



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. Штучний інтелект та управління проектами

Кафедра

Системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), Обов'язкова

Семестр

5

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, курсова робота, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.

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.

СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.

СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

СК5. Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.

СК6. Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики.

СК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

СК17. Здатність проектувати та розробляти системи штучного інтелекту на основі використання штучних нейронних мереж різноманітної архітектури.

СК18. Здатність застосовувати штучні нейронні мережі для вирішення практичних задач класифікації, регресії, прогнозування, кластеризації.

Результати навчання

РН1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

РН2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

РН3. Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей.

РН4. 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.

РН7. Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно- та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

РН8. Використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах.

РН18. Застосовувати штучні нейронні мережі, що розроблені на основі використання бібліотек, розширень та фреймворків мови Python, для вирішення практичних задач інтелектуального аналізу даних.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 32 год., самостійна робота – 56 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 перцептрону, архітектура та навчання елементарного перцептрону, основні положення теорії перцептронів.

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

Архітектура багатoshарового перцептрону, 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 граfi, 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 організовуються (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

Відсутні

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Багатошаровий перцептрон.

Побудова та навчання багатошарового перцептронів 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 ШМ 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. Автоенкодері.

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

Завідувач кафедри
Юрій ДОРОФЄЄВ

27.08.2023

Гарант ОП
Марина ГРИНЧЕНКО

