



ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (освітньо-професійний)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>123 - КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ</i>
Освітня програма	<i>Системне програмування та спеціалізовані комп'ютерні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити, 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>МКР, Залік</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор, лабораторні: д.т.н., проф. Терейковський Ігор Анатолійович, tereikovskiy.ihor@ill.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Отримані знання будуть необхідними та корисними для кожного фахівця в області інформаційних технологій, як під час здійснення службових обов'язків, так і в повсякденному житті (наприклад, при розробці та налаштуванні нейромережових засобів аналізу біометричних параметрів).

Мета дисципліни: підготовка висококваліфікованих фахівців, які володіють методами побудови комп'ютерних систем штучного інтелекту на базі нейронних мереж, вміють виконувати як моделювання, так і розробку таких систем на основі отриманих теоретичних результатів

Предмет дисципліни: теорія та практика створення нейромережових засобів, призначених для застосування в комп'ютерних системах.

Основні завдання навчальної дисципліни

Компетентності:

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК 6. Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення.

ФК 8. Здатність виконувати роботи з впровадження комп'ютерних систем та мереж, введення їх до експлуатації на об'єктах різного призначення.

ФК 13. Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних

технологій, визначати обмеження цих технологій.

ФК 22. Здатність створювати програмне забезпечення та операційні системи нового нетрадиційного призначення.

Програмні результати навчання

ЗНАННЯ:

ЗН 2. Методів та засобів проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах

ЗН 3. Новітніх технологій в галузі комп'ютерної інженерії.

ЗН 8. Сучасних технологій проектування комп'ютерних систем та мереж.

УМІННЯ:

УМ 3. Системно мислити та застосовувати творчі здібності для формування нових ідей.

УМ 4. Застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення задач спеціальності.

УМ 10. Виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою.

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

Пререквізити: мати базові знання отримані при вивченні дисциплін «Теорія ймовірності та математична статистика», «Програмування», «Моделювання», «Системне програмування».

Постреквізити: вирішення практичних задач з обробки комп'ютерної інформації; застосування отриманих знань при вивченні дисциплін пов'язаних з проектуванням і експлуатацією комп'ютерних систем та мереж.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Базові положення в області нейронних мереж

Тема 1.1. Загальна характеристика штучних нейронних мереж.

Тема 1.2. Глибокі нейронні мережі з прямим розповсюдженням сигналу.

РОЗДІЛ 2. Згорткові нейронні мережі

Тема 2.1. Базові положення в області згорткових нейронних мереж.

Тема 2.2. Конструктивні параметри згорткових мереж.

Розділ 3. Рекурентні нейронні мережі

Тема 3.1. Класичні рекурентні нейронні мережі.

Тема 3.2. Глибинні рекурентні нейронні мережі.

Розділ 4. Застосування нейронних мереж для вирішення практичних задач

Тема 4.1. Технологія формування навчальної вибірки.

Тема 4.2. Метод нейромережевого аналізу зображення обличчя людини.

Тема 4.3. Метод нейромережевого аналізу текстових даних.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Терейковський, І.А. Штучні нейронні мережі: базові положення [Електронний ресурс] : навчальний посібник / І. А. Терейковський, Д. А. Бушуєв, Л. О. Терейковська; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,5 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 123 с. – Назва з екрана.
2. Терейковський, І.А. Цифрова обробка сигналів та зображень: розпізнавання фону в голосовому сигналі за допомогою нейронних мереж [Електронний ресурс] : навчальний посібник / І. А. Терейковський, Л. О. Терейковська; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,25 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 120 с. – Назва з екрана.
3. Терейковський, І.А. Інтелектуалізовані методи захисту інформації: нейронні мережі в захисті інформації [Електронний ресурс] : навчальний посібник / І. А. Терейковський, А. О. Корченко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,16 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 176 с. – Назва з екрана.
4. Субботін С. О. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. посіб./ С. О. Субботін. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2021. – 184 с.

Додаткова література

7. Інформаційні технології. Словник термінів. Частина 34. Штучний інтелект. Нейронні мережі (EN ISO/IEC 2382-34:1999, IDT) : ДСТУ ISO/IEC 2382-34-2003. – [Чинний від 2004-10-01]. – К. : Держспоживстандарт, 2005. – 20 с..
8. Prospects of neural networks in business models / L. Tereykovskaya , O. Petrov , M Aleksander // TransComp 2015. 30 November – 3 December, 2015, Zakopanem, Poland. – P. 1539–1545.
9. Терейковська Л.О. Нейромережева модель розпізнавання емоційного стану операторів автоматизованих робочих місць за клавіатурним почерком. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І.Вернадського, серія «Технічні науки». Том 30 (69) Ч. 1 № 4 2019, С.129-133.
10. Терейковська Л.О., Терейковський О.І. Нейромережева модель розпізнавання емоцій по зображенню обличчя. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І.Вернадського, серія «Технічні науки». Том 30 (69) Ч. 1 № 2 2019, С.209-213.
11. Терейковська Л.О. Метод визначення виду згорткової нейронної мережі для аналізу параметрів клавіатурного почерку. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. Том 30 (69), Ч. 1, № 6 2019, С. 164-168.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

1. Загальна характеристика штучних нейронних мереж.

Поняття штучного інтелекту та штучної нейронної мережі. Біологічний прототип. Математична модель штучного нейрону. Функція активації. Синаптичні зв'язки. Структура нейронної мережі. Поняття нейронного шару. Класифікація штучних нейронних мереж. Процедури розпізнавання та навчання. Архітектура та особливості функціонування нейронної мережі з сигмоїдальною функцією активації. Навчання з використанням алгоритму зворотнього розповсюдження помилки. Архітектура та особливості функціонування двохшарового персептрону.

Література: 2, 4

2. Глибокі нейронні мережі з прямим розповсюдженням сигналу.

Концепція ієрархічного розпізнавання. Критерії оцінки обчислювальної потужності нейромережевої моделі. Архітектура багат шарового персептрону. Обмеження багат шарового персептрону з сигмоїдальною функцією активації. Підходи до подолання ефекту «затухання градієнту». Функція активації ReLU. Недоліки застосування ReLU та шляхи виправлення. Процедура Dropout. Передумови та поняття регуляризації. Штрафи по нормі параметрів. Штраф по нормі як оптимізація з обмеженнями. Поповнення набору даних. Робастість відносно шуму. Навчання з частковим залученням вчителя. Багато задачне навчання. Рання зупинка навчання. Зв'язування та розділення параметрів. Розріджені подання. Баггінг. Конкурентне навчання. Особливості оптимізації навчання нейромережевих моделей. Мінімізація емпіричного ризику. Сурогатні функції втрат та рання зупинка. Пакетні та міні-пакетні алгоритми.

Література: 1, 2

3. Базові положення в області згорткових нейронних мереж.

Передумови та принципи створення згорткової нейронної мережі. Поняття згортки та субдискретизації. Типова структура згорткової нейронної мережі. Перелік конструктивних параметрів. Функції активації в шарах згортки та в повнозв'язних шарах. Характеристика згорткової нейронної мережі типу LeNet. Порівняння згорткових нейронних мереж та мереж з прямим розповсюдженням сигналу.

Література: 4, 9

4. Конструктивні параметри згорткових мереж.

Деталізація процедур згортки та субдискретизації. Розрахунок структурних параметрів згорткової нейронної мережі. Особливості розпізнавання багатоканальних кольорових зображень. Характеристика сучасних типів згорткових нейронних мереж: ResNet, AlexNet, VGG, GoogLeNet, SqueezeNet. Оцінка ефективності різних типів згорткових нейронних мереж.

Література: 4, 9, 11

5. Рекурентні нейронні мережі.

Особливості аналізу динамічних рядів даних. Проблема нефіксованої кількості вхідних параметрів. Обмеження щодо застосування нейронних мереж з прямим розповсюдженням сигналу. Особливості архітектури рекурентних нейронних мереж. Коротка характеристика класичних рекурентних нейронних мереж типу Елмана, Джордана, Хемінга, Хопфілда, Коско. Недоліки та переваги. Розгортання графу обчислень. Псевдокод реалізації рекурентної нейронної мережі.

Література: 2, 4

6. Глибинні рекурентні нейронні мережі.

Проблема довготермінових залежностей. Модель довгої короткострокової пам'яті типу LSTM. Архітектура, принципи функціонування, конструктивні параметри, недоліки та переваги. Вентильні рекурентні нейронні мережі типу GRU. Архітектура GRU, конструктивні параметри, особливості навчання. Сфера застосування LSTM та GRU.

Література: 2, 4, 8

7. Технологія формування навчальної вибірки.

Визначення переліку вхідних та вихідних параметрів. Підходи до обробки зареєстрованих даних.

Використання спектрального аналізу даних методом Фур'є та вейвлет-перетворень. Оцінка можливості формування маркованих та немаркованих навчальних прикладів, кількість яких достатня для ефективного навчання нейромережевої моделі. Нормалізація вхідних та вихідних параметрів. Методи нормалізації. Особливості формування навчальної вибірки в задачах аналізу текстових даних. Підходи до представлення динамічних рядів даних у вигляді обмежених послідовностей.

Література: 1, 2

8. Метод нейромережевого аналізу зображення обличчя людини.

Задачі нейромережевого аналізу зображення обличчя людини. Розпізнавання особи та розпізнавання емоцій користувача комп'ютерної системи. Характеристика вхідних даних. Отримання та обробка зареєстрованих даних. Характеристики розповсюджених сканерів зображення обличчя. Типові завади при розпізнаванні обличчя. Методи фільтрації типових завад. Поняття ключових та контрольних точок на зображенні обличчя. Визначення типу нейромережевої моделі. Принципи адаптації архітектурних параметрів. Розрахунок параметрів згорткової нейронної мережі. Приклад розробки.

Література: 4, 10

9. Метод нейромережевого аналізу текстових даних.

Задачі нейромережевого аналізу текстових даних. Особливості задачі нейромережевого аналізу для ідентифікації автора, перекладу на іншу мову, класифікації теми документу та визначення емоційного забарвлення. Реалізація нейромережевого аналізу за допомогою згорткових та за допомогою рекурентних нейронних мереж. Особливості підготовки вхідних даних для нейромережевої моделі. Векторизація тексту. N-грами та мішки слів. Метод прямого кодування слів та символів. Представлення слів у вигляді вектору. Формування змішаної навчальної вибірки. Особливості процесу навчання та застосування нейромережевої моделі призначеної для аналізу текстових даних. Приклад розробки.

Література: 2, 3, 4

Лабораторні заняття

1. Дослідження впливу налаштувань нейронних мереж на ефективність вирішення прикладної задачі

Завдання: Освоїти підходи та отримати практичний досвід налаштування нейронних мереж для ефективного вирішення прикладної задачі.

2. Розробка та дослідження програмного модулю визначення ключових точок на обличчі людини, що використовуються для розпізнавання емоцій

Завдання: Освоїти підходи та отримати практичний досвід розробки системи визначення ключових точок зображення обличчя людини за допомогою сучасних типів згорткових нейронних мереж.

3. Розробка та дослідження програмного модулю розпізнавання емоцій на основі нейромережевого аналізу ключових точок зображення обличчя

Завдання: Освоїти підходи та отримати практичний досвід розробки системи розпізнавання емоцій людини на основі нейромережевого аналізу ключових точок зображення її обличчя.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

У процесі виконання індивідуальних завдань студенти повинні закріплювати знання, отримані під час лекцій та самостійної роботи, самостійно вивчати визначені теми, поглиблювати свої знання для подальшого навчання.

У якості індивідуальних завдань можуть розроблятися окремі питання учбових тем, огляди специфічних методів вимірювань, використання методів та засобів як створення так і обробки різних типів сигналів та зображень, сфери їх використання та інше.

Самостійна робота студентів полягає в наступному:

- підготовці до лекційних занять по вивченню попереднього лекційного матеріалу;*
- виконанням лекційних завдань на СРС;*
- підготовки до лабораторних робіт з вивченням теорії лабораторного заняття з усною відповіддю на наведені питання розділу;*
- виконанням з оформленням на кожне лабораторне заняття протоколу по попередній темі.*

Контроль знання на лабораторних заняттях здійснюється шляхом перевірки домашніх завдань, опитування, а також через виконання модульних контрольних робіт.

Лекційні завдання на СРС

- 1. Процедура розробки багатопередового перцептрону з використанням Keras та TensorFlow*
- 2. Процедура розробки згорткової нейронної мережі з використанням Keras та TensorFlow.*
- 3. Процедура розробки сучасних типів згорткових нейронних мереж з використанням Keras та TensorFlow.*
- 4. Процедура розробки рекурентної нейронної мережі з використанням Keras та TensorFlow.*
- 5. Процедура розробки LSTM та GRU з використанням Keras та TensorFlow.*
- 6. Приклад формування навчальної вибірки для нейромережевої моделі, що призначена для аналізу зображень*
- 7. Застосування капсульної нейронної мережі для аналізу зображення обличчя.*
- 8. Застосування нейронної мережі для аналізу профілю користувача соціальної мережі.*

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Всі студенти повинні відвідувати лекційні та лабораторні заняття, на яких потрібно активно працювати над засвоєнням навчального матеріалу. За об'єктивних причин (наприклад - хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі індивідуально за погодженням із керівником курсу.

Всі індивідуальні лабораторні роботи потрібно розрахувати і у вигляді окремого файлу надати викладачеві на наступному після видачі лабораторному занятті. Практичні результати виконання лабораторної роботи потрібно підтвердити знанням теоретичного матеріалу за темою при захисті.

Політика щодо дедлайнів та перескладання:

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності:

Усі письмові роботи перевіряються на наявність плагіату і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями не більше 20%. Списування під час контрольних робіт заборонені (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв)

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

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захист 3 лабораторних робіт;*
- виконання 2 контрольних робіт;*
- усну відповідь на заліку.*

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Лабораторна робота 1

Максимальна кількість балів за лабораторну роботу 1 дорівнює 20 балів.

Бали нараховуються за:

- відповідь під час захисту розрахункової роботи: 0-5 бали;*
- якість виконання розрахункової роботи: 0-5 балів.*
- апробацію результатів виконання: 0-10 балів.*

Критерії оцінювання відповіді:

5 балів – відповідь вірна, добре аргументована;

4 бали – відповідь вірна, але не дуже добре аргументована;

3 бали – в цілому відповідь вірна, але має недоліки;

1-2 бали – у відповіді є суттєві помилки;

0 балів – немає відповіді або відповідь невірна.

Критерії оцінювання якості виконання:

5 балів – робота виконана на високому рівні, в повному обсязі;

4 бали – робота виконана в повному обсязі, але містить незначні помилки;

1-2 бали – робота виконана не в повному обсязі, містить суттєві помилки;

0 балів – робота не виконана.

Критерії оцінювання апробації:

10 балів – якщо результати роботи апробовано на науковій конференції (з публікацією тез доповіді) або опубліковано (прийнято до друку) у вигляді наукової статті;

0 балів – публікація відсутня.

2. Лабораторні роботи 2, 3

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за лабораторні роботи 2,3 дорівнює 10 балів x 2 = 20 балів.

Критерії оцінювання лабораторної роботи:

оцінюється:

- Чіткість у визначенні предметної області (або постановка задачі).*
- Якість програми.*
- Екрані форми.*
- Знання теоретичних засад.*
- Вчасність здачі лабораторної роботи.*

Критерії оцінювання:

9-10 балів – всі вимоги виконані;

6-8 бали – виконані усі вимоги, але немає чіткості у поясненнях або робота здана пізніше ніж за тиждень після запланованої дати;

1-5 бали – не всі вимоги виконані, зокрема, немає програмного забезпечення, або воно працює невірно, або робота здана пізніше ніж за 2 тижні після запланованої дати;

0 балів – робота не виконана.

3. Контрольна робота

Ваговий бал – 10 балів за кожну МКР.

Максимальна кількість балів дорівнює:

10 балів $\times$ 2 = 20 балів.

Модульна контрольна робота складається з 2 питань. Кожне правильно розв'язане питання дає 5 балів.

Максимальну кількість балів студент отримує у випадку, якщо він надав правильну відповідь або припустився незначних помилок/описок.

Меншу ніж максимальну кількість балів (як правило, половину від цієї максимальної кількості) студент отримує у випадку, коли наведена ним відповідь є правильною, проте неповною.

Нуль балів студент отримує у випадку, коли відповідь відсутня або містить грубі помилки

3. Усна відповідь на заліку.

Правильна відповідь на кожне з 4-х теоретичних питань дає 10 балів:

4 бали $\times$ 10 = 40 балів

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

RC = 20+20+20+40 = 100 балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає R = RC = 100 балів.

Семестровий контроль: **залік**

Умови допуску до семестрового контролю:

- мінімально позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу;
- зарахування усіх лабораторних робіт;
- семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань, які виносяться на семестровий контроль представлено у додатку А.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор, д. т. н., проф., Терейковський Ігор Анатолійович

Ухвалено кафедрою системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем

(протокол № 9 від 27.01.26)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 7 від 23.02.26)

ДОДАТОК А.

ЗАПИТАННЯ (ЗАДАЧІ) ДО ЗАЛІКУ

1. *Поняття нейронної мережі.*
2. *Архітектура нейромережових засобів розпізнавання.*
3. *Поняття штучного нейрону.*
4. *Методи навчання нейронної мережі.*
5. *Поняття навчальної вибірки.*
6. *Поняття та види функцій активації.*
7. *Тренувальна, тестова та валідаційна вибірка.*
8. *Архітектура двошарового перцептрону.*
9. *Переваги та недоліки двошарового перцептрону.*
10. *Класифікація нейронних мереж.*
11. *Переваги та недоліки нейромережових засобів розпізнавання.*
12. *Передумови та принципи створення згорткової нейронної мережі.*
13. *Поняття згортки та субдискретизації.*
14. *Типова структура згорткової нейронної мережі.*
15. *Перелік конструктивних параметрів згорткової нейронної мережі.*
16. *Функції активації в шарах згортки та в повнозв'язних шарах.*
17. *Характеристика згорткової нейронної мережі типу LeNet.*
18. *Порівняння згорткових нейронних мереж та мереж з прямим розповсюдженням сигналу.*
19. *Деталізація процедур згортки та субдискретизації.*
20. *Розрахунок структурних параметрів згорткової нейронної мережі.*
21. *Особливості розпізнавання багатоканальних кольорових зображень за допомогою згорткової нейронної мережі.*
22. *Характеристика згорткової нейронної мережі ResNet.*
23. *Характеристика згорткової нейронної мережі AlexNet.*
24. *Характеристика згорткової нейронної мережі VGG.*
25. *Характеристика згорткової нейронної мережі GoogLeNet.*
26. *Характеристика згорткової нейронної мережі SqueezeNet.*
27. *Оцінка ефективності різних типів згорткових нейронних мереж.*
28. *Концепція ієрархічного розпізнавання.*
29. *Критерії оцінки обчислювальної потужності нейромережової моделі.*
30. *Архітектура багатошарового перцептрону.*
31. *Переваги та недоліки багатошарового перцептрону.*
32. *Обмеження багатошарового перцептрону з сигмоїдальною функцією активації.*
33. *Підходи до подолання ефекту «затухання градієнту». Функція активації ReLU.*
34. *Недоліки застосування ReLU та шляхи виправлення. Процедура Dropout.*
35. *Обмеження щодо застосування нейронних мереж з прямим розповсюдженням сигналу.*
36. *Підходи до обробки зареєстрованих даних.*
37. *Оцінка можливості формування маркованих та немаркованих навчальних прикладів, кількість яких достатня для ефективного навчання нейромережової моделі.*
38. *Нормалізація вхідних та вихідних параметрів.*
39. *Коротка характеристика класичних рекурентних нейронних мереж типу Елмана.*
40. *Коротка характеристика класичних рекурентних нейронних мереж типу Джордана.*
41. *Коротка характеристика класичних рекурентних нейронних мереж типу Хемінга.*
42. *Коротка характеристика класичних рекурентних нейронних мереж типу Хопфілда.*
43. *Коротка характеристика класичних рекурентних нейронних мереж типу Коско.*
44. *Проблема довготермінових залежностей.*
45. *Модель довгої короткострокової пам'яті типу LSTM.*
46. *Вентильні рекурентні нейронні мережі типу GRU.*
47. *Архітектура GRU, конструктивні параметри, особливості навчання.*
48. *Визначення переліку вхідних та вихідних параметрів рекурентних нейронних мереж.*
49. *Особливості формування навчальної вибірки в задачах аналізу текстових даних.*
50. *Підходи до представлення динамічних рядів даних у вигляді обмежених послідовностей.*
51. *Типові завади при розпізнаванні обличчя. Методи фільтрації типових завад.*

52. Сфера застосування LSTM та GRU.
53. Визначення переліку вхідних та вихідних параметрів штучних нейронних мереж.
54. Підходи до обробки зареєстрованих даних. Використання спектрального аналізу даних методом Фур'є та вейвлет-перетворень.
55. Оцінка можливості формування маркованих та немаркованих навчальних прикладів, кількість яких достатня для ефективного навчання нейромережевої моделі.
56. Задачі нейромережевого аналізу зображення обличчя людини.
57. Розпізнавання особи та розпізнавання емоцій користувача комп'ютерної системи. Характеристика вхідних даних.
58. Типові завади при розпізнаванні обличчя. Методи фільтрації типових завад.
59. Поняття ключових та контрольних точок на зображенні обличчя.
60. Визначення типу нейромережевої моделі призначеної для аналізу зображення обличчя.
61. Принципи адаптації архітектурних параметрів нейромережевої моделі призначеної для аналізу зображення обличчя.
62. Розрахунок параметрів згорткової нейронної мережі призначеної для аналізу зображення обличчя.
63. Задачі нейромережевого аналізу текстових даних.
64. Особливості задачі нейромережевого аналізу тексту для ідентифікації автора.
65. Особливості задачі нейромережевого аналізу тексту для перекладу на іншу мову.
66. Особливості задачі нейромережевого аналізу тексту для класифікації теми документу.
67. Особливості задачі нейромережевого аналізу тексту для визначення емоційного забарвлення.
68. Реалізація нейромережевого аналізу текстових даних за допомогою згорткових нейронних мереж.
69. Реалізація нейромережевого аналізу текстових даних за допомогою рекурентних нейронних мереж.
70. Особливості підготовки вхідних текстових даних для нейромережевої моделі.
71. Векторизація тексту. N-грами та мішки слів.
72. Метод прямого кодування слів та символів.
73. Представлення слів у вигляді вектору.
74. Формування змішаної навчальної вибірки в задачі аналізу текстових даних.
75. Особливості процесу навчання та застосування нейромережевої моделі призначеної для аналізу текстових даних.