



Проектування та розроблення систем комп'ютерного зору на основі Deep Learning

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>F Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>F2 Інженерія програмного забезпечення</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення мультимедійних систем та смарттехнологій Інженерія програмного забезпечення імерсивних систем та платформ цифрових двійників</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 рік підготовки, 2 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Лекції: 32 год., лабораторні заняття: 14 год., самостійна робота: 74 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, модульна контрольна робота, календарний контроль</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на весняний семестр поточного навчального року (schedule.kpi.ua)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: аспірант, Столярчук Євген Юрійович, stoliarchuk.yevhen_kp51f@edu.kpi.ua Лабораторні заняття: аспірант, Столярчук Євген Юрійович, stoliarchuk.yevhen_kp51f@edu.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom. Доступ надається зареєстрованим студентам.</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Опанування дисципліни «Проектування та розроблення систем комп'ютерного зору на основі Deep Learning» спрямоване на закладення у студентів фахових спроможностей, необхідних для вирішення прикладних завдань у сфері штучного інтелекту, комп'ютерного зору й аналізу цифрових зображень.

Метою курсу є опанування здобувачами теоретичної бази та інженерних практик, необхідних для проектування й інтегрування комплексів комп'ютерного зору. Навчальний процес орієнтовано на вивчення новітніх нейромережових концепцій глибокого навчання для виявлення, сегментації й відстежування об'єктів.

Предметом вивчення виступають передові нейромережові топології (CNN, FCN, Vision Transformers) для аналізу візуальних даних, підходи до аугментації із застосуванням бібліотек Torchvision чи OpenCV, а також принципи побудови рішень для нестандартних умов.

Вивчення дисципліни «Проектування та розроблення систем комп'ютерного зору на основі Deep Learning» сприяє формуванню у здобувачів освіти **фахових компетентностей**, необхідних для розв'язання практичних задач професійної діяльності, пов'язаних із проектуванням та розробленням систем комп'ютерного зору.

– Здатність обґрунтовано обирати, конфігурувати та адаптувати основні нейромережеві архітектури (CNN, FCN, Vision Transformers) для аналізу цифрових зображень.

– Здатність розробляти алгоритми розширення графічних даних на основі бібліотек Torchvision, OpenCV та інших інструментів для підвищення стійкості нейромережевих моделей до деформацій об'єктів, оклюзій та динамічних змін освітлення.

– Здатність створювати, оптимізувати та впроваджувати комплексні програмні рішення для ключових задач комп'ютерного зору: сегментації, виявлення, відстеження та розпізнавання цифрових зображень.

Вивчення дисципліни «Проектування та розроблення систем комп'ютерного зору на основі Deep Learning» сприяє формуванню у студентів наступних **програмних результатів навчання** (ПРН) за освітньою програмою:

– Розробляти і оцінювати стратегії проектування програмних засобів; обґрунтовувати, аналізувати і оцінювати варіанти проектних рішень з точки зору якості кінцевого програмного продукту, ресурсних обмежень та інших факторів.

– Налаштовувати процеси навчання, оптимізації та валідації нейромережевих моделей, обґрунтовувати вибір параметрів навчання та оцінювати отримані результати.

– Аналізувати та обґрунтовувати вибір архітектур нейронних мереж і методів підготовки графічних даних для розв'язання задач комп'ютерного зору.

– Проектувати, навчати та оцінювати нейромережеві рішення для сегментації цифрових зображень.

– Проектувати, навчати та оцінювати нейромережеві рішення для виявлення та відстеження об'єктів у статичних і динамічних сценах.

– Проектувати, навчати та оцінювати нейромережеві рішення для класифікації та розпізнавання цифрових зображень.

– Здійснювати моніторинг, оцінювання стійкості та виявлення деградації моделей штучного інтелекту, аналізувати зміни характеристик даних і якості моделей.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Ефективному засвоєнню даного освітнього компонента передуює опанування курсів бакалаврського рівня за спеціальністю F2 Інженерія програмного забезпечення (базовий інструментарій програмування мовою Python, фундаментальні алгоритми, лінійна алгебра й теорія ймовірностей). Здобувачі вищої освіти повинні володіти практичними навичками командної розробки програмних продуктів.

Набуті під час вивчення дисципліни теоретичні положення та практичні спроможності формують підґрунтя для якісного виконання магістерських дисертацій за спеціальністю F2 Інженерія програмного забезпечення у сфері систем штучного інтелекту.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна передбачає вивчення таких тем:

Тема 1. Сучасні архітектури нейронних мереж (CNN, FCN, Vision Transformers) для аналізу цифрових зображень.

Тема 2. Алгоритми розширення графічних даних на основі бібліотек Torchvision, OpenCV.

Тема 3. Розроблення програмних рішень для класифікації та розпізнавання зображень.

Тема 4. Розроблення програмних рішень для виявлення та відстеження об'єктів (YOLO).

Тема 5. Розроблення програмних рішень для сегментації зображень (U-Net, SegNet).

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Електронний конспект лекцій.
2. Навчальні матеріали кафедри ПЗКС.
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. – MIT Press, 2016. – 800 с.
4. Офіційна документація PyTorch та Torchvision.
5. Офіційна документація OpenCV.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Тип навчального заняття	Опис навчального заняття
Тема 1. Сучасні архітектури нейронних мереж (CNN, FCN)		
1	Лекція 1. Вступ до комп'ютерного зору	Основи цифрового представлення зображень. Завдання на СРС: п. 6, № 1.
2	Лекція 2. Архітектура CNN	Принципи роботи згорткових нейронних мереж. Функції активації, пулінг. Завдання на СРС: п. 6, № 1.
3	Лабораторне заняття 1. Робота з бібліотеками Torchvision та OpenCV	Завдання: Завантаження, візуалізація та попередня обробка зображень. Завдання на СРС: п. 6, № 2.
4	Лекція 3. Повністю згорткові мережі	Повністю згорткові мережі (FCN). Огляд еволюції архітектур. Завдання на СРС: п. 6, № 1.
Тема 2. Алгоритми розширення графічних даних		
5	Лекція 4. Методи аугментації даних	Геометричні перетворення, зміна кольору, додавання шуму. Завдання на СРС: п. 6, № 1.
6	Лабораторне заняття 2. Реалізація алгоритмів аугментації	Завдання: Реалізація деформації, часткового перекриття за допомогою Albumentations. Завдання на СРС: п. 6, № 2.
Тема 3. Класифікація та розпізнавання зображень		
8	Лекція 6. Архітектура VGG та ResNet	Residual blocks та розв'язання проблеми затухання градієнта. Завдання на СРС: п. 6, № 1.

9	Лекція 7. Легковагові архітектури	MobileNet, EfficientNet для мобільних пристроїв. Завдання на CPC: п. 6, № 1.
10	Лабораторне заняття 3. Transfer Learning	Завдання: Розробка та навчання моделі класифікації зображень з використанням Transfer Learning. Завдання на CPC: п. 6, № 3.
11	Лекція 8. Метрики оцінки	Accuracy, Precision, Recall, F1-Score, ROC-AUC. Завдання на CPC: п. 6, № 1.
Тема 4. Виявлення та відстеження об'єктів		
12	Лекція 9. Задачі Object Detection	Архітектури R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN. Завдання на CPC: п. 6, № 1.
13	Лекція 10. Сімейство архітектур YOLO	Принципи роботи YOLO, еволюція версій. Завдання на CPC: п. 6, № 1.
14	Лабораторне заняття 4. Навчання моделі YOLO	Завдання: Підготовка датасету та навчання моделі YOLO для детекції об'єктів. Завдання на CPC: п. 6, № 3.
15	Лекція 11. Алгоритми відстеження об'єктів	Object Tracking: DeepSORT, ByteTrack. Завдання на CPC: п. 6, № 1.
16	Лабораторне заняття 5. Оцінка моделі	Завдання: Оцінка та інференс навченої моделі у хмарному середовищі. Завдання на CPC: п. 6, № 3.
Тема 5. Сегментація зображень		
17	Лекція 12. Види сегментації	Semantic Segmentation vs Instance Segmentation. Завдання на CPC: п. 6, № 1.
18	Лекція 13. Архітектура U-Net	Encoder-Decoder структура, skip connections. Архітектура SegNet. Завдання на CPC: п. 6, № 1.
19	Лабораторне заняття 6. Модель сегментації	Завдання: Розробка моделі сегментації на основі архітектури U-Net. Завдання на CPC: п. 6, № 3.
20	Лекція 14. Метрики сегментації	IoU (Intersection over Union), Dice Coefficient. Завдання на CPC: п. 6, № 1.
Тема 6. Vision Transformers та MLOps		
21	Лекція 15. Vision Transformers (ViT)	Механізми Self-Attention у задачах комп'ютерного зору. Завдання на CPC: п. 6, № 1.
22	Лекція 16. Основи MLOps для CV-моделей	Оптимізація швидкодії (ONNX, TensorRT). Завдання на CPC: п. 6, № 1.

23	Лабораторне заняття 7. Експорт моделі	Завдання: Експорт моделі у формат ONNX та підготовка до розгортання як API. Завдання на СРС: п. 6, № 3.
----	---------------------------------------	--

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Дисципліна «Проектування та розроблення систем комп'ютерного зору на основі Deep Learning» ґрунтується на самостійній підготовці до аудиторних занять на теоретичні та практичні теми.

№ з/п	Назва теми, що вноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин	Література
1	Опрацювання матеріалів лекцій (Теми 1-6)	28	Баз. 1-4
2	Підготовка до лабораторних занять (встановлення середовища, PyTorch, OpenCV)	14	Баз. 4, 5
3	Написання коду, навчання моделей та підготовка звітів до лабораторних робіт	14	Баз. 1-5
4	Підготовка до модульної контрольної роботи	8	Весь матеріал лекцій
5	Підготовка до заліку	10	Весь матеріал семестру

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекційних занять є обов'язковим. Проте, відсутність на лекційному занятті не передбачає нарахування штрафних балів, оскільки фінальний рейтинговий бал студента формується виключно на основі оцінювання результатів навчання. Відвідування лабораторних занять може бути епізодичним та за потреби консультації/захисту лабораторних робіт.

Правила поведінки на заняттях: активність, повага до присутніх та дотримання інших норм етичної поведінки, що визначені розділом 2 Кодексу честі КПІ імені Ігоря Сікорського.

Дотримання політики академічної доброчесності, що визначена розділом 3 Кодексу честі КПІ імені Ігоря Сікорського. Факти порушень політики академічної доброчесності розглядаються відповідно до «Положення про систему запобігання плагіату, фабрикації, фальсифікації в КПІ ім. Ігоря Сікорського».

Використання засобів штучного інтелекту під час вивчення дисципліни регламентується відповідно до «Політики використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського». В ході виконання лабораторних робіт допускається використання засобів штучного інтелекту для генерування тих частин, що не становлять предмет вивчення дисципліни. Виконані лабораторні роботи у тій частині, що становить предмет вивчення (архітектура моделі, процес навчання), мають бути результатом власної оригінальної роботи. Використання ШІ під час проходження модульної контрольної роботи та семестрового контролю суворо заборонено.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Протягом семестру студенти виконують 7 лабораторних робіт. Максимальна кількість балів за кожну лабораторну роботу: 8 балів.

Бали нараховуються за: якість виконання лабораторної роботи (реалізація архітектури, підготовка даних): 0-4 бали; відповідь під час захисту: 0-3 бали; своєчасне представлення: 0-1 бал.

Максимальна кількість балів за виконання та захист лабораторних робіт: 8 балів × 7 лаб. робіт = 56 балів.

Завдання на модульну контрольну роботу складається з теоретичних та практичних питань. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу: 44 бали.

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює: $R = 56 \text{ балів} + 44 \text{ бали} = 100 \text{ балів}$.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр. На першій та другій атестації студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50% від максимальної кількості балів.

Семестровий контроль: залік

При семестровому рейтингу не менше 60 балів та відсутності заборгованостей з лабораторних робіт, студент отримує залік «автоматом». В іншому разі, він має виконувати залікову контрольну роботу.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено аспірант, Столярчук Є.Ю.

Ухвалено кафедрою ПЗКС (протокол № 12 від 11.02.2026 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету програмних систем та прикладної математики (протокол № 7 від 23.02.2026 р.)