



Інтелектуальні системи прийняття рішень

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 «Комп'ютерні науки»
Освітня програма	«Системи і методи штучного інтелекту»
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 годин), 36 год.лекції, 18 год. лабор. робіт, 66 год.СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік, МКР, письмово
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/ 2 год лекційних та 1 год лабораторних робіт на тиждень
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор, доцент кафедри ММСА Недашківська Надія Іванівна, n.nedashkivska@gmail.com Лабораторні роботи: д.т.н., професор, доцент кафедри ММСА Недашківська Надія Іванівна, n.nedashkivska@gmail.com
Розміщення курсу	Платформа дистанційного навчання «Сікорський», Googleclassroom, код курсу jaohroi

Програма навчальної дисципліни

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

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- застосовувати сучасні методи і моделі інтелектуальних систем, машинного навчання, глибокі рекурентні нейронні мережі типу кодувальник – декодувальник для моделювання і породження послідовностей, прийняття рішень в TensorFlow 2;
- виконувати довгострокове прогнозування нестационарних часових рядів за допомогою гібридних моделей рекурентних нейронних мереж типу кодувальник – декодувальник у поєднанні зі згортковими мережами,
- виконувати базову обробку текстів на природній мові (Natural Language Processing, NLP), класифікацію тексту, змістовний аналіз (Sentiment Analysis), тематичне моделювання (Thematic Modeling), готувати дані для обробки тексту, породжувати текст, використовуючи глибокі рекурентні нейронні мережі, шари вкладень (Embedding), архітектури «Перетворювач» (Transformer), механізми уваги і самоуваги (Attention, Self-Attention Mechanism); приймати рішення з використанням гібридних методів та моделей глибоких рекурентних нейронних мереж типу кодувальник – декодувальник;
- застосовувати TensorFlow 2 і API Keras для розв'язання наведених вище задач;
- виконувати багатокритеріальне оцінювання альтернатив рішень ієрархічними та мережевими методами підтримки прийняття рішень з використанням експертних

оцінок; оцінювати якість експертних оцінок парних порівнянь для використання в інтелектуальних системах прийняття рішень;

- будувати модулі власних інтелектуальних систем прийняття рішень для розв'язання наведених вище задач.

Дисципліна сприяє формуванню у студентів таких **компетентностей**:

- ЗК 01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- СК 01 Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук
- СК 02 Здатність формалізувати предметну область певного проєкту у вигляді відповідної інформаційної моделі
- СК 03 Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області
- СК 18 Здатність розробляти нові топології штучних нейронних мереж, включаючи гібридні нейронні мережі

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні **результати навчання**:

- РН 1 Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань
- РН 2 Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур
- РН 5 Оцінювати результати діяльності команд та колективів у сфері інформаційних технологій, забезпечувати ефективність їх діяльності
- РН 6 Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи
- РН 7 Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей
- РН 8 Розробляти математичні моделі та методи аналізу даних (включно з великими)
- РН 10 Проєктувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення
- РН 11 Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування
- РН 23 Розробляти та викладати спеціалізовані навчальні дисципліни з інформаційних технологій у закладах вищої освіти
- РН 26 Розробляти адекватні методи навчання та самонавчання, включаючи методи глибокого навчання (Deep Learning) та використовувати їх для налаштування нейронних мереж для вирішення конкретних задач прогнозування, керування, класифікації та інтелектуального аналізу даних
- РН 29 Розробляти нові топології гібридних нейронних мереж адаптованих до умов поставленого завдання та навчальної вибірки

Зокрема **знати** поняття інтелектуальних систем прийняття рішень, інтелектуальних технологій в порівнянні з традиційним програмуванням, методів, які використовуються для побудови інтелектуальних систем прийняття рішень, методів побудови і навчання рекурентних нейронних мереж (RNN), моделей LSTM, GRU, їх модифікацій та узагальнень, проблем довгої пам'яті у рекурентних нейронних мережах, проблем навчання мереж RNN, моделей структурно обмеженої рекурентної нейронної мережі (Structurally Constrained RNN, SCRNN) та унітарної рекурентної мережі (Unitary RNN, URNN), моделей типу кодувальник-декодувальник, регуляризованих автокодувальників та технологій їх навчання; технологій застосування машинного навчання для змістовного аналізу (sentiment analysis), підготовки даних для обробки текстів, оцінки важливості слів за допомогою tf-idf; глибоких структурованих семантичних моделей (Deep Structured Semantic Models, DSSM); методуки

стемінгу слів (Word Stemming), розподіленого представлення слів, моделі Word2Vec, GloVe; технології тематичного моделювання (Thematic Modeling) за допомогою латентного розміщення Діріхле (latent Dirichlet allocation, LDA); породження тексту за допомогою глибоких рекурентних нейронних мереж; знати модель типу кодувальник – декодувальник з увагою та технологію її застосування для машинного перекладу текстів; знати породжуючі моделі WaveNet, PixelRNN, DRAW, а також неявні (implicit) породжуючі моделі; архітектуру «Перетворювач» (Transformer), механізм уваги (Attention Mechanism) та його модифікації; технології прогнозування і прийняття рішень з використанням гібридних методів та моделей рекурентних нейронних мереж типу кодувальник-декодувальник у поєднанні зі згортковими; знання TensorFlow 2 і API Keras для розв'язання наведених вище задач; та **уміти** створювати модулі власних інтелектуальних систем прийняття рішень з використанням рекурентних, згорткових нейронних мереж, моделей кодувальник-декодувальник для моделювання і породження послідовностей в TensorFlow 2, оцінювати якість побудованих моделей; довгострокового прогнозування часового ряду моделями LSTM, GRU, їх модифікаціями, моделями рекурентних мереж типу кодувальник-декодувальник, гібридними моделями рекурентних та згорткових мереж; виконувати класифікацію тексту, розв'язувати задачі змістовного аналізу (sentiment analysis), породжувати частини тексту за допомогою рекурентних нейронних мереж, використовувати архітектури «Перетворювач» (Transformer) та механізм самоуваги (Self-attention mechanism) для прийняття рішень; вміти застосовувати засоби TensorFlow 2 і API Keras та будувати модулі власних інтелектуальних систем прийняття рішень для розв'язання наведених вище задач; і отримують теоретичний та практичний **досвід** побудови модулів інтелектуальних систем прийняття рішень для розв'язання наведених вище задач.

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

При вивченні дисципліни використовуються знання дисциплін «Теорія ймовірностей», «Математична статистика», «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра», «Методи оптимізації», «Чисельні методи», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Інтелектуальний аналіз даних», «Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень», мають знання щодо основ машинного навчання, багатоварових нейронних мереж прямого розповсюдження, навички роботи в середовищі Python.

Знання, набуті при вивченні цієї дисципліни, використовуються в дипломному проектуванні, у практичній самостійній роботі випускника в галузі інтелектуального аналізу даних під час аналізу великих і надвеликих баз даних та масивів тексту, при побудові прогнозів на основі статистичних даних та оцінок експертів, при розробці корпоративних інформаційно-аналітичних систем в державних і приватних управлінських структурах.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ до інтелектуальних систем прийняття рішень

Тема 0.1. Поняття інтелектуальних систем прийняття рішень. Інтелектуальні технології в порівнянні з традиційним програмуванням. Огляд методів, які використовуються для побудови інтелектуальних систем прийняття рішень.

Розділ 1. Основи рекурентних нейронних мереж. Моделі типу кодувальник-декодувальник, гібридні моделі, їх застосування для довгострокового прогнозування часових рядів та прийняття рішень

Тема 1.1. Основи рекурентних нейронних мереж. Модель в просторі станів. Задачі обробки послідовностей. Алгоритми навчання рекурентних мереж. Зворотне розповсюдження в часі (BackPropagation Through Time). Проблеми навчання рекурентних нейронних мереж.

Тема 1.2. Модель довгої короткотермінової пам'яті (Long Short-Term Memory, LSTM). Модель GRU. Модифікації та узагальнення LSTM. Гібридні моделі на основі LSTM [1, 3]

Тема 1.3. Розпаралелювання процесу навчання нейронних мереж в TensorFlow 2 Python. Механіка TensorFlow. API Keras. [6 – 10]

Тема 1.4. Моделі типу кодувальник-декодувальник. Регуляризовані автокодувальники, їх навчання та використання [1– 10]

Тема 1.5. Реалізація SimpleRNN, LSTM і GRU для прогнозування часового ряду в Python. Прогнозування часового ряду на основі гібридних моделей, які поєднують LSTM / GRU, згорткові мережі, моделі кодувальник-декодувальник. Приклади реалізації в TensorFlow 2 і Keras. [6 – 10]

Розділ 2. Застосування глибоких рекурентних нейронних мереж для обробки текстів на природній мові (Natural Language Processing, NLP)

Тема 2.1. Задачі інтелектуальної обробки текстів. Застосування машинного навчання для змістовного аналізу (Sentiment Analysis). Підготовка даних для обробки тексту. Проблеми інтелектуальної обробки текстів. Динамічні алгоритми і зовнішнє навчання. [1, 3, 4, 6 – 10]

Тема 2.2. Класифікація тексту за допомогою рекурентних нейронних мереж. Розподілені представлення слів. Моделі Word2Vec і GloVe. Переваги і недоліки цих моделей [1 – 4, 8 – 10]

Тема 2.3. Реалізація глибоких рекурентних нейронних мереж для моделювання послідовностей в TensorFlow 2 та розв'язання задачі змістовного аналізу (sentiment analysis). Шари вкладень (embedding) для кодування речень природної мови. [1,2, 4, 8 – 10]

Тема 2.4. Тематичне моделювання (Thematic Modeling). [3, 4]

Тема 2.5. Глибокі структуровані семантичні моделі (Deep Structured Semantic Models, DSSM). [3, 4]

Розділ 3. Породження текстів за допомогою глибоких рекурентних нейронних мереж

Тема 3.1. Породжуючі моделі і глибоке навчання. Попередня обробка даних для моделювання природної мови на рівні символів. Моделі WaveNet, PixelRNN, DRAW. Неявні (implicit) породжуючі моделі. [1, 3, 4, 8 – 10]

Тема 3.2. Реалізація в TensorFlow 2: породження тексту за допомогою глибоких рекурентних нейронних мереж. Побудова моделі. Оцінювання моделі. [5 – 10]

Тема 3.3. Архітектура «Перетворювач» (Transformer). Механізми уваги (Attention mechanism) і самоуваги (Self-Attention Mechanism). Параметризація механізму самоуваги за допомогою ваг запитів, ключів і значень. Застосування до задачі змістовного аналізу (sentiment analysis). [1 - 7]

Тема 3.4. Модель типу кодувальник – декодувальник з увагою та її застосування для машинного перекладу текстів. Діалогова модель на основі ієрархічної архітектури кодувальник – декодувальник (HRED). [1, 3, 4, 6, 7]

Розділ 4. Багатокритеріальне оцінювання моделей ІАД та МН (альтернатив рішень) на основі ієрархій та мереж підтримки прийняття рішень (ППР) з використанням експертних оцінок

Тема 4.1. Методи розрахунку локальних ваг/пріоритетів елементів ієрархічної та мережевої моделей ППР на основі експертних оцінок парних порівнянь: EM, RGMM, AN, оптимізаційні моделі.

Тема 4.2. Методи оцінювання і підвищення узгодженості експертних оцінок парних порівнянь.

Тема 4.3. Методи розрахунку глобальних ваг/пріоритетів моделей ІАД та МН (альтернатив рішень) – агрегування ваг. Розрахунок важливості критеріїв рішень. Аналіз чутливості результатів.

Заклучна тема. Напрямки розвитку та перспективи подальших досліджень. Невирішені проблеми.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Н.І. Недашківська. Конспект лекцій у формі слайдів з кредитного модуля «Інтелектуальні системи прийняття рішень», магістр професійний, освітня програма «Системи і методи штучного інтелекту», 2024.
<https://classroom.google.com/c/NjYxNDQ5MDcyMzUw?cjc=jaohroi>
2. Н.І. Недашківська. Методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму з кредитного модуля «Інтелектуальні системи прийняття рішень», магістр професійний, освітня програма «Системи і методи штучного інтелекту», 2024.
<https://classroom.google.com/c/NjYxNDQ5MDcyMzUw?cjc=jaohroi>
3. Недашківська Н. І. Прийняття рішень в ієрархічних системах: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 124 «Системний аналіз», освітніх програм «Системний аналіз і управління», «Системний аналіз фінансового ринку» / Н.І.Недашківська; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,13 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 202 с. url: <https://ai.kpi.ua/ua/masters/2019nedashkivska-n-i-pryiniattia-rishen-v-iierarkhichnykh-systemakh.pdf> Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол №8 від 25.04.2019 р.)

Знайти зазначені в п. 1 – 3 базові навчальні матеріали можна на Платформі дистанційного навчання «Сікорський», Googleclassroom, код курсу **jaohroi**. Обов'язковими для прочитання є джерела наведені вище в пп.1 і 2.

Додаткова література

4. TensorFlow Documentation. Режим доступу: <https://www.tensorflow.org>, 2024.
5. Keras Documentation. Режим доступу: <https://keras.io>, 2024.
6. Scikit-Learn Documentation. Режим доступу: <https://scikit-learn.org/>, 2024.
7. Andrej Karpathy. The Unreasonable Effectiveness of Recurrent Neural Networks, 2015.
<https://karpathy.github.io/2015/05/21/rnn-effectiveness/>
8. Klaus Greff et al. LSTM: A Search Space Odyssey, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1503.04069.pdf>
9. Scott Zhu, Francois Chollet. Working with RNNs.
https://www.tensorflow.org/quide/keras/working_with_rnn, 2023.
10. Text generation with an RNN, 2024, https://www.tensorflow.org/text/tutorials/text_generation
11. Sebastian Raschka, Vahid Mirjalili. Python Machine Learning. Third Edition. Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2. Packt Publishing, 2019.
<https://github.com/rasbt/python-machine-learning-book-3rd-edition>
12. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. Deep Learning. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2017. <https://www.deeplearningbook.org/>
13. Jake VanderPlas. Python Data Science Handbook. Essential Tools for Working with Data. O'Reilly Media Inc., 2017. 576 p. <https://cdnpdf.com/pdf-38301-python-data-science-handbook-essential-tools-for-working-with-data-by-jake-vanderplas>

14. Aurelien Geron. *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*. O'Reilly Media Inc., Sebastopol, CA, 2019. Second Edition. (за запитом викладачу)
15. Ramsundar B., Zadeh R.B. *TensorFlow for Deep Learning*. O'Reilly Media Inc., Sebastopol, CA, 2018. (за запитом викладачу)
16. Aäron van den Oord, Sander Dieleman. *WaveNet: A generative model for raw audio*. <https://deepmind.google/discover/blog/wavenet-a-generative-model-for-raw-audio/>
17. Shaojie Bai, J. Zico Kolter, Vladlen Koltun. *An Empirical Evaluation of Generic Convolutional and Recurrent Networks for Sequence Modeling*. 2018. <https://arxiv.org/abs/1803.01271>
18. Jeremy Howard, Sebastian Ruder. *Universal Language Model Fine-tuning for Text Classification*. 2018. <https://arxiv.org/abs/1801.06146>
19. Jay Alammar. *The Illustrated Transformer*, 2018. <https://jalammar.github.io/illustrated-transformer/>
20. Nal Kalchbrenner et al, *Grid Long Short-Term Memory*, 2015, <https://arxiv.org/pdf/1507.01526v1.pdf>
21. Rafal Jozefowicz, *Exploring the Limits of Language Modeling*, 2016, <https://arxiv.org/abs/1602.02410>
22. Kelvin Xu et al. *Show, Attend and Tell: Neural Image Caption Generation with Visual Attention*, 2015, <https://arxiv.org/pdf/1502.03044v2.pdf>

Використовується сучасне комп'ютерне та мультимедійне обладнання, платформа дистанційного навчання «Сікорський».

Для виконання практичних робіт використовується open-source програмне забезпечення Python (<https://www.python.org/>), Scikit-Learn 1.2.1 – open source, commercially usable – BSD license (<https://scikit-learn.org/>), TensorFlow v.2.11.0 – Apache-2.0 license (<https://www.tensorflow.org/>), Keras – Apache-2.0 license (<https://keras.io>)

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекція 1. Поняття інтелектуальних систем прийняття рішень. Інтелектуальні технології в порівнянні з традиційним програмуванням. Огляд методів, які використовуються для побудови інтелектуальних систем прийняття рішень. [1]

Лекція 2. Основи рекурентних нейронних мереж. Модель в просторі станів. Задачі обробки послідовностей. Алгоритми навчання рекурентних мереж. Проблеми навчання рекурентних нейронних мереж. [1 – 5]

Лекція 3. Алгоритм BackPropagation Through Time. Модель довгої короткотермінової пам'яті (Long Short-Term Memory, LSTM). Модель GRU. [1 – 4].

Лекція 4. Розпаралелювання процесу навчання нейронних мереж в TensorFlow Python. [6, 7]

Лекція 5. Механіка TensorFlow 2. Основи API Keras (tf.keras). Використання tf.data – API Dataset. Декоратори функцій. [6, 7]

Лекція 6. Створення власних класів, використовуючи tf.Module, tf.keras.Model, tf.keras.layers.Layer. Використання оцінщиків TensorFlow 2: tf.estimator. [6, 7]

Лекція 7. Реалізація SimpleRNN, LSTM і GRU для довгострокового прогнозування часового ряду в TensorFlow [6 – 10]

Лекція 8. Проблеми довгої пам'яті у рекурентних нейронних мережах. Двонаправлені Bidirectional LSTM. Мережі Джордана і Елмана. Моделі структурно обмеженої рекурентної нейронної мережі (Structurally Constrained Recurrent Network, SCRNN) та унітарної рекурентної мережі (unitary RNN, uRNN). [1 – 3]

Лекція 9. Моделі типу кодувальник-декодувальник. Регуляризовані автокодувальники: розріздені (sparse autoencoders), шумоподавляючі, сжимаючі. [1 – 10]

Лекція 10. Навчання моделей типу кодувальник-декодувальник. [1 – 10]

Лекція 11. Довгострокове прогнозування часового ряду на основі гібридних моделей LSTM і GRU типу кодувальник-декодувальник у поєднанні зі згортковими мережами: приклади реалізації в TensorFlow 2 і Keras. [4 - 7]

Лекція 12. Задачі інтелектуальної обробки текстів. Застосування машинного навчання для змістовного аналізу (sentiment analysis). Підготовка даних для обробки тексту. Оцінка важливості слів за допомогою tf-idf. Стемінг слів (word stemming) [1]

Лекція 13. Реалізація: 1) навчання логістичної регресійної моделі для класифікації документів; 2) наївні байесівські класифікатори і класифікація текстів. [1, 3]

Лекція 14. Класифікація тексту за допомогою рекурентних нейронних мереж. Розподілені представлення слів. Модель word2vec. Модель GloVe – альтернатива word2vec. [1 – 4]

Лекція 15. Реалізація глибоких рекурентних нейронних мереж для моделювання послідовностей в TensorFlow: розв'язання задачі змістовного аналізу (sentiment analysis). Шари вкладень (embedding) для кодування речень природної мови. [6, 7]

Лекція 16. Породжуючі моделі і глибоке навчання. Попередня обробка даних для моделювання природної мови на рівні символів. Моделі WaveNet, PixelRNN, DRAW. Неявні (implicit) породжуючі моделі.

Реалізація в TensorFlow 2: породження тексту за допомогою глибоких рекурентних нейронних мереж. Побудова моделі. Оцінювання моделі. [5 – 10]

Тема 17. Архітектура «Перетворювач» (Transformer). Механізми уваги (Attention mechanism) і самоуваги (Self-attention mechanism). Параметризація механізму самоуваги за допомогою wag запитів, ключів і значень. Застосування до задачі змістовного аналізу (sentiment analysis). [1 - 7]

Лекція 18. Модель типу кодувальник – декодувальник з увагою та її застосування для машинного перекладу текстів. Діалогова модель на основі ієрархічної архітектури кодувальник – декодувальник (HRED).

Напрямки розвитку та перспективи подальших досліджень. Невирішені проблеми.

Лабораторні роботи

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни, отримання практичних навичок створення і навчання моделей рекурентних нейронних мереж для моделювання і породження послідовностей в TensorFlow Python. В результаті виконання робіт студенти отримують практичні навички довгострокового прогнозування нестационарного часового ряду моделями LSTM, GRU, їх модифікаціями, моделлю Conv1D, моделями рекурентних мереж типу кодувальник-декодувальник, гібридними моделями рекурентних та згорткових нейронних мереж ConvLSTM2D; будуть вміти виконувати класифікацію тексту, розв'язувати задачі змістовного аналізу (sentiment analysis), породжувати частини тексту за допомогою рекурентних нейронних мереж, використовувати архітектуру «Перетворювач» (Transformer), механізм самоуваги (Self-Attention Mechanism);

вміти застосовувати Scikit-Learn, TensorFlow 2 і API Keras Python для розв'язання наведених вище задач і побудови модулів власних інтелектуальних систем прийняття рішень.

№ з/п	Назва роботи	Кількість ауд. годин
1	Розпаралелювання процесу навчання нейронних мереж в TensorFlow. Побудова нейромережевої моделі в TensorFlow 2 для класифікації та регресії. Основи API Keras (tf.keras).	4
2	Навчання рекурентних нейронних мереж LSTM і GRU засобами TensorFlow 2 для прогнозування нестационарного часового ряду	2
3	Інтервальне прогнозування часових рядів за допомогою рекурентних нейронних мереж LSTM / GRU типу "кодувальник - декодувальник" Encoder-Decoder	2
4	Інтервальне прогнозування часових рядів за допомогою гібридних моделей рекурентних та згорткових мереж: LSTM / GRU - Conv1D, ConvLSTM2D	2
5	Класифікація тексту за допомогою рекурентних нейронних мереж в TensorFlow	2
6	Породження тексту за допомогою глибоких рекурентних нейронних мереж в TensorFlow	4
7	Багатокритеріальне оцінювання моделей ІАД та МН (альтернатив рішень) на основі ієрархій підтримки прийняття рішень з використанням експертних оцінок	2

Для виконання лабораторних робіт використовується open-source програмне забезпечення Python (<https://www.python.org/>), Scikit-Learn 1.2.1 – open source, commercially usable – BSD license (<https://scikit-learn.org/>), TensorFlow v.2.11.0 – Apache-2.0 license (<https://www.tensorflow.org>), Keras – Apache-2.0 license (<https://keras.io>)

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента включає підготовку до лабораторних робіт, підготовку до модульної контрольної роботи, а також опрацювання окремих частин наступних тем:

Тема 2. Основи рекурентних нейронних мереж. Модель в просторі станів. Задачі обробки послідовностей. Алгоритми навчання рекурентних мереж. Зворотне розповсюдження в часі (BackPropagation Through Time). Проблеми навчання рекурентних нейронних мереж.

Тема 3. Модель довгої короткотермінової пам'яті (Long Short-Term Memory, LSTM). Модель GRU. Модифікації та узагальнення LSTM. Гібридні моделі на основі LSTM [1, 3]

Тема 4. Розпаралелювання процесу навчання нейронних мереж в TensorFlow 2 Python. Механіка TensorFlow. API Keras. [6 – 10]

Тема 5. Моделі типу кодувальник-декодувальник. Регуляризовані автокодувальники, їх навчання та використання [1– 10]

Тема 6. Реалізація SimpleRNN, LSTM і GRU для прогнозування часового ряду в Python. Прогнозування часового ряду на основі гібридних моделей, які поєднують LSTM / GRU, згорткові мережі, моделі кодувальник-декодувальник. Приклади реалізації в TensorFlow 2 і Keras. [6 – 10]

Тема 7. Задачі інтелектуальної обробки текстів. Застосування машинного навчання для змістовного аналізу (sentiment analysis). Підготовка даних для обробки тексту. Динамічні алгоритми і зовнішнє навчання. [1, 3, 4, 6 – 10]

Тема 8. Класифікація тексту за допомогою рекурентних нейронних мереж. Розподілені представлення слів. Моделі word2vec і GloVe. [1 – 4, 8 – 10]

Тема 9. Реалізація глибоких рекурентних нейронних мереж для моделювання послідовностей в TensorFlow 2: розв'язання задачі змістовного аналізу (sentiment analysis). Шари вкладень (embedding) для кодування речень природної мови. [1,2, 4, 8 – 10]

Тема 10. Тематичне моделювання. [3, 4]

Тема 11. Глибокі структуровані семантичні моделі (Deep Structured Semantic Models, DSSM). [3, 4]

Тема 12. Породжуючі моделі і глибоке навчання. Попередня обробка даних для моделювання природної мови на рівні символів. Моделі WaveNet, PixelRNN, DRAW. Неявні (implicit) породжуючі моделі. [1, 3, 4, 8 – 10]

Тема 13. Реалізація в TensorFlow 2: породження тексту за допомогою глибоких рекурентних нейронних мереж. Побудова моделі. Оцінювання моделі. [5 – 10]

Тема 14. Архітектура «Перетворювач» (Transformer). Механізми уваги (Attention mechanism) і самоуваги (Self-attention mechanism). Параметризація механізму самоуваги за допомогою wag запитів, ключів і значень. Застосування до задачі змістовного аналізу (sentiment analysis). [1 - 7]

Тема 15. Модель типу кодувальник – декодувальник з увагою та її застосування для машинного перекладу текстів. Діалогова модель на основі ієрархічної архітектури кодувальник – декодувальник (HRED). [1, 3, 4, 6, 7]

Тема 16. Напрямки розвитку та перспективи подальших досліджень. Невирішені проблеми.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Пропущені контрольні заходи оцінювання. Кожен студент має право відпрацювати пропущені з поважної причини (лікарняний, мобільність тощо) заняття за рахунок самостійної роботи. Детальніше за посиланням: <https://kpi.ua/files/n3277.pdf>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання. Студент може підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право аргументовано оскаржити результати контрольних заходів, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного.

Календарний контроль проводиться з метою підвищення якості навчання студентів та моніторингу виконання студентом вимог силабусу.

Академічна доброчесність. Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки. Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни «Сталий інноваційний розвиток» може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англomовних джерел.

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

Поточний контроль: модульна контрольна робота.

Строк виконання модульної контрольної роботи – 20.05.2024 р.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 40 балів.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

- 1) виконання та захист 7 (семи) лабораторних робіт – максимум 63 бали;
- 2) виконання модульної контрольної роботи – максимум 30 балів;
- 3) творчі роботи за тематикою курсу – 5 – 10 балів.

1. Практичні/ лабораторні роботи. Упродовж семестру студенту пропонується виконати 7 (сім) практичних/ лабораторних робіт (ЛР).

Рейтингова оцінка кожної ЛР складається з 2 частин, які оцінюються окремо.

а. Якість підготовки до роботи, її виконання та оформлення звіту.

- за умови правильно оформленого звіту з точним виконанням завдання ЛР – 4,5 балів;
- за наявності несуттєвих неточностей в оформленні або процедурі виконання ЛР – 4 – 4,4 балів;
- за наявності порушень в оформленні, неповного або неточного виконання – 3-4 бали.

б. Якість захисту матеріалу. В цій частині оцінюється ступінь володіння теоретичним і практичним матеріалом за темою роботи.

- відмінне володіння матеріалом – 4,5 балів;
- добре володіння матеріалом – 4 – 4,4 балів;
- задовільне володіння матеріалом – 3 – 4 бали.

	ЛР – 1	ЛР – 2	ЛР – 3	ЛР – 4	ЛР – 5	ЛР – 6	ЛР – 7
Рекомендовані строки здачі та захисту роботи	04.03	18.03	01.04	15.04	29.04	13.05	27.05

Максимальна кількість балів за всі ЛР дорівнює: $7 \cdot 9 = 63$ бали.

2. Модульна контрольна робота. Містить теоретичні і практичні завдання. Теоретичні завдання передбачають звернення до англомовних першоджерел. Практичне завдання включає програмну реалізацію сучасних методів глибоких нейронних мереж, моделей рекурентних нейронних мереж та методів багатокритеріальної підтримки прийняття рішень.

Максимальна оцінка за модульну контрольну роботу складає 30 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 8 тижнів станом на 24.03 «ідеальний студент» має набрати 49 балів. На першому календарному контролі (8-й тиждень, 24.03) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $49/2 = 25$ балів.

За результатами 15 тижнів навчання станом на 12.05 «ідеальний студент» має набрати 100 балів. На другій атестації (15-й тиждень, 12.05) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 60 балів.

Максимальна сума балів за роботу в семестрі складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є отримання рейтингу 40 балів і вище. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу на 20 балів.

Завдання залікової контрольної роботи складається з чотирьох завдань різних розділів робочої програми. Кожне завдання контрольної роботи оцінюється у 5 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 4.8-5 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 3.7 – 4.8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та значні помилки – 3 – 3.7 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 – 3 бали.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 40	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни можуть бути зараховані з додатковими 5 – 10 балами до загального рейтингу студента.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор, д.т.н., доцент кафедри ММСА Недашківська Надія Іванівна

Ухвалено кафедрою ММСА НН ІПСА (протокол № 13 від 05.06.2024)

Погоджено Методичною комісією НН ІПСА (протокол № 10 від 24.06.2024)