



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Штучні нейронні мережі

Шифр та назва спеціальності

122 – Комп'ютерні науки

Інститут

ННІ Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Освітня програма

Комп'ютерні науки.

Кафедра

Системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), Вибіркова (профільована)

Семестр

6

Мова викладання

Українська,

Викладачі, розробники



Паржин Юрій Володимирович

yurii.parzhyn@khnpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри САІТ

Автор понад 100 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Основи штучного інтелекту», «Штучні нейронні мережі», «Інженерія глибинного навчання»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Вивчаються принципи, моделі, методи побудови архітектури та навчання різноманітних нейронних мереж для вирішення задач інтелектуальної обробки інформації.

Мета та цілі дисципліни

Дисципліна має метою вивчення: теоретію та практику побудови та використання штучних нейронних мереж, заснованих на різноманітних архітектурах та методах навчання для вирішення задач класифікації, регресії, кластеризації.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, практичні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ВКП 5.1. Здатність проектувати, розробляти та використовувати штучні нейронні мережі різноманітної архітектури, технології та засоби машинного навчання для розв'язання широкого кола прикладних задач, пов'язаних з аналізом великих, неструктурованих або нечітких даних, синтезом знань та візуалізацією отриманих результатів.

Результати навчання

РНП 5.1. Вміти проектувати, розробляти та здійснювати навчання штучних нейронних мереж, використовувати різноманітні технології, методи та засоби машинного навчання для розв'язування широкого кола прикладних задач.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 32 год., практична робота -16 год., самостійна робота – 70 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Математичний аналіз", "Об'єктно-орієнтоване програмування", "Основи штучного інтелекту".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Інтерактивні лекції з презентаціями, дискусії, практичні заняття, лабораторні заняття, курсова робота, індивідуальні завдання, командна робота, метод зворотного зв'язку з боку студентів, проблемно-орієнтоване навчання, самостійна робота студентів.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ до штучних нейронних мереж (ШНМ).

Основні визначення, задачі що вирішуються, класифікація ШНМ, переваги та недоліки, основні парадигми навчання, приклади реалізації.

Тема 2. Моделі нейронів та активаційні функції.

Класифікація моделей нейронів, види активаційних функцій та їх призначення, структура формального нейрону, його навчання та обмеження функціонування.

Тема 3. Загальна постановка задачі класифікації на основі ШНМ.

Геометрична інтерпретація роботи нейрону, задача класифікації в n-вимірному просторі, проблема XOR, призначення прихованих шарів, навчання окремого нейрону.

Тема 4. Мережі прямого розповсюдження сигналів. Перцептрони.

Визначення перцептронів, архітектура та навчання елементарного перцептронів, основні положення теорії перцептронів.

Тема 5. Багатозоровий перцептрон. Алгоритм зворотного розповсюдження помилки, регуляризація.

Архітектура багатозорового перцептронів, нейрон зміщення та його призначення, градієнтний спуск, момент та швидкість навчання. Загальний алгоритм зворотного розповсюдження помилки, дельта-правило, гіперпараметри та їх вибір, проблема перенавчання, практичні рекомендації, методи регуляризації.

Тема 6. Функції втрат.

Задачі, що вирішуються та функції втрат, класифікаційні втрати, втрата регресії, середньоквадратична помилка, крос-ентропія, задачі ML та відповідні функції втрат.

Тема 7. Оптимізатори.

Градієнтний спуск, стохастичний градієнтний спуск, оптимізатор імпульсу, середньоквадратичне розповсюдження, оптимізатор Adam.

Тема 8. Метрики класифікації та регресії.

Класифікаційні метрики, типи помилок, Precision Metric, Recall/Sensitivity Metric, F1 score, Accuracy Metric, Confusion Matrix, Метрики регресії, Mean Absolute Error, Mean Squared Error.

Тема 9. Згорткові нейронні мережі (CNN).

Історія та досягнення, загальний підхід до побудови архітектури, операція згортки, пулінг.

Тема 10. Побудова CNN на прикладі мережі LeNet5.

Загальна архітектура, шар згортки, шар пулінгу, шар активації, повнозв'язний шар, побудова мережі, навчання мережі, переваги та недоліки CNN.

Тема 11. Основи обробки природної мови (Natural Language Processing, NLP).

Приклади використання, рівні та етапи NLP, практичні задачі NLP, рекурентна мережева мовна модель (RNNLM), модель GloVe, модель fastText, модель Word2Vec, її архітектура та навчання.

Тема 12. Рекурентні нейронні мережі (RNN). Архітектура і навчання.

Історія створення, мережі Хопфілда, Хемінга, Елмана; загальна ідея побудови сучасних RNN, обчислювальні графи, архітектура RNN, двоспрямовані RNN, навчання RNN: метод зворотного розповсюдження помилки у часі. Двоспрямована асоціативна пам'ять (мережа Коско). Постановка задачі, архітектура, навчання, практичне використання.

Тема 13. Рекурентні нейронні мережі. LSTM та GRU.

Довга короткочасна пам'ять (long short-term memory, LSTM), приклади RNN та LSTM, керований рекурентний блок (Gated Recurrent Unit, GRU), концепція уваги, застосування RNN.

Тема 14. Трансформери.

Архітектура, навчання, механізми уваги, застосування, генеративні моделі GPT.

Тема 15. Навчання без вчителя. Загальний підхід.

Визначення навчання без вчителя, кластеризація, постановка задачі, цілі кластеризації, типи кластерних структур, якість кластеризації; Методи кластеризації, алгоритм k-means, функції відстані, візуалізація кластерної структури; практичні задачі, що вирішуються з навчанням без вчителя; навчання з частковим залученням вчителя.

Тема 16. Мережі Кохонена та автокодувальники (автоенкодері).

Правило Хебба, нейронна мережа Хебба, конкурентне навчання, нейронні мережі Кохонена, мережа, що сама навчається, її архітектура та алгоритм навчання; мапи, що самі організуються (SOM); застосування мереж Кохонена. Призначення та основна архітектура автокодувальників, їх типи та задачі, що вирішуються; схеми функціонування, алгоритм навчання, приклади реалізації та застосування.

Теми практичних занять

Тема 1. Бібліотека TensorFlow. Частина 1.

Завантаження та використання.

Тема 2. Бібліотека TensorFlow. Частина 2.

Ознайомлення з основними функціями.

Тема 3. Бібліотека Keras. Частина 1.

Завантаження та використання.

Тема 4. Бібліотека Keras. Частина 2.

Ознайомлення з основними функціями.

Тема 5. Бібліотека PyTorch. Частина 1.

Завантаження та використання.

Тема 6. Бібліотека PyTorch. Частина 2.

Ознайомлення з основними функціями.

Тема 7. Бібліотека Pandas. Частина 1.

Завантаження та використання.

Тема 8. Бібліотека Pandas. Частина 2.

Ознайомлення з основними функціями

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Багатошаровий перцептрон.

Побудова та навчання багатошарового перцептрону на мові Python з використанням бібліотек для класифікації зображень бібліотеки ImageNet.

Тема 2. Згорткова нейронна мережа.

Побудова та навчання згорткової нейронної мережі на мові Python з використанням бібліотек для класифікації символів бібліотек MNIST та FashionMNIST.

Тема 3. Побудова та навчання моделі Word2Vec.

Роз'язання задачі векторизації тексту.

Тема 4. Рекурентні нейронні мережі.

Побудова та навчання рекурентної ШНМ на мові Python з використанням бібліотек для класифікації текстів.

Тема 5. Алгоритми навчання без вчителя. Частина 1.

Використання методу k-середніх (k-means) та методу ієрархічної кластеризації для кластеризації, методу t-SNE, методу кластеризації на основі щільності DBSCAN.

Тема 6. Алгоритми навчання без вчителя. Частина 2.

Використання методу t-SNE та методу кластеризації на основі щільності DBSCAN для кластеризації набору даних "Іриси Фішера".

Тема 7. Автоенкодера.

Побудова та навчання автоенкодера на мові Python з використанням бібліотек.

Тема 8. Карті самоорганізації SOM.

Побудова та навчання карт Кохонена, що самоорганізуються.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання курсової роботи зі створення проекту, що передбачає вирішення задачі на основі розробки, навчання та застосування штучної нейронної мережі. Результати курсової роботи оформлюються у письмовий звіт. Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

Література та навчальні матеріали

Основна література.

1. Терейковський І. А., Бушуєв Д. А., Терейковська Л. О. Штучні нейронні мережі: Базові положення. Навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022, - 123 с.

<http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/50135/1/ANN.pdf>

2. Субботін С. О. Нейронні мережі. Теорія та практика. Навчальний посібник. Національний університет "Запорізька політехніка". 2020, - 184с.

http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/6800/1/Subbotin_Neural.pdf

3. Акіменко В.В. Штучні нейронні мережі в задачах групування та аналізу інформації. Курс лекцій. КНУім. Тараса Шевченка. Київ, 2020. – 166с.

http://csc.knu.ua/media/study/asp/art_net_group_inf_akimenko/lecture/lec1.pdf

4. Кононова К. Ю. Машинне навчання. Методи та моделі. Підручник. - Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2020. - 279 с.

https://www.researchgate.net/publication/345765254_MASINNE_NAVCANNA_METODI_TA_MODELI

Додаткова література

1. Google python class. <https://developers.google.com/edu/python>

3. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville Deep Learning. The MIT Press. 2016 – 652p.

<https://www.deeplearningbook.org/>

4. Lutz M. Python Pocket Reference - O'Reilly, 2014. — 264 p. — 5th ed. — ISBN: 9781449357016.

<http://symbiod.com/pdf/Tech/Python%20Pocket%20Reference%204E.pdf?view=FitH>

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (20%) та оцінювання курсової роботи (40%).

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: 2 онлайн тести (20%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

27.08.2023, підпис

Завідувач кафедри
Юрій ДОРОФЄЄВ

27.08.2023, підпис

Гарант ОП
Олена ЛОБАЧ