



Національний
транспортний
університет

БК Нейромережеві технології

Рівень вищої освіти – *другий (магістерський)*

Дні занять, час занять, аудиторія: будуть доступні згідно розкладу за посиланням <https://kizt.ntu.edu.ua/to-the-student/rozklady-zanyat-i-sesij/>

Кафедра інформаційних технологій та штучного інтелекту

Лекції проводить

к.ф.-м.н., доц. Ткаченко Ольга Іванівна

Контактна інформація	oitkachen@gmail.com +38063-282-43-60
----------------------	--

Адреса, номер аудиторії	м. Київ, вул. Івана Огієнка, 19, каб. 601a
-------------------------	--

Час консультацій	Щовівторка з 16:00 до 17:00
------------------	-----------------------------

Практичні заняття проводить

к.ф.-м.н., доц. Ткаченко Ольга Іванівна

Контактна інформація	oitkachen@gmail.com +38063-282-43-60
----------------------	--

Аудиторія	м. Київ, вул. Івана Огієнка, 19, каб. 601a
-----------	--

Час консультацій	Щовівторка з 16:00 до 17:00
------------------	-----------------------------

Анотація дисципліни: «Нейромережеві технології» - вибіркова навчальна дисципліна, присвячена практичним методам побудови, навчання та експериментального оцінювання нейронних моделей. У дисципліні розглядаються багаточарові, згорткові й рекурентні мережі, механізми уваги, трансформери, моделі подання даних, генеративні нейронні моделі, регуляризація, перенесення навчання та оптимізація моделей для ефективного отримання прогнозів.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є архітектури нейронних мереж, методи їх навчання, добір функцій втрат і метрик, аналіз якості та обчислювальної ефективності нейронних моделей. Обсяг дисципліни - 4 кредити ЄКТС (120 годин): денна форма - 18 годин лекцій, 18 годин практичних занять і 84 години самостійної роботи; заочна форма - 2 години лекцій, 4 години практичних занять і 114 годин самостійної роботи.

Мета дисципліни: сформувати здатність обґрунтовано добирати архітектуру нейронної мережі, реалізовувати відтворюваний процес навчання, оцінювати якість моделі та оптимізувати її для практичного застосування.

Очікувані результати навчання: після завершення дисципліни здобувач освіти зможе: 1) готувати дані й відтворюване середовище нейромережевого експерименту; 2) реалізовувати та навчати багаточарові, згорткові й послідовні нейронні моделі; 3) застосовувати механізми уваги, перенесення навчання та генеративні нейронні моделі; 4) добирати функції втрат, оптимізатори, регуляризацію і метрики відповідно до задачі; 5) аналізувати помилки, узагальнювальну здатність і стабільність результатів; 6) стискати, експортувати та порівнювати моделі за точністю, затримкою й використанням пам'яті.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна пов'язана з навчальними дисциплінами «Методологія та організація наукових досліджень», «Інноваційні технології Big Data та інформаційної безпеки в управлінні транспортними системами», «Моделі управління IT-інфраструктурою», «Проектування програмного забезпечення інтелектуальних систем», «Проектування систем з розподіленими базами даних» та «Хмарні технології».

Програма навчальної дисципліни складається з таких модулів:

Модуль 1. Архітектури та навчання нейронних мереж

Тема 1. Відтворюване навчання багатoshарових нейронних мереж

Обчислювальний граф, штучний нейрон, шари та параметри моделі. Пряме поширення і зворотне поширення похибки. Функції активації та втрат. Ініціалізація параметрів. Поділ даних на навчальну, валідаційну й тестову вибірки. Нормалізація ознак, формування пакетів даних, фіксація випадкових початкових умов і протоколювання експериментів. Реалізація багатoshарового перцептрона засобами PyTorch або Keras.

Тема 2. Згорткові нейронні мережі для аналізу зображень

Операція згортки, канали, ядра, крок, доповнення та об'єднання. Локальні рецептивні поля й спільне використання параметрів. Сучасні архітектурні блоки: залишкові зв'язки та нормалізація. Аугментація даних і перенесення навчання. Побудова класифікатора зображень, формування матриці помилок та аналіз похибок за класами.

Тема 3. Нейронні моделі послідовностей і механізми уваги

Подання послідовностей і часових залежностей. Рекурентні мережі, LSTM і GRU; затухання та вибух градієнтів. Архітектура кодувальник–декодувальник. Механізм уваги, самоувага, позиційне кодування та блок трансформера. Маскування і пакетна обробка послідовностей. Порівняння рекурентної моделі й трансформера на контрольному наборі даних.

Векторні подання та попередньо навчені моделі. Токенізація, формування вхідних послідовностей і тонке налаштування моделі. Добір метрик для класифікації та прогнозування послідовностей. Інтерпретація результатів і документування обмежень експерименту.

Модуль 2. Сучасні нейромережеві моделі та ефективне виконання

Тема 4. Моделі подання даних і генеративні нейронні мережі

Навчання векторних подань. Автокодувальники та варіаційні автокодувальники: латентний простір, реконструкція і регуляризація. Генеративно-змагальні мережі: ролі генератора й дискримінатора, функції втрат і типові проблеми навчання. Загальна схема дифузійних моделей. Порівняння генеративних моделей за якістю, різноманітністю результатів та обчислювальними витратами.

Тема 5. Регуляризація, оцінювання та оптимізація нейронних моделей

Перенавчання та недонавчання. L1/L2-регуляризація, dropout, рання зупинка і планування швидкості навчання. Добір гіперпараметрів без використання тестової вибірки. Метрики класифікації та регресії, калібрування прогнозів і довірчі інтервали для порівняння моделей. Аналіз стабільності результатів за повторними запусками.

Стиснення моделей: проріджування, квантування та дистиляція знань. Експорт моделі у формат ONNX і виконання за допомогою ONNX Runtime. Порівняння точності, розміру моделі, затримки та використання пам'яті. Підготовка картки моделі з описом даних, метрик, обмежень і відтворюваних параметрів експерименту.

Для розвитку дослідницьких і творчих навичок здобувачам освіти можуть пропонуватися додаткові завдання за тематикою дисципліни: відтворення результатів наукової публікації,

порівняння нейронних моделей, підготовка доповіді, тез або презентації. Результати таких робіт зараховуються в межах установлених балів поточного контролю.

Тематика індивідуальної роботи погоджується з викладачем і має передбачати власний експеримент, опис даних, метрик, параметрів навчання та аналіз отриманих результатів.

Методи поточного контролю: виконання і захист практичних робіт, тематичні тести, перевірка експериментальних звітів та усне обґрунтування вибору моделі, метрик і параметрів навчання.

Методи модульного контролю: для денної форми - дві модульні контрольні роботи по 10 балів; для заочної форми - контрольна робота на 20 балів. Підсумковий контроль - 40 балів; його форма визначається після встановлення коду вибіркового компонента.

Джерела для вивчення дисципліни:

1. Методичні матеріали, набори даних та завдання до практичних робіт, розміщені у віртуальному середовищі навчання.

2. Електронний ресурс бібліотеки НТУ: <http://lib.ntu.edu.ua/catalog/login.html>

Віртуальне середовище навчання (Google Classroom): посилання на курс надається викладачем на першому занятті.

Оцінювання

Контроль протягом семестру (60 балів)					Підсумковий контроль	Сума балів	
Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3 (ІЗ)			
Теми 1–2	Тема 3	Тема 4	Тема 5				
Для денної форми: за кожною з тем 1–5 - до 6 балів за виконання і захист практичної роботи та до 2 балів за тематичний тест або усне обґрунтування. Разом за теми - 40 балів. Модульні контрольні роботи по 10 балів					Не передбачено освітньою програмою та навчальним планом	40	100
Для заочної форми: за кожною з тем 1–5 - до 8 балів за виконання і захист практичного завдання. Разом за теми - 40 балів. Контрольна робота на 20 балів							

Самостійна робота

Самостійна робота охоплює опрацювання літератури й документації, підготовку даних і середовища, завершення практичних експериментів та оформлення звітів. Додаткові види робіт оцінюються лише в межах 60 балів поточного і модульного контролю.

Підготовка до практичних занять і контрольних заходів здійснюється під час самостійної роботи з можливістю консультування з викладачем у визначений час або засобами електронного зв'язку.

Результати неформальної або інформальної освіти можуть бути визнані замість відповідних завдань за процедурою НТУ в межах 60 балів і не збільшують максимальну оцінку понад 100 балів.

Критерії оцінювання

Критерії оцінювання: правильність реалізації моделі; відтворюваність експерименту; обґрунтованість вибору архітектури, функції втрат і метрик; коректність аналізу помилок; якість

висновків і звіту. Підсумкові бали визначаються як сума балів, отриманих протягом семестру та за підсумковий контроль, відповідно до Додатка 1 до Положення про організацію освітнього процесу в НТУ.

Політика несвоєчасного проходження контрольних заходів.

Поточний та підсумковий контролю проводяться згідно з графіком освітнього процесу та затвердженими графіками. У разі неявки на підсумковий контроль з поважної причини контроль може бути проведений індивідуально в погоджений строк за наявності дозволу дирекції ННКІЗТ.

Повторне складання підсумкового контролю в разі отримання незадовільної оцінки допускається не більше двох разів: один раз - викладачеві, другий - комісії, створеній директором ННКІЗТ відповідно до чинних нормативних документів НТУ.

У разі подання завдання пізніше встановленого строку без поважної причини оцінка знижується на 10 %. Документовані збої електронного середовища навчання, аварійні відключення або інші обставини, що об'єктивно унеможливили своєчасне подання, розглядаються викладачем індивідуально.

Політика перескладання. Упродовж тижня після оголошення результатів поточного контролю здобувач освіти може звернутися до викладача за роз'ясненням або з обґрунтованою незгодою. Апеляція щодо підсумкового контролю подається в порядку та строки, визначені чинними нормативними документами НТУ. Повторне проходження підсумкового контролю з метою підвищення позитивної оцінки не допускається.

Політика відвідування та активності. Здобувач освіти має брати участь у заняттях і виконувати передбачені дисципліною завдання. Пропущені практичні роботи та контрольні заходи виконуються за погодженим індивідуальним графіком до завершення підсумкового контролю.

Академічна доброчесність. Дотримання академічної доброчесності регулюється Кодексом етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ, Положенням про систему забезпечення академічної доброчесності та іншими чинними нормативними документами університету.

Кодекс етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного транспортного університету

Положення про систему забезпечення академічної доброчесності педагогічними, науково-педагогічними, науковими працівниками та здобувачами вищої освіти в Національному транспортному університеті

Порушеннями академічної доброчесності є:

- академічний плагіат;
- фальсифікація;
- списування;
- обман;
- неправомірна вигода;
- хабарництво.

Порушення Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного транспортного університету є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним.

Під час поточного або підсумкового контролю дозволено використовувати лише ті джерела й засоби, які прямо визначив викладач. Ознаки списування, недозволеної допомоги або підміни авторства розглядаються за процедурами академічної доброчесності НТУ.

Поведінка в аудиторії. Ноутбуки та портативні пристрої використовуються з навчальною метою відповідно до завдань дисципліни. Не допускається використання пристроїв, яке перешкоджає заняттю або порушує академічну доброчесність. Обмеження не поширюються на погоджені засоби доступності та допоміжні технології.

В аудиторії забороняється вживання їжі, напоїв (за винятком води). Здобувачі вищої освіти та викладачі повинні дотримуватися етичних норм поведінки.

Підтримка здобувачів з особливими освітніми потребами погоджується з дирекцією ННКІЗТ.

За проблем зі здоров'ям, що перешкоджають навчанню, здобувач звертається до медичного закладу та повідомляє дирекцію ННКІЗТ.

Скарги, пропозиції, зауваження та повідомлення про конфліктні ситуації в межах освітніх програм можна надсилати на електронну адресу general@ntu.edu.ua або через скриньку довіри, розміщену при вході до університету.

Електронна скринька для звернень до психологічної служби: philosophy@ntu.edu.ua.

Канали зв'язку з розробником силабуса: e-mail oitekachen@gmail.com; тел.: +380 (63) 282-43-60.

Рекомендована література:

1. Zhang A., Lipton Z. C., Li M., Smola A. J. Dive into Deep Learning. URL: <https://d2l.ai/>.
2. PyTorch. Documentation. URL: <https://docs.pytorch.org/>.
3. Keras. Developer Guides. URL: <https://keras.io/guides/>.
4. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016. URL: <https://www.deeplearningbook.org/>.
5. Vaswani A. et al. Attention Is All You Need. 2017. URL: <https://arxiv.org/abs/1706.03762>.
6. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition. 2015. URL: <https://arxiv.org/abs/1512.03385>.
7. Kingma D. P., Ba J. Adam: A Method for Stochastic Optimization. 2014. URL: <https://arxiv.org/abs/1412.6980>.
8. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long Short-Term Memory. Neural Computation. 1997. Vol. 9, No. 8. P. 1735–1780. URL: <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>.
9. Goodfellow I. et al. Generative Adversarial Nets. 2014. URL: <https://arxiv.org/abs/1406.2661>.
10. Ho J., Jain A., Abbeel P. Denoising Diffusion Probabilistic Models. 2020. URL: <https://arxiv.org/abs/2006.11239>.
11. ONNX Runtime. Documentation. URL: <https://onnxruntime.ai/docs/>.
12. Scikit-learn. Metrics and scoring: quantifying the quality of predictions. URL: https://scikit-learn.org/stable/modules/model_evaluation.html.
13. Hugging Face. Transformers Documentation. URL: <https://huggingface.co/docs/transformers/>.

Додаткова інформація

Детальнішу інформацію щодо методів навчання, практичних занять, форм оцінювання, самостійної роботи та повного списку літератури наведено у Робочій програмі навчальної дисципліни.