

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Нейронные сети и машинное обучение»

для студентов направления подготовки
09.04.02 «Информационные системы и технологии»
Профиль «Искусственный интеллект, математическое
моделирование и суперкомпьютерные технологии в разработке
информационных систем»

Ставрополь, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. МЕЛКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. ГЛУБОКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ	16
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. ОБУЧЕНИЕ ГЛУБОКИХ СЕТЕЙ СПОСОБНОСТИ К ОБОБЩЕНИЮ	20
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. ОГРАНИЧЕННЫЕ МАШИНЫ БОЛЬЦМАНА.....	26
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. РЕКУРРЕНТНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ.....	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. СВЕРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ.....	34
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ	39
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9. ПРОДВИНУТЫЕ НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	49

ВВЕДЕНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины. Основная цель – дать студентам теоретическое представление о современных проблемах в области систем искусственного интеллекта и машинного обучения, а также познакомить с путями их решения.

Пособие предназначено для студентов, обладающих теоретическими знаниями в области проектирования приложений и практическими навыками программирования (предпочтительно языки C, C++, C#, Python, R). Цель методических указаний: сформировать у студентов целостный взгляд на современные тенденции в области искусственных нейронных сетей; сформировать систему компетенций.

В пособии рассмотрены практические аспекты проектирования и разработки информационных систем для решения различных задач с использованием следующих подходов: однослойные и многослойные перцептроны, глубокие нейронные сети, сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети, машины Больцмана, соревновательные генеративные нейронные сети.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Цели и задачи

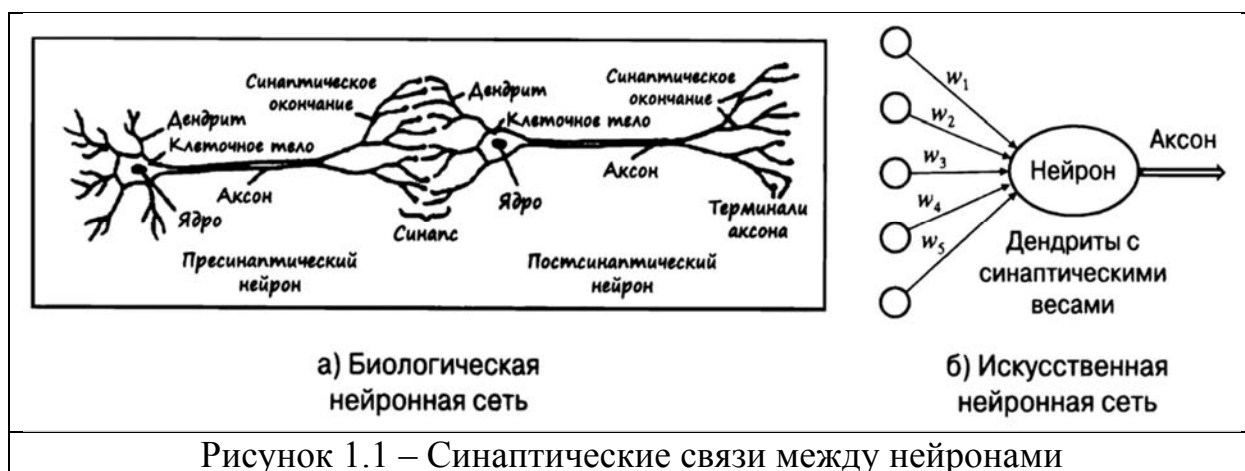
Цель лабораторной работы: изучение программных средств для организации рабочего места специалиста по анализу данных и машинному обучению.

Основные задачи:

- установка и настройка среды разработки Python;
- изучение принципов загрузки и очистки данных;
- получение навыков по предварительной обработке данных на языке Python;
- изучение основных библиотек Python для работы с данными.

Теоретическое обоснование

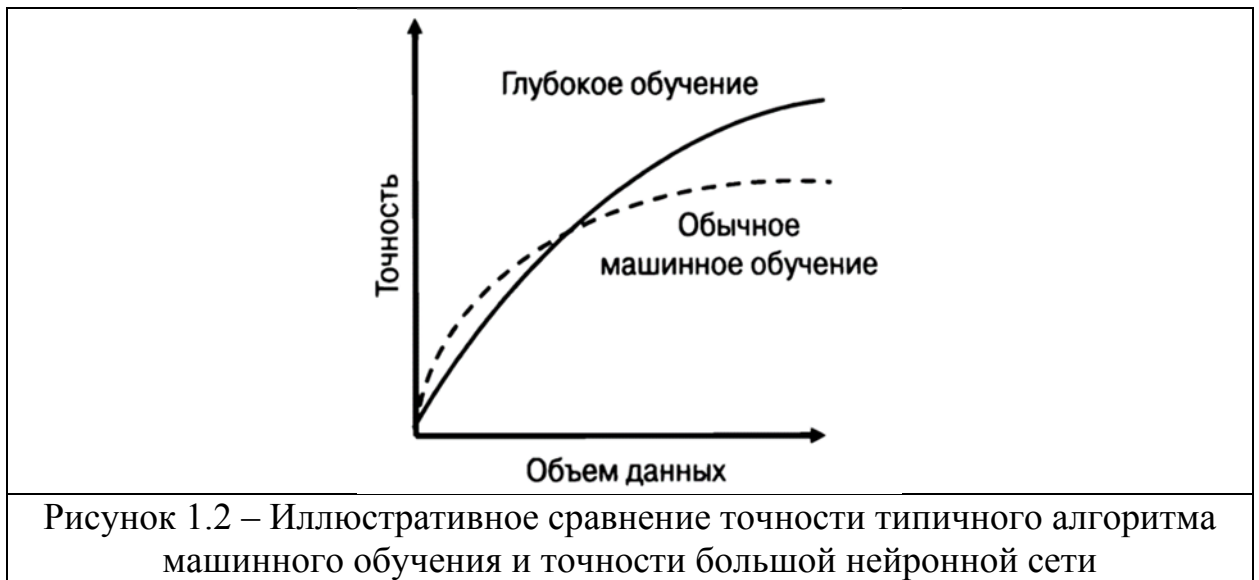
Термин Нейронные сети и машинное обучение охватывает совокупность популярных методов машинного обучения, имитирующих механизмы обучения, которые действуют в биологических организмах. Нервная система человека содержит нейроны - специфические клетки, предназначенные для приема, обработки, хранения и передачи поступающей информации с помощью электрических и химических сигналов. Нейроны могут соединяться друг с другом посредством аксонов и дендритов, а структуры, связывающие дендриты одного нейрона с аксонами других нейронов, называются синапсами (рис. 1.1, а). Сила синаптических связей часто изменяется в ответ на внешнее возбуждение. Именно эти изменения лежат в основе механизма обучения живых организмов.



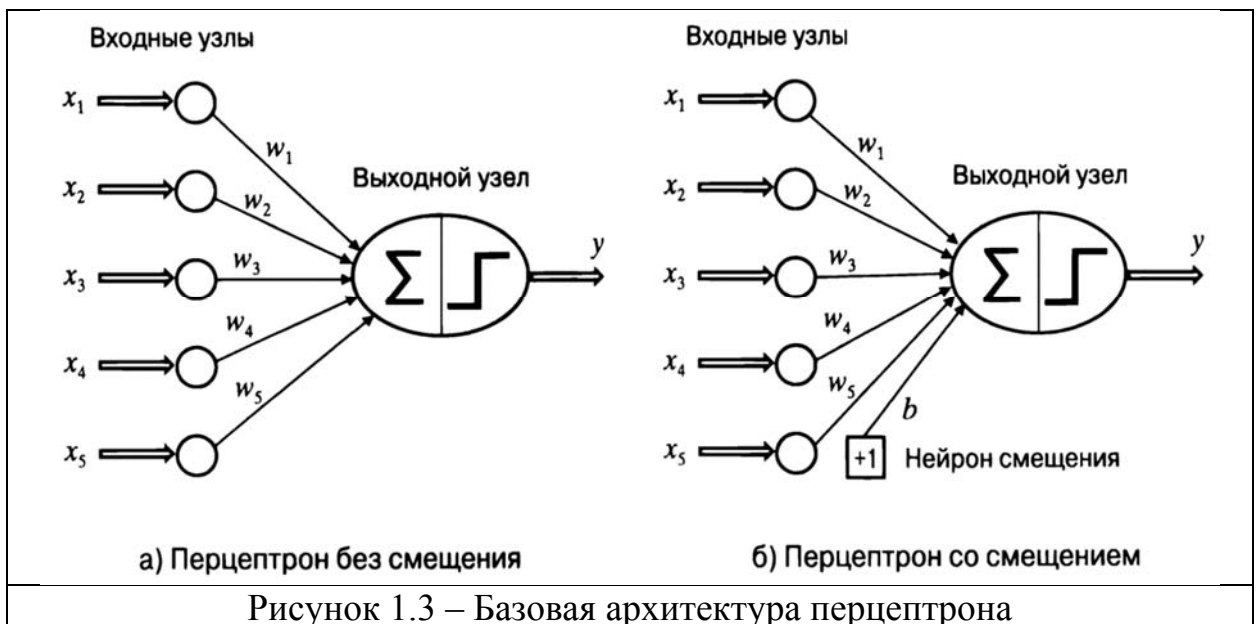
Описанный биологический механизм имитируют Нейронные сети и машинное обучение, которые содержат вычислительные элементы, также получившие название нейроны. На протяжении всей книги мы будем использовать термин "нейронные сети", подразумевая Нейронные сети и машинное обучение, а не биологические. Вычислительные элементы соединяются между собой посредством связей, имеющих определенные веса, которые играют ту же роль, что и силы синаптических связей в биологических организмах. Каждый вход нейрона масштабируется в соответствии с его весом, что влияет на результат вычисления функции в каждом элементе (рис. 1.1, б). Искусственная нейронная сеть вычисляет нелинейную функцию активации от взвешенной суммы входов, распространяя вычисленные значения от входных нейронов к выходным, причем веса играют роль промежуточных параметров. Процесс обучения происходит путем изменения весов связей, соединяющих нейроны.

Реальное превосходство нейронной модели по сравнению с классическими подходами раскрывается в полную мощь лишь в случае объединения разрозненных вычислительных элементов в единое целое, когда веса моделей согласованно обучаются с учетом зависимостей между ними. Комбинируя множество вычислительных элементов, можно расширить возможности модели до уровня, обеспечивающего обучение более сложным функциям, чем те, которые свойственны элементарным моделям простого машинного обучения (рис. 1.2). Способы объединения этих элементов также

оказывают влияние на вычислительные возможности архитектуры и требуют тщательного изучения и адекватной оценки аналитиков.



Простейшая нейронная сеть, получившая название перцептрон, состоит из одного входного слоя и одного выходного. Базовая структура перцептрона приведена на рис. 1.3, а.



Функции активации представлены на рис. 1.4.

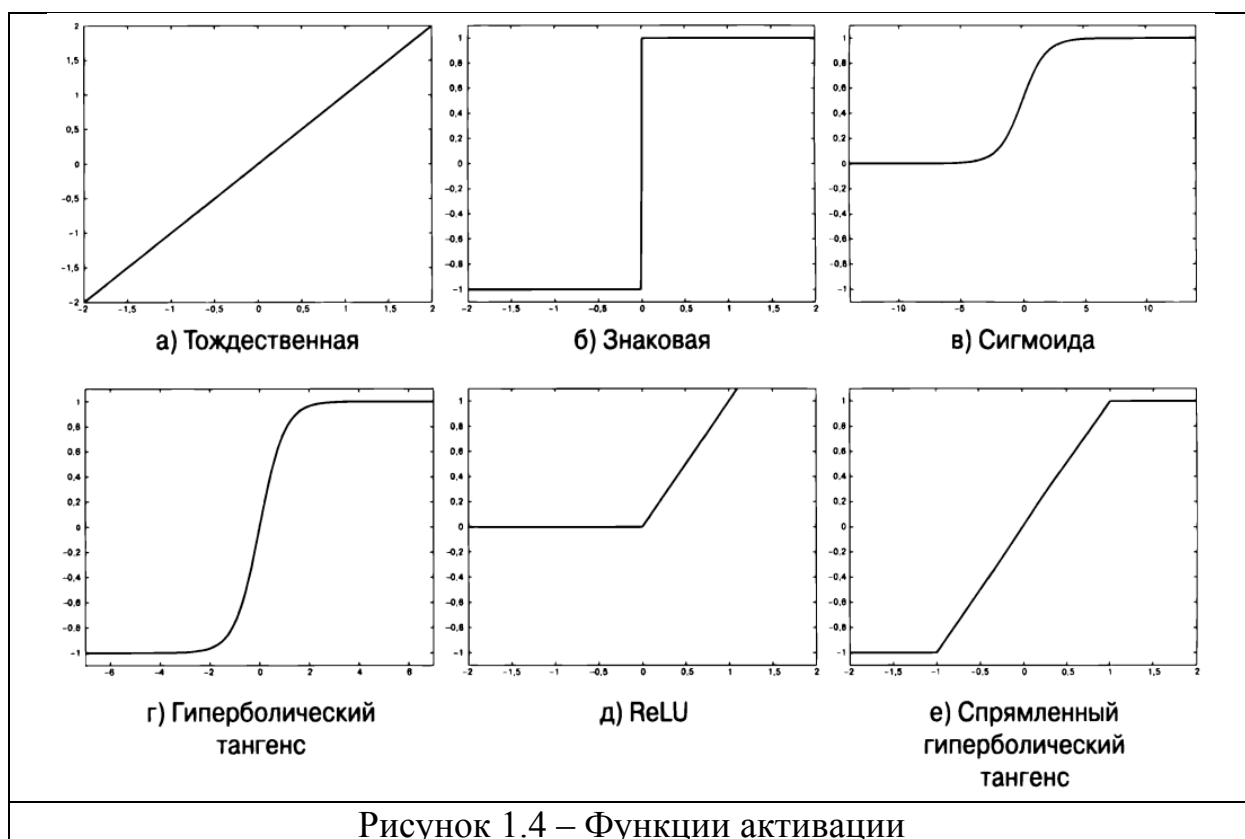


Рисунок 1.4 – Функции активации

Перцептрон содержит входной и выходной слои, из которых вычисления выполняются только в выходном слое. Входной слой передает данные выходному, и все вычисления полностью видны пользователю. Многослойные нейронные сети содержат несколько вычислительных слоев. Дополнительные промежуточные слои (расположенные между входом и выходом) называют скрытыми слоями, поскольку выполняемые ими вычисления остаются невидимыми для пользователя. Базовую архитектуру многослойных нейронных сетей называют сетями прямого распространения (feed-forward networks), поскольку в сетях этого типа данные последовательно передаются от одного слоя к другому в прямом направлении от входа к выходу.

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы рекомендуется использовать персональный компьютер со следующими программными средствами разработки (выбрать один или несколько программных продуктов для практической реализации задач лабораторной работы): Google Colab или

локальный интерпретатор Python (Anaconda) с библиотеками numpy, pandas. PyTorch или TensorFlow.

Методика и порядок выполнения работы

1. С использованием графического пакета создайте граф вычислений, имитирующей работу простого персептрона.
2. На языке высокого уровня разработайте класс, который представляет модель персептрона. Реализуйте поля данных и методы для обеспечения прямого распространения сигнала по графу и обратного распространения ошибки.
3. Продемонстрируйте работоспособность полученного персептрона (обучение и прямое распространение сигнала после обучения).

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Номер и название лабораторной работы; задачи лабораторной работы.
2. Реализация каждого пункта подраздела «Методика и порядок выполнения работы» с приведением исходного кода программы, диаграмм и графиков для визуализации данных.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Экранные формы (консольный вывод) и листинг программного кода с комментариями, показывающие порядок выполнения лабораторной работы, и результаты, полученные в ходе её выполнения.

Отчет о выполнении лабораторной работы подписывается студентом и сдается преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Пусть имеется функция XOR, в которой две точки $\{(0, 0), (1, 1)\}$ принадлежат к одному классу, а две другие точки $\{(1, 0), (0, 1)\}$ – к другому. Покажите, как разделить два этих класса, используя функцию активации ReLU

2. Покажите, что для функции активации в виде сигмоиды и гиперболического тангенса (обозначенной как $\Phi(\cdot)$ в каждом из этих случаев) справедливы приведенные ниже равенства:

А. Сигмоида: $\Phi(-v) = 1 - \Phi(v)$.

Б. Гиперболический тангенс: $\Phi(-v) = -\Phi(v)$.

В. Спрямленный гиперболический тангенс: $\Phi(-v) = -\Phi(v)$.

3. Покажите, что гиперболический тангенс – это сигмоида, масштабированная вдоль горизонтальной и вертикальной осей и смещенная вдоль вертикальной оси:

$$\tanh(v) = 2 \cdot \text{sigmoid}(2v) - 1.$$

4. Пусть имеется набор данных, в котором две точки $\{(-1, -1), (1, 1)\}$ принадлежат к одному классу, а две другие точки $\{(1, -1), (-1, 1)\}$ – к другому. Начните со значений параметра перцептрона $(0, 0)$ и выполните несколько обновлений по методу стохастического градиентного спуска с $\alpha = 1$. В процессе получения обновленных значений циклически обходите тренировочные точки в любом порядке.

А. Сходится ли алгоритм в том смысле, что изменения значений целевой функции со временем становятся предельно малыми?

Б. Объясните, почему наблюдается ситуация, описанная в п. А.

5. Определите для набора данных из упражнения 4, в котором двумя признаками являются (x_1, x_2) , новое одномерное представление z , обозначаемое как:

$$z = x_1 * x_2$$

Является ли набор данных линейно разделимым в терминах одномерного представления, соответствующего z ? Объясните важность нелинейных преобразований в задачах классификации.

6. Покажите, что значение производной сигмоиды не превышает 0,25, независимо от значения аргумента. При каком значении аргумента сигмоида имеет максимальное значение?

7. Покажите, что значение производной функции активации $\tanh$ не превышает 1, независимо от значения аргумента. При каком значении аргумента функция активации $\tanh$ имеет максимальное значение?

8. Пусть имеется сеть с двумя входами, x_1 и x_2 . Сеть имеет два слоя, каждый из которых содержит два элемента. Предположим, что веса в каждом слое устанавливаются таким образом, что в верхнем элементе каждого слоя для суммирования его входов применяется сигмоида, а в нижнем – функция активации $\tanh$. Наконец, в единственном выходном узле для суммирования двух его входов применяется активация ReLU. Запишите выход этой нейронной сети в замкнутой форме в виде функции x_1 и x_2 .

9. Вычислите частную производную по x_1 функции в замкнутой форме, полученной в предыдущем упражнении. Практично ли вычислять производные для градиентного спуска в нейронных сетях, используя выражения в замкнутой форме (как в традиционном машинном обучении)?

10. Пусть имеется двухмерный набор данных, в котором все точки с $x_1 > x_2$ принадлежат к положительному классу, а все точки с $x_1 \leq x_2$ – к отрицательному. Истинным разделителем для этих двух классов является линейная гиперплоскость (прямая линия), определяемая уравнением $x_1 - x_2 = 0$. Создайте набор тренировочных данных с 20 точками, сгенерированными случайным образом в положительном квадранте единичного квадрата. Снабдите каждую точку меткой, указывающей на то, превышает или не превышает ее первая координата x_1 вторую координату x_2 .

А. Реализуйте алгоритм перцептрона без регуляризации, обучите его на полученных выше 20 точках и протестируйте его точность на 1000 точках,

случайно сгенерированных в единичном квадрате. Используйте для генерирования тестовых точек ту же процедуру, что и для тренировочных.

Б. Замените критерий перцептрона на кусочно-линейную функцию потерь в своей реализации тренировки и повторите определение точности вычислений на тех же тестовых точках, которые использовали перед этим. Регуляризация не используется.

В. В каком случае и почему вам удалось получить лучшую точность?

Г. Как вы считаете, в каком случае классификация тех же 1000 тестовых точек не изменится значительно, если использовать другой набор из 20 тренировочных точек?

Список литературы

Для выполнения лабораторной работы, при подготовке к защите, а также для ответа на контрольные вопросы рекомендуется использовать следующие источники: [1-3, 9, 10].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. МЕЛКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Цели и задачи

Цель лабораторной работы: изучение программных средств для визуализации наборов данных.

Основные задачи:

- установка и настройка matplotlib, seaborn;
- изучение основных типов графиков библиотеки matplotlib;
- изучение основных типов графиков библиотеки seaborn;
- получение навыков анализа данных по визуальным представлениям данных.

Теоретическое обоснование

Для выполнения работы изучите тему «Мелкие Нейронные сети и машинное обучение».

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы рекомендуется использовать персональный компьютер со следующими программными средствами разработки (выбрать один или несколько программных продуктов для практической реализации задач лабораторной работы): Google Colab или локальный интерпретатор Python (Anaconda) с библиотеками numpy, pandas. PyTorch или TensorFlow.

Методика и порядок выполнения работы

1. С использованием графического пакета создайте граф вычислений, имитирующей работу нейронной сети с количеством слоев 3-5.

2. На языке высокого уровня разработайте класс, который представляет данную модель. Рализуйте поля данных и методы для обеспечения прямого распространения сигнала по графу и обратного распространения ошибки.

3. Продемонстрируйте работоспособность полученной модели (обучение и прямое распространение сигнала после обучения).

4. При выполнении задания целесообразно выбрать конкретную задачу, на которую нацелена данная модель: классификация или логистическая регрессия. Набор данных для обучения нейобходимо согласовать с преподавателем.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Номер и название лабораторной работы; задачи лабораторной работы.
2. Реализация каждого пункта подраздела «Методика и порядок выполнения работы» с приведением исходного кода программы, диаграмм и графиков для визуализации данных.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Экранные формы (консольный вывод) и листинг программного кода с комментариями, показывающие порядок выполнения лабораторной работы, и результаты, полученные в ходе её выполнения.

Отчет о выполнении лабораторной работы подписывается студентом и сдается преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Предположим, функция потерь для тренировочной пары $(\bar{X}, y)$ имеет следующий вид:

$$L = \max\{0, \alpha - y(\bar{W} \cdot \bar{X})\}.$$

Результаты тестовых примеров предсказываются как $\hat{y} = \{\bar{W} \cdot \bar{X}\}$. Значение $\alpha = 0$ соответствует критерию перцептрона, а значение $\alpha = 1$ –

SVM. Покажите, что любое значение $\alpha > 0$ приводит к SVM с неизменным оптимальным решением, если регуляризация не задействуется. Что произойдет в случае использования регуляризации?

2. Основываясь на результатах упражнения 1, сформулируйте обобщенную целевую функцию для SVM Уэстона-Уоткинса.

3. Рассмотрим нерегуляризируемое обновление перцептрона для бинарных классов со скоростью обучения α . Покажите, что изменение значения α ни на что существенно не влияет в том смысле, что это приводит лишь к масштабированию вектора весов с коэффициентом α . Покажите, что этот результат остается справедливым также для мультиклассового случая. Останутся ли результаты такими же в случае использования регуляризации?

4. Покажите, что в случае применения SVM Уэстона-Уоткинса к набору данных с $k = 2$ классами результирующие обновления эквивалентны бинарным обновлениям SVM.

5. Покажите, что в случае применения мультиномиальной логистической регрессии к набору данных с $k = 2$ классами результирующие обновления эквивалентны обновлениям логистической регрессии.

6. Реализуйте классификатор Softmax, используя библиотеку глубокого обучения, с которой вы работаете.

7. В моделях ближайших соседей на основе линейной регрессии рейтинговая оценка объекта предсказывается в виде взвешенной комбинации оценок других объектов, оцененных тем же пользователем, где специфические для объектов веса обучаются с помощью линейной регрессии. Покажите, какую архитектуру автокодировщика вы использовали бы для создания модели этого типа. Обсудите связь этой архитектуры с архитектурой матричной факторизации.

8. Логистическая матричная факторизация. Рассмотрим автокодировщик, в котором имеется входной слой, один скрытый слой, содержащий представление пониженной размерности, и выходной слой с линейной активацией.

А. Задайте функцию потерь на основе отрицательного логарифма правдоподобия для случая, когда известно, что матрица входных данных содержит бинарные значения из набора $\{0,1\}$.

Б. Задайте функцию потерь на основе отрицательного логарифма правдоподобия для случая, когда известно, что матрица входных данных содержит вещественные значения из интервала $[0,1]$.

Список литературы

Для выполнения лабораторной работы, при подготовке к защите, а также для ответа на контрольные вопросы рекомендуется использовать следующие источники: [1-4].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. ГЛУБОКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Цели и задачи

Цель лабораторной работы: изучение принципов построения информационных систем с использованием метрических методов классификации.

Основные задачи:

- изучение инструментария Python для реализации алгоритмов метрической классификации;
- изучение методов оптимизации параметров метрической классификации;
- освоение модификаций kNN-метода.

Теоретическое обоснование

Для выполнения работы изучите тему «Глубокие Нейронные сети и машинное обучение».

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы рекомендуется использовать персональный компьютер со следующими программными средствами разработки (выбрать один или несколько программных продуктов для практической реализации задач лабораторной работы): Google Colab или локальный интерпретатор Python (Anaconda) с библиотеками numpy, pandas. PyTorch или TensorFlow.

Методика и порядок выполнения работы

1. С использованием графического пакета создайте граф вычислений, имитирующей работу нейронной сети MLP с количеством слоев 5-10.
2. На языке высокого уровня разработайте класс, который представляет данную модель. Реализуйте поля данных и методы для обеспечения прямого распространения сигнала по графу и обратного распространения ошибки.
3. Продемонстрируйте работоспособность полученной модели (обучение и прямое распространение сигнала после обучения).
4. При выполнении задания целесообразно выбрать конкретную задачу, на которую нацелена данная модель: классификация или логистическая регрессия. Набор данных для обучения необходимо согласовать с преподавателем.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Номер и название лабораторной работы; задачи лабораторной работы.
2. Реализация каждого пункта подраздела «Методика и порядок выполнения работы» с приведением исходного кода программы, диаграмм и графиков для визуализации данных.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Экранные формы (консольный вывод) и листинг программного кода с комментариями, показывающие порядок выполнения лабораторной работы, и результаты, полученные в ходе её выполнения.

Отчет о выполнении лабораторной работы подписывается студентом и сдается преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Рассмотрим следующую рекурсию:

$$(x_{t+1}, y_{t+1}) = (f(x_t, y_t), g(x_t, y_t))$$

где f и g – функции многих переменных.

А. Представьте производную $\frac{\partial x_{i+2}}{\partial x_i}$ в виде выражения, включающего только x_t и y_t ;

Б. Можете ли вы начертить архитектуру нейронной сети, соответствующей приведенной выше рекурсии, если t принимает значения в интервале от 1 to 5? Предположите, что нейроны могут вычислять любую требуемую функцию.

2. Рассмотрим нейрон с двумя входами, который перемножает входы x_1 и x_2 для получения выхода σ . Пусть L – функция потерь, вычисляемая в узле σ . Предположим, вам известно, что $\frac{\partial L}{\partial \sigma} = 5$, $x_1 = 2$, а $x_2 = 3$. Вычислите $\frac{\partial L}{\partial x_1}$ и $\frac{\partial L}{\partial x_2}$.

3. Рассмотрим нейронную сеть с двумя слоями, включая входной слой. Первый (входной) слой содержит четыре входа: x_1 , x_2 , x_3 и x_4 . Второй слой имеет шесть скрытых элементов, соответствующих всем операциям попарного умножения. Выходной узел σ просто суммирует значения шести скрытых элементов. Пусть L – функция потерь выходного узла. Предположим, вам известно, что $\frac{\partial L}{\partial \sigma} = 2$, $x_1 = 1$, $x_2 = 2$, $x_3 = 3$, $x_4 = 4$. Вычислите $\frac{\partial L}{\partial x_i}$ для каждого i .

4. Как бы вы выполнили предыдущее упражнение с измененным условием, при котором выход σ вычисляется как максимальное из шести его значений, а не как их сумма?

5. Рассмотрим функцию потерь $L = x^2 + y^{10}$. Реализуйте простой алгоритм крутейшего спуска для графического построения координат по мере их изменения от начальной точки до оптимального значения 0. Рассмотрите две различные начальные точки (0,5; 0,5) и (2; 2) и отобразите на графике траектории в этих двух случаях при постоянной скорости обучения. Что можно сказать о поведении алгоритма в этих двух случаях?

Список литературы

Для выполнения лабораторной работы, при подготовке к защите, а также для ответа на контрольные вопросы рекомендуется использовать следующие источники: [1-5].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. ОБУЧЕНИЕ ГЛУБОКИХ СЕТЕЙ СПОСОБНОСТИ К ОБОБЩЕНИЮ

Цели и задачи

Цель лабораторной работы: изучение принципов построения информационных систем с использованием логических методов классификации.

Основные задачи:

- освоение технологии внедрения алгоритмов на основе решающих списков в приложения;
- освоение технологии внедрения алгоритмов на основе решающих деревьев в приложения;
- изучение параметров логической классификации;
- освоение модификаций логических методов классификации.

Теоретическое обоснование

Для выполнения работы изучите тему «Обучение глубоких сетей способности к обобщению».

Если процесс обучения спроектирован недостаточно тщательно, они просто переобучаются на тренировочных данных. В переводе на язык практики термин переобучение (overfitting) означает, что сеть великолепно предсказывает тренировочные данные, на которых она была обучена, но плохо справляется с неизвестными ей контрольными примерами. Это обусловлено тем, что в процессе обучения сеть часто запоминает случайные артефакты тренировочных данных, которые плохо обобщаются на тестовые данные. Крайние формы проявления переобучения называют заучиванием (memorization). В данном случае уместна аналогия с ребенком, который способен решить любую аналитическую задачу из тех, с решениями которых он был ознакомлен ранее, однако не сможет решить новую для него задачу. Но

если продолжать знакомить ребенка с решениями все большего и большего количества задач различного типа, то, вероятнее всего, он решит новую задачу, опираясь на шаблоны, многократно повторяющиеся в различных задачах и их решениях. Примерно то же самое происходит и в процессе машинного обучения, когда идентифицируются устойчивые закономерности, полезные для предсказаний.

Способность сети обобщаться на неизвестные данные – свойство, которое имеет немаловажное практическое значение и по этой причине является своего рода чашей Грааля для всех приложений машинного обучения. Ведь если обучающие (тренировочные) примеры уже содержат метки, то их повторное предсказание не принесет никакой практической пользы. Например, если речь идет о приложении для создания подписей к изображениям, то мы заинтересованы в обучении сети тому, чтобы она была способна снабжать подписями те изображения, которые до этого ей еще не встречались.

Степень переобучения зависит от сложности модели и объема доступных данных. Сложность модели, определяемой нейронной сетью, зависит от количества базовых параметров. Параметры предоставляют дополнительные степени свободы, которые могут быть использованы для объяснения специфических тренировочных точек данных даже при плохой обобщаемости сети на неизвестные данные.

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы рекомендуется использовать персональный компьютер со следующими программными средствами разработки (выбрать один или несколько программных продуктов для практической реализации задач лабораторной работы): Google Colab или локальный интерпретатор Python (Anaconda) с библиотеками numpy, pandas. PyTorch или TensorFlow.

Методика и порядок выполнения работы

1. С использованием графического пакета создайте граф вычислений, имитирующей работу нейронной сети MLP с количеством слоев 5-10.
2. На языке высокого уровня разработайте класс, который представляет данную модель. Реализуйте поля данных и методы для обеспечения прямого распространения сигнала по графу и обратного распространения ошибки.
3. Продемонстрируйте работоспособность полученной модели (обучение и прямое распространение сигнала после обучения).
4. Продемонстрируйте свойство обобщающей способности, приобретенное обученной моделью. Продемонстрируйте критерий оценки обобщающей способности модели. Покажите каким образом изменяется этот критерий для различных стадий обучения одной модели и для различных моделей.
5. При выполнении задания целесообразно выбрать конкретную задачу, на которую нацелена данная модель: классификация или логистическая регрессия. Набор данных для обучения необходимо согласовать с преподавателем.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Номер и название лабораторной работы; задачи лабораторной работы.
2. Реализация каждого пункта подраздела «Методика и порядок выполнения работы» с приведением исходного кода программы, диаграмм и графиков для визуализации данных.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Экранные формы (консольный вывод) и листинг программного кода с комментариями, показывающие порядок выполнения лабораторной работы, и результаты, полученные в ходе её выполнения.

Отчет о выполнении лабораторной работы подписывается студентом и сдается преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Рассмотрим две нейронные сети, используемые для регрессионного моделирования, которые имеют одинаковую структуру входного слоя и включают по 10 скрытых слоев, каждый из которых содержит по 100 элементов. В обоих случаях выходным узлом является одиночный элемент с линейной активацией. Единственным отличием является то, что в одной из сетей в скрытых слоях используются линейные активации, а в другой – сигмоидные. В какой модели дисперсия предсказаний будет больше?

2. Рассмотрим ситуацию, когда имеются четыре атрибута $x_1 \dots x_4$, а зависимая переменная y такова, что $y = 2 \cdot x_1$. Создайте небольшой тренировочный набор данных, включающий 5 различных примеров, в котором линейная регрессионная модель будет иметь бесконечное количество решений для коэффициентов с $w_1 = 0$. Проанализируйте, как эта модель будет работать с данными, не входящими в тренировочный набор. Почему в данном случае пригодится регуляризация?

3. Реализуйте перцептрон с регуляризацией и без регуляризации. Протестируйте обе разновидности перцептрона на тренировочных данных и на данных, не входящих в тренировочные, используя для этого набор данных Ionosphere из хранилища UCI Machine Learning Repository. Что можно сказать относительно влияния регуляризации в обоих случаях? Повторите этот эксперимент с меньшими примерами из тренировочных данных Ionosphere и запишите свои наблюдения.

4. Реализуйте автокодировщик с одним скрытым слоем. Реконструируйте входы для набора данных Ionosphere из предыдущего примера, используя два варианта: а) без добавления шума, но с регуляризацией весов, и б) с добавлением гауссовского шума, но без регуляризации весов.

5. Рассмотрите сжимающий автокодировщик с одним скрытым слоем и активацией ReLU. Проанализируйте, как изменяются обновления в случае использования ReLU-активации.

6. Предположим, у вас есть модель, обеспечивающая точность около 80% как на тренировочном наборе данных, так и на тестовых данных, не входящих в тренировочный набор. Рекомендовали бы вы увеличение набора данных или настройку модели для повышения точности?

7. Добавление гауссовского шума во входные признаки в линейной регрессии эквивалентно L_2 -регуляризации линейной регрессии. Подумайте, почему добавление гауссовского шума во входные данные шумоподавляющего автокодировщика с одним скрытым слоем и линейными элементами примерно эквивалентно L_2 -регуляризации сингулярного разложения.

8. Рассмотрим сеть с одним входным слоем, двумя скрытыми слоями и одним выходом, предсказывающим бинарную метку. Все скрытые слои используют сигмоиду, но регуляризация не используется. Входной слой содержит d элементов, а каждый скрытый слой – p элементов. Предположим, вы добавили дополнительный скрытый слой между двумя имеющимися скрытыми слоями, и этот дополнительный скрытый слой содержит q линейных элементов.

А. Объясните, почему мощность этой модели уменьшится, если $q < p$, несмотря на то что добавление скрытого слоя увеличивает количество параметров.

Б. Увеличится ли мощность модели, если $q > p$?

9. Боб разделил помеченные классифицированные данные на две части: одну для построения модели, другую - для ее валидации. Затем Боб выполнил тестирование 1000 нейронных архитектур, обучая параметры (с помощью алгоритма обратного распространения ошибки) на части данных, предназначенной для построения модели, и тестируя точность на валидационной части данных. Подумайте, почему результирующая модель,

скорее всего, продемонстрирует для тестовых данных, не входящих в тренировочный набор, худшую точность, чем для валидационных данных, несмотря на то что валидационные данные не использовались для обучения параметров. Имеются ли у вас какие-либо рекомендации для Боба относительно использования результатов его 1000 валидационных тестов?

10. Повышается ли точность классификации на тренировочных данных с увеличением их объема? А что можно сказать о поточечном усреднении функции потерь на тренировочных примерах? В какой точке полученные в процессе тренировки и тестирования значения точности сблизятся? Объясните свой ответ.

11. Какое влияние на точность тренировки и тестирования оказывает увеличение параметра регуляризации? В какой точке полученные в процессе тренировки и тестирования значения в точности сблизятся?

Список литературы

Для выполнения лабораторной работы, при подготовке к защите, а также для ответа на контрольные вопросы рекомендуется использовать следующие источники: [1–5].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. ОГРАНИЧЕННЫЕ МАШИНЫ БОЛЬЦМАНА

Цели и задачи

Цель лабораторной работы: изучение принципов построения информационных систем с использованием линейных методов машинного обучения.

Основные задачи:

- освоение технологии внедрения алгоритмов линейной классификации в приложения;
- изучение основных приемов работы с разреженными матрицами в ходе машинного обучения;
- освоение техники построения, обучения и оценки модели логистической регрессии;
- освоение приемов работы с синтезированными признаками, масштабированием и настройкой гиперпараметров.

Теоретическое обоснование

Для выполнения работы изучите тему «Ограниченные машины Больцмана».

Ограниченная машина Больцмана (restricted Boltzmann machine - RBM) в корне отличается от сети прямого распространения. Обычные нейронные сети транслируют вход на выход, т.е. преобразуют набор входов в набор выходов. RBM – это сети, в которых вероятностные состояния сети обучаются на наборе входов, что хорошо подходит для моделирования на основе обучения без учителя (неконтролируемого обучения). В то время как сеть прямого распространения минимизирует функцию потерь предсказаний (вычисляемую на основе наблюдаемых входов) по отношению к наблюдаемому выходу, ограниченная машина Больцмана моделирует

совместное распределение вероятностей наблюдаемых атрибутов и некоторых скрытых атрибутов. Если традиционные сети прямого распространения описываются направленными (ориентированными) вычислительными графами, соответствующими потоку вычислений в направлении от входа к выходу, то сети RBM – ненаправленные, поскольку они обучаются вероятностным соотношениям, а не отображениям «вход – выход».

Следовательно, ограниченные машины Больцмана – это вероятностные модели, создающие латентные представления базовых точек данных. И хотя для конструирования латентных представлений также могут быть использованы автокодировщики, ограниченная машина Больцмана создает стохастическое скрытое представление каждой точки. Большинство автокодировщиков (за исключением вариационного) создает детерминированные представления точек данных. В связи с этим RBM требует совершенно иного подхода к ее обучению и использованию.

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы рекомендуется использовать персональный компьютер со следующими программными средствами разработки (выбрать один или несколько программных продуктов для практической реализации задач лабораторной работы): Google Colab или локальный интерпретатор Python (Anaconda) с библиотеками numpy, pandas. PyTorch или TensorFlow.

Методика и порядок выполнения работы

1. С использованием графического пакета создайте граф вычислений, имитирующей работу сети Хопфилда.
2. На языке высокого уровня разработайте класс, который представляет данную модель.
3. Продемонстрируйте работоспособность полученной модели.

4. При выполнении задания целесообразно выбрать конкретную задачу, на которую нацелена данная модель: классификация или логистическая регрессия. Набор данных для обучения необходимо согласовать с преподавателем.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Номер и название лабораторной работы; задачи лабораторной работы.
2. Реализация каждого пункта подраздела «Методика и порядок выполнения работы» с приведением исходного кода программы, диаграмм и графиков для визуализации данных.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Экранные формы (консольный вывод) и листинг программного кода с комментариями, показывающие порядок выполнения лабораторной работы, и результаты, полученные в ходе её выполнения.

Отчет о выполнении лабораторной работы подписывается студентом и сдается преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Даже несмотря на то, что для обучения модели используется дискретное семплирование алгоритма контрастивной дивергенции, окончательная фаза вывода выполняется с использованием вещественных сигмоид и Softmax-активаций. Опишите, как бы вы воспользовались этим фактом для тонкой настройки обученной модели с помощью алгоритма обратного распространения ошибки.
2. Реализуйте алгоритм контрастивной дивергенции ограниченной машины Больцмана. Также реализуйте алгоритм вывода, позволяющий получить распределение вероятности скрытых элементов для тестового

примера. Используйте Python или любой другой язык программирования по своему выбору.

3. Рассмотрим машину Больцмана без двудольного ограничения (RBM), но с тем ограничением, что все элементы являются видимыми. Как это ограничение упрощает процесс тренировки машины Больцмана?

4. Предложите подход, позволяющий использовать RBM для обнаружения выбросов.

5. Получите обновления весов для тематического моделирования с использованием подхода на основе RBM.

6. Предложите способ расширения RBM для задач коллаборативной фильтрации с помощью дополнительных слоев.

7. Известна и хорошо описана машина Больцмана для классификации. Однако этот подход ограничен бинарной классификацией. Предложите способ его расширения на задачи многоклассовой классификации.

Список литературы

Для выполнения лабораторной работы, при подготовке к защите, а также для ответа на контрольные вопросы рекомендуется использовать следующие источники: [1–5].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. РЕКУРРЕНТНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Цели и задачи

Цель лабораторной работы: изучение принципов построения информационных систем с использованием линейных методов машинного обучения.

Основные задачи:

- освоение методологии работы с моделями линейной регрессии в задачах машинного обучения;
- освоение методик работы с линейными моделями в python;
- освоение методики применения методов регрессии;
- изучение основных параметров регрессионных моделей.

Теоретическое обоснование

Для выполнения работы изучите тему «Рекуррентные нейронные сети».

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы рекомендуется использовать персональный компьютер со следующими программными средствами разработки (выбрать один или несколько программных продуктов для практической реализации задач лабораторной работы): Google Colab или локальный интерпретатор Python (Anaconda) с библиотеками numpy, pandas. PyTorch или TensorFlow.

Методика и порядок выполнения работы

1. С использованием графического пакета создайте граф вычислений, имитирующей работу рекуррентной нейронной сети.

2. На языке высокого уровня разработайте класс, который представляет данную модель. Рализуйте поля данных и методы для обеспечения прямого распространения сигнала по графу и обратного распространения ошибки.

3. Продемонстрируйте работоспособность полученной модели (обучение и прямое распространение сигнала после обучения).

4. Продемонстрируйте свойство обобщающей способности, приобретенное обученной моделью. Продемонстрируете критерий оценки обобщающей способности модели. Покажите каким образом изменяется этот критерий для различных стадий обучения одной модели и для различных моделей.

5. При выполнении задания целесообразно выбрать конкретную задачу, на которую нацелена данная модель: классификация или логистическая регрессия. Набор данных для обучения необходимо согласовать с преподавателем.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Номер и название лабораторной работы; задачи лабораторной работы.
2. Реализация каждого пункта подраздела «Методика и порядок выполнения работы» с приведением исходного кода программы, диаграмм и графиков для визуализации данных.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Экранные формы (консольный вывод) и листинг программного кода с комментариями, показывающие порядок выполнения лабораторной работы, и результаты, полученные в ходе её выполнения.

Отчет о выполнении лабораторной работы подписывается студентом и сдается преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Загрузите приведенную RNN, работающую на уровне символов:

<https://github.com/karpathy/char-rnn>

и обучите ее на наборе данных "tiny Shakespeare ", доступном по тому же адресу. Создайте выходы языковой модели после выполнения тренировки в течение 1) 5 эпох, 2) 50 эпох и 3) 500 эпох. Какие существенные различия наблюдаются между этими тремя выходами?

2. Рассмотрим эхо-сеть, в которой скрытые состояния разделены на K групп по p/K элементов каждая. Скрытым состояниям отдельной группы разрешается образовывать связи лишь в пределах собственной группы в следующий момент времени. Обсудите, как этот подход связан с ансамблевым методом, в котором создаются K независимых эхо-сетей и предсказания этих сетей усредняются.

3. Рассмотрим рекуррентную сеть, в которой скрытые состояния имеют размерность 2. Каждый элемент матрицы W_{hh} размером 2×2 , которая осуществляет преобразование между скрытыми состояниями, равен 3,5. Кроме того, между скрытыми состояниями различных временных слоев используется сигмоидная активация. Будет ли такая сеть подвержена проблемам затухающих и взрывных градиентов?

4. Предположим, вы располагаете большой базой биологических данных с информацией об азотистых основаниях, которая содержится в виде строк кодовых последовательностей, состоящих из символов $\{A, C, T, G\}$ (A – аденин, C – цитозин, T – тимин, G – гуанин). Некоторые из этих строк содержат необычные мутации, представляющие изменения в азотистых основаниях. Предложите метод обучения без учителя (т.е. нейронную архитектуру), использующий RNN для обнаружения таких мутаций.

5. Как бы вы изменили архитектуру из предыдущего вопроса, если бы вам была предоставлена тренировочная база данных, в которой позиции

мутаций в каждой последовательности помечены, но в тестовой базе данных оставлены непомеченными?

6. Предложите рекомендации относительно предварительного обучения входного и выходного слоев в подходе для машинного перевода с применением обучения «последовательность в последовательность».

7. Изменяются ли обученные веса после масштабирования тренировочного набора данных с использованием некоторого коэффициента масштабирования в случае пакетной или послойной нормализации? Каков был бы ваш ответ, если бы масштабированию был подвергнуто лишь небольшое подмножество точек тренировочных данных? Повлияет ли на обученные веса в случае любого метода нормализации изменение центрирования набора данных?

Список литературы

Для выполнения лабораторной работы, при подготовке к защите, а также для ответа на контрольные вопросы рекомендуется использовать следующие источники: [1–5].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. СВЕРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Цели и задачи

Цель лабораторной работы: изучение теоретических принципов и инструментальных средств для построения пайплайна для предварительной обработки данных.

Основные задачи:

- предварительная обработка данных;
- изучение библиотек для предварительной обработки данных;
- масштабирование признаков;
- представление категориальных данных;
- построение пайплайна для предварительной обработки данных.

Теоретическое обоснование

Для выполнения работы изучите тему «Сверточные нейронные сети».

Сверточные нейронные сети (convolutional neural networks, CNN) предназначены для работы со входами, имеющими сетчатую структуру и характеризующимися сильными пространственными зависимостями в локальных областях сетки. Наиболее показательным примером данных, имеющих такую структуру, является двухмерное изображение. Этот тип данных также демонстрирует пространственные зависимости, поскольку смежные пространственные участки изображения часто имеют одинаковые цветовые значения отдельных пикселей.

Дополнительное измерение передает различные цвета, что создает трехмерный входной объем. Поэтому в сверточной нейронной сети между признаками существует взаимосвязь, определяемая их пространственным разнесением. Другие формы последовательных данных, такие как текст, временные ряды и последовательности, также могут считаться частными

случаями данных, структурированных в виде сетки, с различными типами взаимосвязи между соседними элементами. В большинстве случаев сверточные нейронные сети ориентированы на обработку изображений, но могут также применяться для обработки любых типов временных, пространственных и пространственно-временных данных.

Определяющей характеристикой сверточных нейронных сетей является операция, которую называют сверткой (convolution). Это операция поэлементного умножения структурированного в виде сетки набора весов и аналогично структурированных входов, извлеченных из различных локальных пространственных участков входного объема. Операции такого типа полезны в случае данных с высокой степенью пространственной или иной локализации, таких как изображения. Поэтому сверточные сети определяются как сети, использующие операцию свертки по крайней мере в одном слое, хотя в большинстве сверточных сетей эта операция применяется в нескольких слоях.

В CNN состояния в каждом слое выстраиваются в соответствии с сетчатой пространственной структурой. Эти пространственные отношения наследуются от одного слоя к другому, поскольку значение каждого признака базируется на небольшой пространственной области предыдущего слоя. Очень важно поддерживать эти пространственные отношения между ячейками сетки, поскольку от них критически зависят операция свертки и преобразование к следующему слою. Каждый слой в CNN представляет собой трехмерную сетчатую структуру, характеризующуюся высотой, шириной и глубиной. Понятие глубины слоя в сверточной сети не следует путать с понятием глубины самой сети. Термин «глубина» (когда он употребляется в контексте одиночного слоя) относится к количеству каналов в каждом слое, например к количеству первичных цветовых каналов (синий, зеленый и красный) во входном изображении или количеству карт признаков в скрытых слоях. Применение термина «глубина» одновременно в отношении количества карт признаков в каждом слое и количества слоев является примером неудачно

перегруженной терминологии, которая используется в литературе по сверточным сетям, но мы будем тщательно следить за употреблением этого термина, чтобы его смысл был понятен из контекста.

Функции сверточной нейронной сети во многом подобны функциям традиционной сети прямого распространения, за исключением того, что операции в ее слоях пространственно организованы с использованием разреженных (и тщательно спроектированных) соединений между слоями. Как правило, в CNN представлены три слоя: свертки, пулинга и ReLU. Активация с помощью ReLU ничем не отличается от аналогичной активации в традиционной нейронной сети. Последний набор слоев часто является полносвязным и отображается специфическим для приложения способом на набор выходных узлов.

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы рекомендуется использовать персональный компьютер со следующими программными средствами разработки (выбрать один или несколько программных продуктов для практической реализации задач лабораторной работы): Google Colab или локальный интерпретатор Python (Anaconda) с библиотеками numpy, pandas. PyTorch или TensorFlow.

Методика и порядок выполнения работы

1. С использованием графического пакета создайте граф вычислений, имитирующей работу сверточной нейронной сети.
2. На языке высокого уровня разработайте класс, который представляет данную модель. Реализуйте поля данных и методы для обеспечения прямого распространения сигнала по графу и обратного распространения ошибки.
3. Продемонстрируйте работоспособность полученной модели (обучение и прямое распространение сигнала после обучения).

4. Продемонстрируйте свойство обобщающей способности, приобретенное обученной моделью. Продемонстрируйте критерий оценки обобщающей способности модели. Покажите каким образом изменяется этот критерий для различных стадий обучения одной модели и для различных моделей.

5. При выполнении задания целесообразно выбрать конкретную задачу, на которую нацелена данная модель: классификация или логистическая регрессия. Набор данных для обучения необходимо согласовать с преподавателем.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Номер и название лабораторной работы; задачи лабораторной работы.
2. Реализация каждого пункта подраздела «Методика и порядок выполнения работы» с приведением исходного кода программы, диаграмм и графиков для визуализации данных.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Экранные формы (консольный вывод) и листинг программного кода с комментариями, показывающие порядок выполнения лабораторной работы, и результаты, полученные в ходе её выполнения.

Отчет о выполнении лабораторной работы подписывается студентом и сдается преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Пусть задан одномерный временной ряд значений 2, 1, 3, 4, 7. Выполните свертку, используя одномерный фильтр 1, 0, 1 и дополнение нулями.

2. Какова будет длина выхода для одномерного временного ряда длиной L в случае использования фильтра размером F ? Какими должны быть размеры дополнения, чтобы удерживать размер выхода постоянным?

3. Объем активации имеет размеры $13 \times 13 \times 64$, а фильтр – размеры $3 \times 3 \times 64$. Можно ли выполнить свертку с шагами 2, 3, 4 и 5? Обоснуйте свой ответ в каждом из этих случаев.

4. Загрузите реализацию архитектуры AlexNet из любой доступной библиотеки нейронных сетей по своему выбору. Обучите сеть на подмножествах данных переменного размера из набора ImageNet и нарисуйте график зависимости коэффициента ошибок топ-5 от размера данных.

5. Предположим, вы располагаете большим набором данных, содержащим пользовательские рейтинговые оценки различных изображений. Покажите, каким образом можно объединить сверточную нейронную сеть с идеями коллаборативной фильтрации для создания гибридной коллаборативно-рекомендательной системы, ориентированной на содержимое.

Список литературы

Для выполнения лабораторной работы, при подготовке к защите, а также для ответа на контрольные вопросы рекомендуется использовать следующие источники: [1, 2, 5-7].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

Цели и задачи

Цель лабораторной работы: разработка единого пайплайна для решения задачи регрессии.

Основные задачи:

- реализовать конвейер для выполнения всех стадий обработки данных при решении задачи одномерной регрессии;
- получение теоретических представлений о задаче регрессии;
- получение навыков использования пайплайна при решении задачи машинного обучения;
- получение навыков рефакторинга кода в задачах машинного обучения.

Теоретическое обоснование

Для выполнения работы изучите тему «Глубокое обучение с подкреплением».

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы рекомендуется использовать персональный компьютер со следующими программными средствами разработки (выбрать один или несколько программных продуктов для практической реализации задач лабораторной работы): Google Colab или локальный интерпретатор Python (Anaconda) с библиотеками numpy, pandas. PyTorch или TensorFlow.

Методика и порядок выполнения работы

1. Спроектируйте модель обучения с подкреплением на основе выбранного вами алгоритма.

2. На языке высокого уровня разработайте класс, который представляет данную модель. Рализуйте поля данных и методы для обеспечения прямого распространения сигнала по графу и обратного распространения ошибки.

3. Продемонстрируйте работоспособность полученной модели (обучение и применение).

4. Продемонстрируйте свойство обобщающей способности, приобретенное обученной моделью.

5. При выполнении задания целесообразно выбрать конкретную задачу, на которую нацелена данная модель: обучение игрового бота, имитация поведения робота, квадрокоптера и т.п. Набор данных для обучения нейобходимо согласовать с преподавателем.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Номер и название лабораторной работы; задачи лабораторной работы.

2. Реализация каждого пункта подраздела «Методика и порядок выполнения работы» с приведением исходного кода программы, диаграмм и графиков для визуализации данных.

3. Ответы на контрольные вопросы.

4. Экранные формы (консольный вывод) и листинг программного кода с комментариями, показывающие порядок выполнения лабораторной работы, и результаты, полученные в ходе её выполнения.

Отчет о выполнении лабораторной работы подписывается студентом и сдается преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Для реализации градиентного спуска по игровым стратегиям часто используется нейронная сеть, обучающая стратегию игры (сеть обучения

стратегии). Опишите важность выбора архитектуры этой сети в условиях различных задач.

2. Имеются два игровых автомата, каждый из которых оборудован 100 световыми индикаторами. Распределение вероятных размеров вознаграждения, которое можно получить от каждого автомата, является неизвестной (и, возможно, зависящей от автомата) функцией текущей конфигурации включенных индикаторов. В процессе игры конфигурация включенных индикаторов изменяется закономерным образом, однако эта закономерность неизвестна. Объясните, почему эта задача более трудная по сравнению с задачей многорукого бандита. Предложите решение на основе глубокого обучения, которое обеспечило бы при каждой попытке оптимальный выбор автомата, максимизирующего среднее вознаграждение в пересчете на одну попытку в установившемся состоянии.

3. Рассмотрим популярную игру «камень, ножницы, бумага». Люди часто пытаются предугадать следующий ход, исходя из предыстории ходов. Какой подход вы использовали бы для обучения этой игре: метод Q-обучения или метод на основе обучения стратегии игры? Почему? Рассмотрим ситуацию, когда игрок-человек выбирает один из трех ходов с вероятностью, которая является неизвестной функцией предыстории ходов, включающей по 10 предыдущих ходов каждого игрока. Предложите метод глубокого обучения, предназначенный для игры с таким противником. Обеспечит ли хорошо продуманный метод глубокого обучения достижение преимущества над игроком-человеком? Какой стратегии должен придерживаться игрок-человек, чтобы обеспечить вероятностный паритет с противником в виде модели глубокого обучения?

4. Рассмотрим игру крестики-нолики, по завершении которой вознаграждением является одно из значений $\{-1, 0, +1\}$. Допустим, вы обучили значения всех состояний (в предположении, что каждая из сторон играет оптимальным образом). Объясните, почему состояния, которые соответствуют позициям, не являющимся конечными, будут иметь ненулевые

значения. Что вы можете сказать о связи оценок ценности промежуточных шагов с вознаграждением, получаемым в конце игры?

Список литературы

Для выполнения лабораторной работы, при подготовке к защите, а также для ответа на контрольные вопросы рекомендуется использовать следующие источники: [1, 2, 5-7].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9. ПРОДВИНУТЫЕ НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Цели и задачи

Цель лабораторной работы: научиться применять разработанный пайплайн для тиражирования кода с целью решения широкого круга задач машинного обучения.

Основные задачи:

- получение навыков рефакторинга кода в проектах машинного обучения;
- получение навыков определения ключевых признаков в задачах машинного обучения;
- получение навыков реализации ключевых стратегий оптимизации моделей регрессии.

Теоретическое обоснование

В данной работе основной акцент делается на следующие технологии:

1. Модели внимания. Люди не используют активно сразу всю информацию, поступающую им от окружения в каждый момент времени. Вместо этого они фокусируются на определенных фрагментах данных, имеющих отношение к текущей задаче. В биологии это называется вниманием. Аналогичный принцип может быть использован и в приложениях искусственного интеллекта. Модели с вниманием применяют обучение с подкреплением (или другие методы) для фокусирования на небольших порциях данных, имеющих отношение к задаче, решаемой в данный момент. В последнее время такие методы привлекаются для улучшения производительности.

2. Модели с селективным доступом к внутренней памяти. Тесно связаны с моделями внимания, хотя между ними имеется и различие, которое

заключается в том, что модели внимания фокусируются главным образом на специфических частях сохраненных данных. Полезной аналогией может служить то, как человек пользуется своей памятью при решении конкретных задач. Люди обладают огромным репозиторием данных, хранящихся в клетках головного мозга. Однако в любой момент времени осуществляется доступ лишь к небольшой части этих данных, имеющих отношение к текущей задаче. Точно так же современные компьютеры располагают значительными объемами памяти, но доступ компьютерных программ к этой памяти осуществляется управляемым селективным способом посредством переменных, реализующих механизмы косвенной адресации. Все нейронные сети обладают памятью в виде скрытых состояний. Однако эта память настолько тесно связана с вычислениями, что отделить доступ к данным от вычислений очень трудно. За счет повышения селективности операций чтения и записи во внутреннюю память нейронной сети и явного введения механизмов адресации можно добиться того, чтобы выполняемые сетью вычисления более тесно отражали стиль программирования, свойственный людям. По сравнению с более традиционными нейронными сетями такие сети часто обладают большей обобщающей способностью при выполнении предсказаний для данных, не входящих в тренировочный набор. Селективное обращение к памяти можно рассматривать как одну из форм применения механизма внимания к внутренней памяти нейронной сети. Результирующую архитектуру называют сетью с памятью (memory network) или нейронной машиной Тьюринга (neural Turing machine).

3. Генеративно-состязательные сети. Предназначены для создания моделей, порождающих данные на основе предоставленных примеров. Сети этого типа могут создавать реалистично выглядящие образцы на основе данных, используя две конкурирующие сети. Одна из сетей (генератор) формирует синтетические образцы, тогда как другая (дискриминатор) классифицирует смешанный набор оригинальных примеров и сгенерированных образцов, относя их либо к реальному, либо к

синтетическому классу. В результате такой состязательной игры генератор постепенно улучшается до тех пор, пока дискриминатор уже не сможет отличать поддельные образцы от реальных. Кроме того, учет специфики конкретного контекста (например, аннотирование изображений) позволяет управлять созданием желаемых образцов определенного типа.

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы рекомендуется использовать персональный компьютер со следующими программными средствами разработки (выбрать один или несколько программных продуктов для практической реализации задач лабораторной работы): Google Colab или локальный интерпретатор Python (Anaconda) с библиотеками numpy, pandas. PyTorch или TensorFlow.

Методика и порядок выполнения работы

1. Спроектируйте простейшую модель Generative Adversarial Network.
2. На языке высокого уровня разработайте класс, который представляет данную модель. Рализуйте поля данных и методы для обеспечения прямого распространения сигнала по графу и обратного распространения ошибки.
3. Продемонстрируйте работоспособность полученной модели (обучение и применение).
4. Продемонстрируйте свойство обобщающей способности, приобретенное обученной моделью.
5. При выполнении задания целесообразно выбрать конкретную задачу, на которую нацелена данная модель: генерация изображений определенного домена, генерация точек заданного синтетического распределения и т.п. Набор данных для обучения нейобходимо согласовать с преподавателем.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Номер и название лабораторной работы; задачи лабораторной работы.
2. Реализация каждого пункта подраздела «Методика и порядок выполнения работы» с приведением исходного кода программы, диаграмм и графиков для визуализации данных.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Экранные формы (консольный вывод) и листинг программного кода с комментариями, показывающие порядок выполнения лабораторной работы, и результаты, полученные в ходе её выполнения.

Отчет о выполнении лабораторной работы подписывается студентом и сдается преподавателю.

Контрольные вопросы

1. В чем состоят основные отличия подходов, используемых в моделях с мягким и жестким вниманием?
2. Какое отношение имеет алгоритм k-средних к соревновательному обучению?
3. Реализуйте самоорганизующуюся карту Кохонена с помощью 1) прямоугольной и 2) гексагональной решеток.
4. Пусть задана игра для двух участников наподобие GAN с целевой функцией $f(x, y)$, и мы хотим вычислить $\min_x \max_y f(x, y)$. Как соотносятся между собой величины $\min_x \max_y f(x, y)$ и $\min_y \max_x f(x, y)$ и когда они равны?
5. Пусть задана функция $f(x, y) = \sin(x + y)$. Мы хотим минимизировать $f(x, y)$ по x и максимизировать по y . Реализуйте для GAN чередование процессов градиентного спуска и подъема с целью оптимизации этой функции. Будете ли вы всегда получать одно и то же решение, если начинать с разных стартовых точек?

Список литературы

Для выполнения лабораторной работы, при подготовке к защите, а также для ответа на контрольные вопросы рекомендуется использовать следующие источники: [1, 2, 5-7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Нейронные сети и машинное обучение» для студентов направления 09.04.02 «Информационные системы и технологии» охватывает теоретические аспекты построения информационных систем на основе искусственных нейронных сетей, а также предлагает студентам практические рекомендации по разработке систем на основе ИНС.

В методических указаниях рассмотрены практические аспекты проектирования, обучения и применения ИНС для решения профессиональных задач. Студенту предлагается реализовать ИНС различной архитектур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список основной литературы

1. Уэс, Маккинли. Python и анализ данных Электронный ресурс / Маккинли Уэс ; пер. А. А. Слинкин. - Python и анализ данных, 2021-04-19. - Саратов : Профобразование, 2017. - 482 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-4488-0046-7, экземпляров неограниченно.

2. Сузи, Р.А. Язык программирования Python Электронный ресурс : учебное пособие / Р.А. Сузи. - Язык программирования Python, 2020-07-28. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. - 350 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 5-9556-0058-2, экземпляров неограниченно

Список дополнительной литературы

3. Стенли, Липпман. Язык программирования C++ Электронный ресурс : Полное руководство / Липпман Стенли, Лажойе Жози ; пер. А. Слинкин. - Язык программирования C++, 2021-04-19. - Саратов : Профобразование, 2017. - 1104 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-4488-0136-5, экземпляров неограниченно

4. Седжвик, Р. Алгоритмы на C++ / Р. Седжвик. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 1773 с., экземпляров неограниченно

5. <https://archive.ics.uci.edu/ml/index.html> – Репозиторий наборов данных для машинного обучения (Центр машинного обучения и интеллектуальных систем).

6. <https://www.kaggle.com> – Портал и система проведения соревнований по проблемам анализа данных.

7. <https://www.mockaroo.com> – Сайт для генерации наборов данных.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине

«Нейронные сети и машинное обучение»

для студентов направления подготовки

09.04.02 «Информационные системы и технологии»

направленность (профиль)

**«Искусственный интеллект, математическое моделирование и
суперкомпьютерные технологии в разработке информационных
систем»**

Ставрополь, 2026

1. Общие положения

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание докладов;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;
- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин;
- выполнение выпускной квалификационной работы и др.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Самостоятельная работа по дисциплине «Нейронные сети и машинное обучение» направлена на формирование следующих **компетенций**:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-5 Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач искусственного интеллекта	ПК-5.1: Ставит задачи по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области	Правильно выполняет постановку задач по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов машинного обучения для решения задач искусственного интеллекта
	ПК-5.2. Руководит исследовательской группой по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области	Разрабатывает или совершенствует методы и алгоритмы для решения комплекса задач выбранной предметной области
ПК-6 Способен руководить проектами по созданию комплексных систем искусственного интеллекта	ПК-6.1: Осуществляет руководство созданием комплексных систем искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения	Применяет новые методы и алгоритмы машинного обучения для создания комплексных систем искусственного интеллекта
	ПК-6.2. Руководит разработкой архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта	Разрабатывает архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта
ПК-7 Способен руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	ПК-7.1: Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи	Грамотно осуществляет руководство по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи. Грамотно выбирает, разрабатывает и проводит экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем.
	ПК-7.2. Руководит созданием систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств	Правильно выбирает модели искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для руководства процессом создания систем искусственного интеллекта
ПК-12 Способен разрабатывать и исследовать теоретические и экспериментальные модели объектов профессиональной деятельности на основе искусственного интеллекта, математического моделирования и суперкомпьютерных технологий и методов искусственного интеллекта	ПК-12.1: Разрабатывает методику выполнения аналитических работ в контексте исследования модели объектов профессиональной деятельности на основе методов математического моделирования и искусственного интеллекта	Правильно выбирает и грамотно применяет методы математического моделирования и искусственного интеллекта для разработки методики выполнения аналитических работ при исследовании моделей объектов профессиональной
	ПК-12.2: Планирует и организует аналитические работы в информационно-технологическом проекте на основе суперкомпьютерных технологий и методов искусственного интеллекта	Грамотно планирует и организует аналитические работы в информационно-технологическом проекте на основе суперкомпьютерных технологий и методов искусственного интеллекта.

2. Цель и задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС совпадает с целью обучения студента – формирование набора общенаучных, профессиональных и специальных компетенций будущего бакалавра по соответствующему направлению подготовки

При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

3. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе (акад.)		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
3 семестр					
ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-12	Самостоятельное изучение литературы и источников	Собеседование			16
ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-12	Подготовка к экзамену	Устный экзамен			50
ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-12	Подготовка к лабораторным	Защита ЛР			60

	занятиям				
Итого за 3 семестр					126
Итого					126

4. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом

4.1. Методические рекомендации по работе с учебной литературой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста**:

информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)

усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)

аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)

творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

4.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям

Для того чтобы практические и лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в

строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

4.3. Методические рекомендации по самопроверке знаний

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, провести самопроверку усвоенных знаний, ответив на контрольные вопросы по изученной теме.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

4.4. Методические рекомендации по написанию научных текстов (докладов, докладов, эссе, научных статей и т.д.)

Перед тем, как приступить к написанию научного текста, важно разобраться, какова истинная цель вашего научного текста - это поможет вам разумно распределить свои силы и время.

Во-первых, сначала нужно определиться с идеей научного текста, а для этого необходимо научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.

Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т. п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).

Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

Доклад - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов.

Доклад не должна составляться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в доклад е должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки а студентом.

Выполнение доклада начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания доклада. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать работу.

Рабочий вариант текста доклада предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки доклад сдается на кафедру для его оценивания руководителем.

Требования к написанию доклада

Написание 1 доклада является обязательным условием выполнения плана СРС по любой дисциплине профессионального цикла.

Тема доклада может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Доклад должен быть написан научным языком.

Объем доклада должен составлять 20-25 стр.

Структура доклада:

- Введение (не более 3-4 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить область исследования, объект исследования, основные цели и задачи исследования.

- Основная часть состоит из 2-3 разделов. В них раскрывается суть исследуемой проблемы, проводится обзор мировой литературы и источников Интернет по предмету исследования, в котором дается характеристика степени разработанности проблемы и авторская аналитическая оценка основных теоретических подходов к ее решению. Изложение материала не должно ограничиваться лишь описательным подходом к раскрытию выбранной темы. Оно также должно содержать собственное видение рассматриваемой проблемы и изложение собственной точки зрения на возможные пути ее решения.

- Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются достигнутые при изучении проблемы цели, перспективы развития исследуемого вопроса

- Список использованной литературы (не меньше 10 источников), в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет и ссылки на ресурсы сети Интернет.

- Приложение (при необходимости).

Требования к оформлению:

- текст с одной стороны листа;
- шрифт Times New Roman;
- кегль шрифта 14;
- межстрочное расстояние 1,5;
- поля: сверху 2,5 см, снизу – 2,5 см, слева - 3 см, справа 1,5 см;
- доклад должен быть представлен в сброшюрованном виде.

Порядок защиты доклада:

Защита доклада проводится на практических занятиях, после окончания работы студента над ним и исправления всех недочетов, выявленных преподавателем в ходе консультаций. На защиту доклада отводится 5-7 минут времени, в ходе которого студент должен показать свободное владение материалом по заявленной теме. При защите доклада приветствуется использование мультимедиа-презентации.

Оценка доклада

Доклад оценивается по следующим критериям:

- соблюдение требований к его оформлению;
- необходимость и достаточность для раскрытия темы приведенной в тексте доклада информации;
- умение студента свободно излагать основные идеи, отраженные в докладе;
- способность студента понять суть задаваемых преподавателем и сокурсниками вопросов и сформулировать точные ответы на них.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если в докладе студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует для написания доклада современные научные материалы; анализирует полученную информацию; проявляет самостоятельность при написании доклада.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если качество выполнения доклада достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы по теме доклада.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если материал доклада излагается частично, но пробелы не носят существенного характера, студент допускает неточности и ошибки при защите доклада, дает недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не подготовил доклад или допустил существенные ошибки. Студент неуверенно излагает материал доклада, не отвечает на вопросы преподавателя.

4.5. Методические рекомендации по выполнению исследовательских проектов

Исследовательская проектная работа – это групповая работа, для выполнения которой необходим выбор и приложение научной методики к поставленной задаче, получение собственного теоретического или экспериментального материала, на основании которого необходимо провести анализ и сделать выводы об исследуемом явлении. Выполнение проекта – это всегда коллективная, творческая практическая работа, предназначенная для получения определенного продукта или научно-технического результата. Такая работа подразумевает четкое, однозначное формирование поставленной

задачи, определение сроков выполнения намеченного, определение требований к разрабатываемому объекту.

Выполнение 1 группового проекта является обязательным условием выполнения самостоятельной работы по любой дисциплине профессионального цикла. Тема проектного задания может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Требования по выполнению и оформлению проекта

При выполнении проекта приветствуется работа в группе (2-3 человека). Проект – это исследовательская работа, в ходе которой студенты должны продемонстрировать владение навыками научного исследования, умения проводить анализ, обобщать информацию, делать выводы, предлагать свои решения проблемы, рассматриваемой в проекте.

При подготовке материалов проекта студенты должны продемонстрировать владение современными методами компьютерной обработки данных.

Критерии оценки работы участника проекта.

Для каждого из участников проекта оцениваются:

- профессиональные теоретические знания в соответствующей области;
- умение работать со справочной и научной литературой, осуществлять поиск необходимой информации в Интернет;
- умение работать с техническими средствами;
- умение пользоваться соответствующими выполняемому проекту информационными технологиями;
- умение готовить материалы проекта для презентации: составлять и редактировать тексты, формировать презентацию проекта;
- умение работать в команде;
- умение публично представлять результаты собственной деятельности;
- коммуникабельность, инициативность, творческие способности.

Критерии выставления оценки участникам проекта

Оценка	Профессиональные компетенции	Компетенции, связанные с использованием соответствующих выполняемому проекту технических средств и информационных технологий	Иные универсальные компетенции (коммуникабельность, инициативность, умение работать в «команде», управленческие навыки и т.д.)	Отчетность
«Отлично»	Работа выполнена на высоком профессиональном уровне. Представленный материал в основном фактически верен, допускаются негрубые фактические неточности. Студент	Технические средства и информационные технологии освоены и использованы для реализации проекта полностью	Студент проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, навыки работы в коллективе,	Проект представлен полностью и в срок.

Оценка	Профессиональные компетенции	Компетенции, связанные с использованием соответствующих выполняемому проекту технических средств и информационных технологий	Иные универсальные компетенции (коммуникабельность, инициативность, умение работать в «команде», управленческие навыки и т.д.)	Отчетность
	свободно отвечает на вопросы, связанные с проектом.		организационные способности.	
«Хорошо»	Работа выполнена на достаточно высоком профессиональном уровне. Допущено до 4–5 фактических ошибок. Студент отвечает на вопросы, связанные с проектом, но недостаточно полно.	Обнаруживаются некоторые ошибки в использовании соответствующих технических средств и информационных технологий	Студент достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи.	Проект представлен достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками.
«Удовлетворительно»	Уровень недостаточно высок. Допущено до 8 фактических ошибок. Студент может ответить лишь на некоторые из заданных вопросов, связанных с проектом.	Обнаруживает недостаточное владение навыками работы с техническими средствами и соответствующим информационным и технологиями	Студент выполнил большую часть возложенной на него работы.	Проект сдан со значительным опозданием (более недели) и не полностью
«Неудовлетворительно»	Работа не выполнена или выполнена на низком уровне. Допущено более 8 фактических ошибок. Ответы на связанные с проектом вопросы обнаруживают непонимание предмета и отсутствие ориентации в материале проекта.	Навыков работы с техническими средствами нет, информационные технологии не освоены	Студент практически не работал, не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные не существенные поручения в групповом проекте.	Проект не сдан.

Студенты должны: защитить проект в режиме презентации, предъявить файлы выполненного проекта, уметь рассказать о технологиях, использованных ими при выполнении проекта, дать оценку работы каждого члена группы (если проект групповой).

4.6. Методические рекомендации по подготовке к экзаменам и зачетам

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы проводится преподавателем в аудитории.

Предусмотрены следующие виды контроля: собеседование, оценка доклада, оценка презентации, оценка участия в круглом столе, оценка выполнения проекта.

Подробные критерии оценивания компетенций приведены в Фонде оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации.

Список литературы для выполнения СРС

Перечень основной литературы:

1. Уэс, Маккинли. Python и анализ данных Электронный ресурс / Маккинли Уэс ; пер. А. А. Слинкин. - Python и анализ данных, 2021-04-19. - Саратов : Профобразование, 2017. - 482 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-4488-0046-7, экземпляров неограниченно.

2. Сузи, Р.А. Язык программирования Python Электронный ресурс : учебное пособие / Р.А. Сузи. - Язык программирования Python, 2020-07-28. - Москва : Интернет-Университет

Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. - 350 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 5-9556-0058-2, экземпляров неограниченно

Перечень дополнительной литературы:

3. Стенли, Липпман. Язык программирования С++ Электронный ресурс : Полное руководство / Липпман Стенли, Лажойе Жози ; пер. А. Слинкин. - Язык программирования С++, 2021-04-19. - Саратов : Профобразование, 2017. - 1104 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-4488-0136-5, экземпляров неограниченно

4. Седжвик, Р. Алгоритмы на С++ / Р. Седжвик. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 1773 с., экземпляров неограниченно

Методическая литература:

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Нейронные сети и машинное обучение»
2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Нейронные сети и машинное обучение»

Интернет-ресурсы:

1. <http://el.ncfu.ru/> – система управления обучением ФГАОУ ВО СКФУ. Дистанционная поддержка дисциплины «Нейронные сети и машинное обучение».
2. <https://archive.ics.uci.edu/ml/index.html> – Репозиторий наборов данных для машинного обучения (Центр машинного обучения и интеллектуальных систем).
3. <https://www.kaggle.com> – Портал и система проведения соревнований по проблемам анализа данных.
4. <https://www.mockaroo.com> – Сайт для генерации наборов данных.