

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Розпізнавання жестів з використанням нейромереж

для студентів

галузь знань	12 «Інформаційні технології» <i>(шифр і назва)</i>
спеціальність	122 «Комп'ютерні науки» <i>(шифр і назва спеціальності)</i>
освітній рівень	бакалавр <i>(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)</i>
освітня програма	«Інформатика» <i>(назва освітньої програми)</i>
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2023/2024
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: **Сергій КОНДРАТЮК, к.т.н.** (лекції)

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

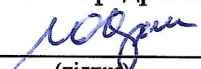
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

Розробники: Сергій КОНДРАТЮК, к.т.н., асистент кафедри теоретичної кібернетики,
Юрій КРАК, д.ф.-м.н, професор, завідувач кафедри теоретичної
кібернетики


ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичної кібернетики


Юрій КРАК
(підпис)

Протокол № 7 від « 8 » лютого 2021 р.

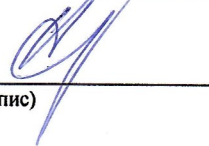
Схвалено Гарантом освітньо-професійної програми «Інформатика»


Людмила ОМЕЛЬЧУК
(підпис)

« 11 » лютого 2021 р.

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

Протокол від « 11 » лютого 2021 року № 7

Голова науково-методичної комісії 
Людмила ОМЕЛЬЧУК
(підпис)

« 11 » лютого 2021 року

1. Мета дисципліни — ознайомити студентів з основними поняттями, концепціями розпізнавання жестів, ознайомитися з класичними підходами комп'ютерного зору та опанувати сучасні підходи за допомогою нейромереж, та показати найбільш популярні програмні комплекси для роботи з ними.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

1. *Знати:* матеріал стандартних університетських курсів математичного аналізу, лінійної алгебри, теорії імовірності; програмувати на одній з актуальних мов програмування.

2. *Вміти:* творчо використовувати у навчальному процесі, дослідницькій матеріал стандартних університетських курсів математичного аналізу, лінійної алгебри, теорії імовірності; розв'язувати типові задачі з цих курсів, програмувати на одній з актуальних мов програмування.

3. *Володіти елементарними навичками:* роботи з комп'ютером.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна розглядає основні алгоритми, методи, моделі із розпізнавання жестів, як за допомогою класичних алгоритмів комп'ютерного зору так і за допомогою сучасних згорткових нейромереж; процес побудови власних моделей на основі згорткових нейромереж із тривимірними згортками; методики їх оцінки; інструментальні засоби процесу розробки. Прикладна складова включає роботу із програмними комплексами OpenCV та PyTorch.

Протягом вивчення курсу студенти мають навчитись вибирати підходи та застосовувати їх до розв'язування задач розпізнавання жестів з нейромережами, а також самостійно працювати з фаховою літературою, вести дискусії фахової тематики з колегами, обробляти та аналізувати отримані результати.

Викладається в 8 семестрі 4 курсу в обсязі – 90 год. (3 кредити ECTS), зокрема: лекції – 28 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 60 год.

4. Завдання (навчальні цілі):

Розвивати:

- 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.
- 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.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (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			
PH1.1	Знати основні поняття розпізнавання жестів.	Лекція	Контрольна робота	25%
PH1.2	Знати основні та сучасні підходи у розпізнаванні жестів з нейромережами, метрики оцінювання їх якості.	Лекція	Контрольна робота	20%
PH2.1	Вміти розробляти та оцінювати власні системи із застосуванням нейромереж для розпізнавання жестів.	Самостійна робота	Контрольна робота	25%
PH2.2	Вміти використовувати програмні комплекси під час	Лекція, Самостійна	Контрольна робота	10%

	розробки нейромереж для розпізнавання жестів			
РН3.1	Якісно презентувати результати власних наробок та наукових досліджень з питань пов'язаних зі згортковими нейромережами.	Лекція, самостійна робота	Контрольна робота	20%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни				
	РН 1.1	РН 1.2	РН 2.1	РН 2.2	РН 3.1
<i>(з опису освітньої програми)</i>					
ПРН4. 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.	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2, РН1.3 – 50 б./30 б.
2. Контрольна робота 2: РН2.1, РН2.2, РН3.1 – 50 б./30 б.

Студент має право один раз перескласти контрольну роботу з можливістю отримати не більше 80% балів, призначених за роботу.

Типові завдання контрольних робіт

Контрольна робота № 1

1. Дати визначення задачі розпізнавання жестів.
2. Навести алгоритми попередньої обробки зображень з жєстами.
3. Описати різновиди особливостей зображень із жєстами.
4. Описати фільтр Собєля.
5. Дати визначення дескриптору SIFT.

Матеріал, що виноситься на контрольну роботу № 1: див. запитання 1-14 для підготовки до оцінювання.

Контрольна робота № 2

1. Дати визначення операції згортки.
2. Дати визначення глибокої нейронної мережі.
3. Навести переваги тривимірних згорток у задачі розпізнавання динамічних жестів.
4. Описати підходи для боротьби з перенавчанням нейронної мережі.
5. Навести підходи аугментації жестових даних та їх переваги й недоліки.

Матеріал, що виноситься на контрольну роботу № 2: див. запитання 15-24 для підготовки до оцінювання.

- підсумкове оцінювання (у формі заліку):

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, нижчі мінімального порогового рівня, до підсумкової оцінки не додаються.

Запитання для підготовки до оцінювання

1. Постановка задачі розпізнавання жестів.
2. Різновиди жестів. Динамічні жести. Жестова мова.
3. Прикладні галузі розпізнавання жестів.
4. Підходи попередньої обробки зображень.
5. Підходи нормалізації зображень.
6. Підходи зменшення шуму зображень.
7. Визначення Гаусівського фільтру
8. Визначення та різновиди особливостей зображень.
9. Пошук граней на зображенні. Алгоритм Кенні. Фільтр Собеля.
10. Пошук кутів на зображенні. Оператор Гарріса.
11. Пошук блобів на зображенні. Лапласіан Гаусіани.
12. Піраміда зображень.
13. Трансформація Хью.
14. Дескриптор особливостей. Гістограма градієнтів, SIFT, SURF.
15. Глибоке навчання. Глибокі мережі.
16. Згорткова нейромережа. Операція згортки.
17. Тривимірна згортка. Переваги застосування у нейромережах.
18. Гіперпараметри згорткової нейромережі. Підходи до їх оптимізації.
19. Набір даних для навчання нейромережі. Критерії збору даних.
20. Принцип розділення даних на навчальну, тестову та валідаційну вибірку.
21. Боротьба з перенавчанням нейромережі. Рання зупинка. Dropout шар.
22. Метрики для розпізнавання жестів та знаходження позиції жестів на кадрі.
23. Підходи до аугментації зображень.
24. Підход до змішування даних – MixUp.

7.2 Організація оцінювання:

Терміни проведення форм оцінювання:

Контрольні роботи: № 1 – до лекції № 8, № 2 – до лекції № 14.

Після завершення теоретичного навчання в семестрі й до офіційних перескладань іспитів контрольні роботи не проводяться.

7.3 Шкала відповідності оцінок

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

8 Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		Лекції	Самостійна робота
Частина 1 Розпізнавання жестів методами комп'ютерного зору			
1	Тема 1. Розпізнавання жестів.	2	
2	Тема 2. Задача розпізнавання зображень. <i>Самостійна робота:</i> Галузі та прикладні задачі розпізнавання зображень..	2	6
3	Тема 3. Підходи комп'ютерного зору. <i>Самостійна робота:</i> Прикладні задачі комп'ютерного зору. Розпізнавання зображень на основі вмісту. Статичні та динамічні об'єкти.	2	6
4	Тема 4. Класичні підходи обробки зображень. <i>Самостійна робота:</i> Відновлення, видалення шумів, нормалізація зображень. Гаусів фільтр.	2	4
5	Тема 5. Знаходження особливостей на зображенні. <i>Самостійна робота:</i> Фільтр Собеля, Санпу детектор, детектор Гарріса. Знаходження блобів.	2	4
6	Тема 6. Задача сегментації зображення. <i>Самостійна робота:</i> Кластеризація зображень. Виділення заднього фону. Гістограма градієнтів.	2	4
7	Тема 7. Класичні підходи розпізнавання зображень <i>Самостійна робота:</i> Дескриптори зображень. Програмний комплекс OpenCV.	2	5
	Контрольна робота 1		1
Всього по частині 1		14	30
Частина 2 Розпізнавання жестів із нейромережами			
8	Тема 1. Особливості розпізнавання жестів. <i>Самостійна робота:</i> Типи жестів. Жестова мова. Мульти-жестові технології.	2	4
9	Тема 2. Набори жестових даних. <i>Самостійна робота:</i> Критерії якості набору даних. Метрики статистичної різноманітності даних.	2	4
10	Тема 3. Згорткові нейромережі у задачі розпізнавання жестів. <i>Самостійна робота:</i> Глибокі мережі. Архітектури згорткових нейромереж для задачі розпізнавання жестів.	2	4
11	Тема 4. Тривимірні згортки. <i>Самостійна робота:</i> Огляд тривимірних згорток для задач динамічних жестів.	2	4
12	Тема 5. Оптимізація параметрів згорткової нейромережі. <i>Самостійна робота:</i> Підходи оптимізації параметрів. Програмний комплекс для побудови та оптимізації нейронних мереж PyTorch.	2	4
13	Тема 6. Аугментація зображень. <i>Самостійна робота:</i> Програмний комплекс imgaug для аугментації зображень. Критерії аугментації. MixUp.	2	4
14	Тема 7. Метрики та підходи до зменшення перенавчання нейромережі.	2	5

	Самостійна робота: Рання зупинка навчання нейромережі. Тестування роботи нейромережі. Dropout шар.		
	Контрольна робота 2		1
	Всього по частині 2	14	30
	ВСЬОГО	28	60

Загальний обсяг **90** год. (3 кредити ECTS), у тому числі:

Лекції – **28** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота – **60** год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In Advances in neural information processing systems, – 2012, – p. 1097–1105,.
2. Andrew G. Howard, Weijun Wang. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications
3. Mark Sandler, MobileNetv2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks. / Andrew Howard, Menglong Zhu, Andrey Zhmoginov, Liang-Chieh Chen // arXiv:1801.04381v4 – 2019
4. Y. Jia. Caffe: Convolutional architecture for fast feature embedding. / Y. Jia, E. Shelhamer, J. Donahue, S. Karayev, J. Long, R. Girshick, S. Guadarrama, and T. Darrell // arXiv preprint arXiv:1408.5093, – 2014.
5. Ю. Г. Кривонос. Моделювання рухів віртуального персонажа для просторого відтворення жестової мови. / Ю. Г. Кривонос, Ю. В. Крак, О. В. Бармак // 2010 ISSN 1560-9189 Реєстрація, зберігання і обробка даних, Т. 12, # 2 – 2010
6. Y. Bulatov, “Hand recognition using geometric classifiers,” / S. Jambawalikar, P. Kumar, and S. Sethia // in Biometric Authentication. Springer, –2004, – pp. 753–759.

Додаткові:

7. V. Pavlovic, “Visual Interpretation of Hand Gestures for Human-Computer Interaction: A Review,” / V. Pavlovic, R. Sharma, T. S. Huang // IEEE PAMI, –vol. 19, No. 7, –1997, pp. 677-695.
8. W.T. Freeman. Orientation histograms for hand gesture recognition. / W.T. Freeman and M. Roth // In IEEE International Workshop on Automatic Face- and Gesture- Recognition, – 1995, – p. 296-301.
9. R.K. McConnell. Method of and apparatus for pattern recognition, –1986.
10. R.C. Gonzalez and R.E. Woods. Digital Image Processing. Prentice Hall, 2nd edition, – 2002
11. Julie A. Jacko. Human–Computer Interaction Handbook (3rd Edition). – 2012
12. Kondratiuk S. Gesture recognition using cross platform software and convolutional neural networks // Штучний інтелект. – т. 85-86, – 2019 – С.107-113.
13. Kondratiuk S. Dactyl Alphabet Modeling and Recognition Using Cross Platform Software. / Kondratiuk S., Krak I. // Proceedings of the 2018 IEEE 2nd International Conference on Data Stream Mining and Processing, DSMP 2018. 21-25 Aug. 2018. Lviv. – 2018. – P. 420 – 423.
14. PyTorch – <https://pytorch.org/>
15. OpenCV – <https://opencv.org/>

10. Додаткові ресурси:

https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1ih858ysuzFR2X9Yh0BsWLd_rb-sSbN5K