота на лекції, усні відповіді: протягом семестру.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Failed	0-59

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Семінари/лабораторні	Самоконтрольна робота
Частина I. Сегментація об'єктів та визначення пози/ Object segmentation and pose estimation				
1	Тема 1. Вступ до курсу Особливі розділи комп'ютерного зору комп'ютерного зору	1		
2	Тема 2. Огляд основних класів задач сегментації комп'ютерного зору. Паноптична сегментація: особливості, якість (PQ), архітектура. Об'єднання семантичної (об'єкти) та інстанційної (сцени) сегментацій. <i>Семінарські заняття: обговорення та опрацювання лекційного матеріалу.</i> <i>Самоконтрольна робота: опрацювання лекційних матеріалів.</i>	1	2	10
3	Тема 3. Panoptic-FPN та його компоненти, серія DeepLab та її значення для паноптичної сегментації. Архітектура Mask2Former та OneFormer. Набори даних для паноптичної сегментації <i>Семінарські заняття: обговорення та опрацювання лекційного матеріалу.</i> <i>Самоконтрольна робота: опрацювання лекційних матеріалів.</i>	2	2	10
4	Тема 4. Основні класи задач та моделі визначення поз об'єктів у просторі. / Basic classes of tasks and models for determining the positions of objects in space.	2		
5	Тема 5. Огляд методів визначення напрямку об'єктів. Метрики. Функції втрат. Розуміння популярних архітектур та методологій для визначення напрямку об'єктів. 6DRepNet <i>Семінарські заняття: обговорення та опрацювання лекційного матеріалу.</i> <i>Самоконтрольна робота: опрацювання лекційних матеріалів.</i>	2	2	10
6	Тема 6. Огляд методів визначення пози об'єктів. Метрики. Функції втрат. Розуміння популярних архітектур та методологій для визначення пози. Набори даних: оцінка та тренування. <i>Семінарські заняття: обговорення та опрацювання лекційного матеріалу.</i>	2	1	10

	<i>Самостійна робота: опрацювання лекційних матеріалів.</i>			
<i>Контрольна робота 1</i>			1	
Частина 2. Генеративні моделі/ Generative models				
7	Тема 7. Вступ до генеративних моделей. Огляд курсу. Визначення генеративних моделей. Історія та застосування. Основні поняття та термінологія. <i>Самостійна робота: опрацювання лекційних матеріалів. Варіаційні автоенкодерери (VAE). Теорія VAE. Архітектура та тренування моделі. Приклади застосування VAE</i>	2		6
8	Тема 8. Генеративні змагальні мережі (GAN). Основи GAN. Архітектура GAN. Тренування та виклики. Приклади застосування GAN <i>Семінарські заняття: обговорення та опрацювання лекційного матеріалу.</i> <i>Самостійна робота: опрацювання лекційних матеріалів.</i>	2	2	6
9	Тема 9. Дифузійні моделі. Введення в дифузійні моделі. Основні принципи та теорія. Процес дифузії та зворотної дифузії. Поглиблене вивчення архітектур дифузійних моделей. Тренування та оптимізація дифузійних моделей. Розширені застосування та кейс-стаді. Останні досягнення у сфері дифузійних моделей <i>Семінарські заняття: обговорення та опрацювання лекційного матеріалу.</i> <i>Самостійна робота: опрацювання лекційних матеріалів.</i>	2	1	10
<i>Контрольна робота 2</i>			1	
ВСЬОГО		16	12	62

Загальний обсяг 90 *годин*, в тому числі:

Лекцій – 16 *годин*.

Лабораторні роботи -12 *годин*,

Самостійна робота – 62 *години*.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Richard Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, 2010
2. Stephen Marsland. Machine Learning: An Algorithmic Perspective, 452 p., 2015.
3. Christopher M Bishop. Pattern recognition. Machine Learning, 128 p., 2006.
4. Ethem Alpaydin. Introduction To Machine Learning, 584 p., 2009.
5. Tom M. Mitchell. Machine Learning [<http://www.cs.cmu.edu/~tom/mlbook.html>]
6. Yaser S. Abu-Mostafa. Learning from data, 215 p., 2017
7. Alex Smola. Introduction to Machine Learning, 234 p., 2008.
8. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction, 764 p., 2008.
9. Bernhard Kerbl, Georgios Kopanas, Thomas Leimkühler, George Drettakis. 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering. arXiv:2308.04079, 2023
10. Thomas Müller, Alex Evans, Christoph Schied, Alexander Keller . Instant Neural Graphics Primitives with a Multiresolution Hash Encoding. arXiv:2201.05989, 2022
11. Bernhard Egger, William A. P. Smith, Ayush Tewari, Stefanie Wuhrer, Michael Zollhoefer, Thabo Beeler, Florian Bernard, Timo Bolkart, Adam Kortylewski, Sami Romdhani, Christian Theobalt, Volker Blanz, Thomas Vetter . 3D Morphable Face Models -- Past, Present and Future. arXiv:1909.01815. 2019
12. Huajian Huang, Longwei Li, Hui Cheng, Sai-Kit Yeung . Photo-SLAM: Real-time Simultaneous Localization and Photorealistic Mapping for Monocular, Stereo, and RGB-D Cameras. arXiv:2311.16728. 2023
13. Ali Tourani, Hriday Bavle, Jose Luis Sanchez-Lopez, Holger Voos. Visual SLAM: What are the Current Trends and What to Expect? arXiv:2210.10491, 2022
14. Jacob Munkberg, Jon Hasselgren, Tianchang Shen, Jun Gao, Wenzheng Chen, Alex Evans, Thomas Müller, Sanja Fidler. Extracting Triangular 3D Models, Materials, and Lighting From Images. arXiv:2111.12503, 2023
15. Ziyi Chang, George Alex Koulieris, Hubert P. H. Shum . On the Design Fundamentals of Diffusion Models: A Survey. arXiv:2306.04542 , 2023
16. Jitesh Jain, Jiachen Li, MangTik Chiu, Ali Hassani, Nikita Orlov, Humphrey Shi. OneFormer: One Transformer to Rule Universal Image Segmentation. arXiv:2211.06220, 2022
17. Bowen Cheng, Ishan Misra, Alexander G. Schwing, Alexander Kirillov, Rohit Girdhar. Masked-attention Mask Transformer for Universal Image Segmentation. arXiv:2112.01527, 2022
18. Thorsten Hempel, Ahmed A. Abdelrahman, Ayoub Al-Hamadi. 6D Rotation Representation For Unconstrained Head Pose Estimation. arXiv:2202.12555, 2022
19. Yufei Xu, Jing Zhang, Qiming Zhang, Dacheng Tao. ViTPose: Simple Vision Transformer Baselines for Human Pose Estimation. arXiv:2204.12484, 2022
20. Zhe Cao, Gines Hidalgo, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh. OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields. arXiv:1812.08008, 2019

Додаткові:

21. Simon J.D. Prince. Computer Vision: Models, Learning, and Inference.- Cambridge: Cambridge University Press. - 567 p.- 2017.[<http://www.cambridge.org/>].
22. Andrej Karpathy. The unreasonable effectiveness of recurrent neural networks. <http://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-effectiveness/>, 2015. Online; accessed 11-December.
23. Andrew Moore. Statistical Data Mining Tutorials [<http://www.autonlab.org/tutorials/>]
24. Pierre Baldi and Søren Brunak. Chapter 6. Neural networks: applications. In Bioinformatics: The Machine Learning Approach. MIT press, 2001.