

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Лобода Ю.О.

**НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В
РОБОТОТЕХНИКЕ**

Методические указания к практическим, лабораторным работам и организации
самостоятельной работы для студентов технических специальностей

Томск

2022

УДК 006.89

ББК 78.373.3

Л 68

Рецензент:

Антипин М.Е., доцент кафедры управления инновациями ТУСУР, кан. физ. мат. наук

Л 68 **Лобода, Юлия Олеговна**

Нейронные сети и методы искусственного интеллекта в робототехнике : методические указания к практическим, лабораторным работам работам и организации самостоятельной работы / Ю.О.Лобода – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 20 с.

Настоящие методические указания для студентов составлены с учетом требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО). Методические указания содержат рекомендации к проведению практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работе и предназначены для студентов технических специальностей.

Одобрено на заседании каф. управления инновациями,
протокол № 7 от 31.01.2022

УДК 006.89

ББК 78.373.3

© Лобода Ю.О., 2022

© Томск. гос. ун-т систем упр.

и радиоэлектроники, 2022

Оглавление

Введение	4
1 Методические указания к проведению лабораторных работ	5
1.1 Лабораторная работа «Поиск наилучшего классификатора для решения задачи бинарной классификации при использовании нескольких типов моделей обучения и сравнительной оценке их результатов»	5
1.2 Лабораторная работа «Определение оптимального числа кластеров при кластеризации»	7
1.3 Лабораторная работа «Построение модели линейной регрессии»	9
1.4. Лабораторная работа «Уменьшение размерности входного пространства»	11
1.5. Лабораторная работа «Удаление выбросов и определения взаимного влияния признаков» ..	13
2. Методические указания к проведению практических работ	15
3 Методические указания для организации самостоятельной работы	17
Основная и дополнительная литература	20

Введение

Методические указания к практическим, лабораторным работам и организации самостоятельной работы посвящены реализации учебно-методической поддержке дисциплин «Нейронные сети» и «Методы искусственного интеллекта в робототехнике». Данное пособие содержит задания для выполнения практических, лабораторных и самостоятельных работ позволяющие сформировать у магистров практические и теоретические навыки по построению и работе с нейронными сетями.

1 Методические указания к проведению лабораторных работ

1.1 Лабораторная работа «Поиск наилучшего классификатора для решения задачи бинарной классификации при использовании нескольких типов моделей обучения и сравнительной оценке их результатов»

Цель работы:

Целью лабораторной работы является приобретение практических и теоретических навыков по поиску наилучшего классификатора для решения задачи бинарной классификации при использовании нескольких типов нечетких моделей.

Рекомендации по подготовке к занятию

Во время подготовки к лабораторной работе рекомендуется ознакомиться с лекционным материалом и просмотреть дополнительную учебно-методическую литературу, рекомендуемую лектором во время проведения занятия.

Содержание занятия / порядок проведения лабораторной работы

1. Получить у преподавателя тестовую выборку данных для решения задачи бинарной классификации.

Структура выборки:

Name	Data Type	Meas.	Description
Sex	nominal		M, F, and I (infant)
Length	continuous	mm	Longest shell measurement
Diameter	continuous	mm	perpendicular to length
Height	continuous	mm	with meat in shell
Whole weight	continuous	grams	whole abalone
Shucked weight	continuous	grams	weight of meat
Viscera weight	continuous	grams	gut weight (after bleeding)
Shell weight	continuous	grams	after being dried
Rings	integer		+1.5 gives the age in years

Пример выборки:

M,0.455,0.365,0.095,0.514,0.2245,0.101,0.15,15
M,0.35,0.265,0.09,0.2255,0.0995,0.0485,0.07,7
F,0.53,0.42,0.135,0.677,0.2565,0.1415,0.21,9
M,0.44,0.365,0.125,0.516,0.2155,0.114,0.155,10
I,0.33,0.255,0.08,0.205,0.0895,0.0395,0.055,7
I,0.425,0.3,0.095,0.3515,0.141,0.0775,0.12,8
F,0.53,0.415,0.15,0.7775,0.237,0.1415,0.33,20
F,0.545,0.425,0.125,0.768,0.294,0.1495,0.26,16
M,0.475,0.37,0.125,0.5095,0.2165,0.1125,0.165,9
F,0.55,0.44,0.15,0.8945,0.3145,0.151,0.32,19
F,0.525,0.38,0.14,0.6065,0.194,0.1475,0.21,14
M,0.43,0.35,0.11,0.406,0.1675,0.081,0.135,10

M,0.49,0.38,0.135,0.5415,0.2175,0.095,0.19,11
F,0.535,0.405,0.145,0.6845,0.2725,0.171,0.205,10
F,0.47,0.355,0.1,0.4755,0.1675,0.0805,0.185,10

2. Отобрать из выборки примеры, принадлежащие двум классам и использовать только отобранные примеры для построения классификатора. В качестве признаков берутся только численные атрибуты.

3. Разделить выборку на две части: обучающую (80% образцов) и тестирующую (20% образцов).

4. Создать классификаторы для предметной области на основе трех моделей (наивный Байес, многослойный персептрон, и деревья решений) с использованием обучающей выборки.

5. Оценить качество работы классификаторов на тестирующей выборке – получить для каждого класса значения полноты, точности и точности для всей модели.

6. Выбрать лучший классификатор.

7. Подготовить отчет о проделанной работе.

Содержание отчета.

1. Титульный лист.

2. Описание задания.

3. Описание исследуемого набора данных (краткая характеристика набора, включающая описание атрибутов, используемых при анализе).

4. Описание обученных классификаторов. Для деревьев решений: правила или вид дерева, для нейронной сети: характеристики нейронов, включая значения их весов, для наивного Байеса: вид или характеристики функций распределений.

5. Описание результатов оценки качества классификаторов.

6. Заключение, включающее выбор наилучшего классификатора.

1.2 Лабораторная работа «Определение оптимального числа кластеров при кластеризации»

Цель работы:

Целью лабораторной работы является приобретение практических и теоретических навыков по определению оптимального числа кластеров при кластеризации данных.

Рекомендации по подготовке к занятию

Во время подготовки к лабораторной работе рекомендуется ознакомиться с лекционным материалом и просмотреть дополнительную учебно-методическую литературу, рекомендуемую лектором во время проведения лабораторной работы.

Содержание занятия / порядок проведения лабораторной работы

1. Получить у преподавателя тестовую выборку данных для решения задачи определения оптимального числа кластеров, содержащую как минимум 300 объектов в выборке и количество числовых атрибутов, которые подлежат анализу не менее 6.

Структура выборки:

Name	Data Type	Meas.	Description
Sex	nominal		M, F, and I (infant)
Length	continuous	mm	Longest shell measurement
Diameter	continuous	mm	perpendicular to length
Height	continuous	mm	with meat in shell
Whole weight	continuous	grams	whole abalone
Shucked weight	continuous	grams	weight of meat
Viscera weight	continuous	grams	gut weight (after bleeding)
Shell weight	continuous	grams	after being dried
Rings	integer		+1.5 gives the age in years

Пример выборки:

M,0.455,0.365,0.095,0.514,0.2245,0.101,0.15,15

M,0.35,0.265,0.09,0.2255,0.0995,0.0485,0.07,7

F,0.53,0.42,0.135,0.677,0.2565,0.1415,0.21,9

M,0.44,0.365,0.125,0.516,0.2155,0.114,0.155,10

I,0.33,0.255,0.08,0.205,0.0895,0.0395,0.055,7

I,0.425,0.3,0.095,0.3515,0.141,0.0775,0.12,8

F,0.53,0.415,0.15,0.7775,0.237,0.1415,0.33,20

F,0.545,0.425,0.125,0.768,0.294,0.1495,0.26,16

M,0.475,0.37,0.125,0.5095,0.2165,0.1125,0.165,9

F,0.55,0.44,0.15,0.8945,0.3145,0.151,0.32,19

F,0.525,0.38,0.14,0.6065,0.194,0.1475,0.21,14

M,0.43,0.35,0.11,0.406,0.1675,0.081,0.135,10

M,0.49,0.38,0.135,0.5415,0.2175,0.095,0.19,11

F,0.535,0.405,0.145,0.6845,0.2725,0.171,0.205,10

F,0.47,0.355,0.1,0.4755,0.1675,0.0805,0.185,10

2. Построить процесс кластеризации набора выбранных числовых атрибутов с помощью алгоритма K-средних.

3. Провести исследование загруженного набора данных на предмет нахождения оптимального числа кластеров с учетом метода оценки качества. Предполагается, что данные разбиваются на N кластеров, при этом N меняется от 2 до 12. Исходя из значений компактности, выбрать оптимальное значение k с помощью метода локтя.

4. Подготовить отчет о проделанной работе.

Содержание отчета

1.Титульный лист.

2.Описание задания.

3.Описание исследуемого набора данных (краткая характеристика набора, включающая описание атрибутов, использующихся при анализе).

4.Описание результатов эксперимента с оценкой компактности для разного количества кластеров.

5.Выводы по кластеризации исследуемого набора. Привести результат (количество кластеров и его координаты) кластеризации с наилучшим значением критерия качества (компактности).

6. Список литературы.

1.3 Лабораторная работа «Построение модели линейной регрессии»

Цель работы

Целью лабораторной работы является приобретение практических и теоретических навыков по построению модели линейной регрессии.

Рекомендации по подготовке к занятию

Во время подготовки к лабораторной работе рекомендуется ознакомиться с лекционным материалом и просмотреть дополнительную учебно-методическую литературу, рекомендуемую лектором во время проведения лабораторной работы.

Содержание занятия / порядок проведения лабораторной работы

1. Получить у преподавателя тестовую выборку данных для решения задачи построения модели линейной регрессии, который содержит 10 как минимум 150 объектов в выборке и количество числовых атрибутов, которые подлежат анализу не менее 4.

Структура выборки:

Name	Data Type	Meas.	Description
Sex	nominal		M, F, and I (infant)
Length	continuous	mm	Longest shell measurement
Diameter	continuous	mm	perpendicular to length
Height	continuous	mm	with meat in shell
Whole weight	continuous	grams	whole abalone
Shucked weight	continuous	grams	weight of meat
Viscera weight	continuous	grams	gut weight (after bleeding)
Shell weight	continuous	grams	after being dried
Rings	integer		+1.5 gives the age in years

Пример выборки:

M,0.455,0.365,0.095,0.514,0.2245,0.101,0.15,15

M,0.35,0.265,0.09,0.2255,0.0995,0.0485,0.07,7

F,0.53,0.42,0.135,0.677,0.2565,0.1415,0.21,9

M,0.44,0.365,0.125,0.516,0.2155,0.114,0.155,10

I,0.33,0.255,0.08,0.205,0.0895,0.0395,0.055,7

I,0.425,0.3,0.095,0.3515,0.141,0.0775,0.12,8

F,0.53,0.415,0.15,0.7775,0.237,0.1415,0.33,20

F,0.545,0.425,0.125,0.768,0.294,0.1495,0.26,16

M,0.475,0.37,0.125,0.5095,0.2165,0.1125,0.165,9

F,0.55,0.44,0.15,0.8945,0.3145,0.151,0.32,19

F,0.525,0.38,0.14,0.6065,0.194,0.1475,0.21,14

M,0.43,0.35,0.11,0.406,0.1675,0.081,0.135,10

M,0.49,0.38,0.135,0.5415,0.2175,0.095,0.19,11

F,0.535,0.405,0.145,0.6845,0.2725,0.171,0.205,10

F,0.47,0.355,0.1,0.4755,0.1675,0.0805,0.185,10 11

2. Построить в процесс работы модели линейной регрессии (выборку разделить на две части 70% - обучение, 30% тест).

3. Получить уравнение регрессии, статистические характеристики параметров модели, а также значения среднеквадратичной ошибки и коэффициента линейной регрессии для тестовой выборки.

4. Подготовить отчет о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Титульный лист.

2. Описание задания.

3. Описание исследуемого набора данных (краткая характеристика набора, включающая описание атрибутов, используемых при анализе).

4. Описание результатов моделирования.

5. Список литературы.

1.4. Лабораторная работа «Уменьшение размерности входного пространства»

Цель работы

Целью лабораторной работы является приобретение практических и теоретических навыков по уменьшению размерности входного пространства.

Рекомендации по подготовке к занятию

Во время подготовки к лабораторной работе рекомендуется ознакомиться с лекционным материалом и просмотреть дополнительную учебно-методическую литературу, рекомендуемую лектором во время проведения лабораторной работы.

Содержание занятия / порядок проведения лабораторной работы

1. Получить у преподавателя тестовую выборку данных для решения задачи (регрессии, кластеризации или классификации), который содержит как минимум 350 объектов в выборке и количество числовых атрибутов, которые подлежат анализу не менее 12.

Структура выборки:

Name	Data Type	Meas.	Description
Sex	nominal		M, F, and I (infant)
Length	continuous	mm	Longest shell measurement
Diameter	continuous	mm	perpendicular to length
Height	continuous	mm	with meat in shell
Whole weight	continuous	grams	whole abalone
Shucked weight	continuous	grams	weight of meat
Viscera weight	continuous	grams	gut weight (after bleeding)
Shell weight	continuous	grams	after being dried
Rings	integer		+1.5 gives the age in years

Пример выборки:

M,0.455,0.365,0.095,0.514,0.2245,0.101,0.15,15

M,0.35,0.265,0.09,0.2255,0.0995,0.0485,0.07,7

F,0.53,0.42,0.135,0.677,0.2565,0.1415,0.21,9

M,0.44,0.365,0.125,0.516,0.2155,0.114,0.155,10

I,0.33,0.255,0.08,0.205,0.0895,0.0395,0.055,7

I,0.425,0.3,0.095,0.3515,0.141,0.0775,0.12,8

F,0.53,0.415,0.15,0.7775,0.237,0.1415,0.33,20

F,0.545,0.425,0.125,0.768,0.294,0.1495,0.26,16

M,0.475,0.37,0.125,0.5095,0.2165,0.1125,0.165,9

F,0.55,0.44,0.15,0.8945,0.3145,0.151,0.32,19

F,0.525,0.38,0.14,0.6065,0.194,0.1475,0.21,14

M,0.43,0.35,0.11,0.406,0.1675,0.081,0.135,10

M,0.49,0.38,0.135,0.5415,0.2175,0.095,0.19,11

F,0.535,0.405,0.145,0.6845,0.2725,0.171,0.205,10

F,0.47,0.355,0.1,0.4755,0.1675,0.0805,0.185,10

2. Построить процесс работы модели выделения главных компонент PCA и SOM.

3. Для PCA получить значения выборочной дисперсии, процента дисперсии компонент, кумулятивного процента дисперсии, формулы для получения главных компонент, 20 первых векторов новых признаков главных компонент для исследуемой выборки. Для SOM разброс по кластерам, а также 20 первых векторов новых признаков.

4. Подготовить отчет о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Титульный лист.

2. Описание задания.

3. Описание исследуемого набора данных (краткая характеристика набора, включающая описание атрибутов, использующихся при анализе).

4. Описание результатов моделирования.

5. Список литературы.

1.5. Лабораторная работа «Удаление выбросов и определения взаимного влияния признаков»

Цель работы

Целью лабораторной работы является приобретение практических и теоретических навыков по удалению выбросов и определению взаимного влияния признаков.

Рекомендации по подготовке к занятию

Во время подготовки к лабораторной работе рекомендуется ознакомиться с лекционным материалом и просмотреть дополнительную учебно-методическую литературу, рекомендуемую лектором во время проведения лабораторной работы.

Содержание занятия / порядок проведения лабораторной работы

1. Получить у преподавателя тестовую выборку данных для решения задачи (регрессии, кластеризации или классификации), который со- 14 держит как минимум 350 объектов в выборке и количество числовых атрибутов, которые подлежат анализу не менее 5.

Структура выборки:

Name	Data Type	Meas.	Description
Sex	nominal		M, F, and I (infant)
Length	continuous	mm	Longest shell measurement
Diameter	continuous	mm	perpendicular to length
Height	continuous	mm	with meat in shell
Whole weight	continuous	grams	whole abalone
Shucked weight	continuous	grams	weight of meat
Viscera weight	continuous	grams	gut weight (after bleeding)
Shell weight	continuous	grams	after being dried
Rings	integer		+1.5 gives the age in years

Пример выборки:

M,0.455,0.365,0.095,0.514,0.2245,0.101,0.15,15

M,0.35,0.265,0.09,0.2255,0.0995,0.0485,0.07,7

F,0.53,0.42,0.135,0.677,0.2565,0.1415,0.21,9

M,0.44,0.365,0.125,0.516,0.2155,0.114,0.155,10

I,0.33,0.255,0.08,0.205,0.0895,0.0395,0.055,7

I,0.425,0.3,0.095,0.3515,0.141,0.0775,0.12,8

F,0.53,0.415,0.15,0.7775,0.237,0.1415,0.33,20

F,0.545,0.425,0.125,0.768,0.294,0.1495,0.26,16

M,0.475,0.37,0.125,0.5095,0.2165,0.1125,0.165,9

F,0.55,0.44,0.15,0.8945,0.3145,0.151,0.32,19

F,0.525,0.38,0.14,0.6065,0.194,0.1475,0.21,14

M,0.43,0.35,0.11,0.406,0.1675,0.081,0.135,10

M,0.49,0.38,0.135,0.5415,0.2175,0.095,0.19,11

F,0.535,0.405,0.145,0.6845,0.2725,0.171,0.205,10 15

F,0.47,0.355,0.1,0.4755,0.1675,0.0805,0.185,10

2. Построить процесс работы модели построения корреляционной матрицы и определения выбросов.

3. По корреляционной матрице определить признаки, которые зависят друг от друга линейно (значение в матрице по модулю больше 0.85) и определить вид зависимости: отрицательная или положительная. Для решения задачи определения выбросов установить количество выбросов равным 5% и путем изменения количества соседей $K=3,4,5$ получить номера сущностей, которые являются выбросами. Выбрать признаки, которые обозначены как выбросы три раза, два раза и один раз при разных K .

4. Подготовить отчет о проделанной работе.

Содержание отчета

1. Титульный лист.

2. Описание задания.

3. Описание исследуемого набора данных (краткая характеристика набора, включающая описание атрибутов, используемых при анализе).

4. Описание результатов моделирования.

5. Список литературы.

2. Методические указания к проведению практических работ

Практическое занятие – это форма систематических учебных занятий, с помощью которых студенты изучают тот или иной раздел определенной учебной дисциплины, входящей в состав учебного плана. Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо при подготовке к практическим занятиям использовать материал лекций, который должен закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций и задач. При подготовке к практическим занятиям следует использовать основную литературу из представленного списка, а также руководствоваться данными указаниями и рекомендациями. Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию: - открыть методические указания по практическим работам к данной дисциплине - ознакомиться с целью практического занятия - просмотреть необходимый теоретический материал из методических указаний - просмотреть материал из рекомендуемых источников по данной теме практического занятия - ознакомиться с вариантами заданий для данного практического занятия.

Практическое занятие. Классификация знаний.

Цель работы. Изучить заданную предметную область и построить модель знаний в виде графа. Методические указания.

Для построения модели представления знаний в виде графа необходимо выполнить следующие шаги:

- 1) Определить целевые действия задачи (являющиеся решениями).
 - 2) Определить промежуточные действия или цепочку действий, между начальным состоянием и конечным (между тем, что имеется, и целевым действием).
 - 3) Определить условия для каждого действия, при котором его целесообразно и возможно выполнить. Определить порядок выполнения действий.
 - 4) Добавить конкретные факты, исходя из поставленной задачи.
 - 5) Преобразовать полученный порядок действий и соответствующие им факты, условия и действия.
 - 6) Для проверки правильности построения записать цепочки, явно проследив связи между ними.
- Этот набор шагов предполагает движение при построении модели от результата к начальному состоянию, но возможно и движение от начального состояния к результату (шаги 1 и 2).
- 7) Присвоить обозначения фактам Ф, правилам П, действиям Д.
 - 8) Построить граф предметной области.

Варианты заданий. Построить модель представления знаний в предметной области «Компьютерные сети» (организация).

2. Построить модель представления знаний в предметной области «Университет» (учебный процесс).
3. Построить модель представления знаний в предметной области «Компьютерная безопасность» (средства и способы ее обеспечения).

4. Построить модель представления знаний в предметной области «Компьютерная безопасность» (угрозы).
5. Построить модель представления знаний в предметной области «Автоматизация производства» (организация и обслуживание).
6. Построить модель представления знаний в предметной области «Разработка информационных систем» (ведение информационного проекта).
7. Построить модель представления знаний в предметной области «Операционные системы» (функционирование).
8. Построить модель представления знаний в предметной области «Информационные системы» (виды и функционирование).
9. Построить модель представления знаний в предметной области «Робототехнические системы» (структура и функционирование).

3 Методические указания для организации самостоятельной работы

3.1 Общие положения

Целями самостоятельной работы являются систематизация, расширение и закрепление теоретических знаний.

Самостоятельная работа студента по дисциплине включает следующие виды активности:

1. Изучение тем теоретической части дисциплины, вынесенных для самостоятельной проработки.
2. Подготовка к практическим работам.
3. Подготовка к лабораторным работам.
4. Выполнение индивидуальных заданий.

3.2 Изучение тем теоретической части дисциплины, вынесенных для самостоятельной проработки

Изучение тем теоретической части дисциплины, вынесенных для самостоятельной проработки: - Ядерные методы.

В рамках данного раздела рекомендуется обратить внимание на: метод ядерных оценок, на вероятностные нейронные сети, обобщенно-регрессионные нейронные сети, методы ядерной аппроксимации.

Вероятностные модели для категориальных данных. В рамках данного раздела рекомендуется обратить внимание на структуру модели, особенности и характеристики.

Дискриминантное обучение путем оптимизации условного правдоподобия. В рамках данного раздела рекомендуется обратить внимание на дискриминантную модель логической регрессии.

Вероятностные модели со скрытыми переменными. В рамках данного раздела рекомендуется обратить внимание на решение четырехкаскадной задачи классификации.

Рекомендуемая литература:

1. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. - М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2008. – 315 с. В библиотеке ТУСУРа: 1 экз.
2. Рутковская Д.А. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: пер. с польск. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский пер. И.Д. Рудинский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 383 с. В библиотеке ТУСУРа: 20 экз.

3.3 Подготовка к лабораторным работам

В рамках выполнения подготовки к лабораторным работам рекомендуется детально познакомиться с теоретическим материалом по темам лабораторных работ.

Рекомендуемая литература:

1. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. - М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2008. – 315 с. В библиотеке ТУСУРа: 1 экз.
2. Рутковская Д.А. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: пер. с польск. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский пер. И.Д. Рудинский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 383 с. В библиотеке ТУСУРа: 20 экз.

3.4 Выполнение индивидуального (творческого) задания (ИЗ)

В рамках выполнения индивидуального (творческого) задания (ИЗ) необходимо подготовить 7 минутный доклад, раскрывающий одну из следующих тем:

Вариант индивидуального задания определяется преподавателем в индивидуальном порядке, основываясь на уровень знаний и студента.

Примеры тем:

1. Иерархическая кластеризация
2. Метод опорных векторов (SVM –support vector machines)
3. Линейный дискриминантный анализ (LDA - Linear discriminant analysis)
4. Алгоритм T-SNe (T-distributed stochastic neighbor embedding) 5. EM-алгоритм (Expectation-maximization algorithm)
6. Алгоритм AdaBoost
7. CART: Classification and Regression Trees
8. Скрытые Марковские модели (Hidden Markov Models)
9. Сингулярное разложение матрицы (SVD Singular-value decomposition)
10. Алгоритмы кластеризации на основе сеток и плотности (Gridbased and density based clustering)
11. Алгоритмы кластеризации данных большой размерности (CLIQUE, PROCLUS, ORCLUS)
12. Анализ выбросов (Outlier analysis)
13. Методы обучения с частичным привлечением учителя (semisupervised learning)
14. Методы кластеризации текстовых данных (Clustering methods for texts)
15. Алгоритмы кластеризация временных рядов (Time series clustering)
16. Методы классификации временных рядов (Time series classification)
17. Кластеризация графов (Graph clustering)
18. Алгоритм поиска ассоциативных правил FP-growth (Frequent Pattern-Growth)
- 19.Использование модификаций генетического алгоритма при решении задачи глобальной оптимизации.
20. Алгоритмы настройки нейро-нечетких систем вывода
21. Модель иерархической временной памяти НТМ.
22. Осцилляторные нейронные сети.
23. Рекуррентные нейронные сети.
24. Кластеризация графов.

Основная и дополнительная литература

Основная литература:

1. Аксенов С.В. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии): науч. издание / С.В. Аксенов, В.Б. Новосельцев; ред. В.Б. Новосельцев. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 126 с. В библиотеке ТУСУРа: 15 экз.
2. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилинский, Л. Рутковский; пер. с польск. И.Д. Рудинского. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 384 с. [Электронный ресурс]: ЭБС ЛАНЬ. – URL: <http://e.lanbook.com/view/book/11843/> (дата обращения: 26.12.2022).
3. Замятин Н.В. Нечеткая логика и нейронные сети: учеб. пособие. – Томск: Эль Контент, 2014. – 146 с. В библиотеке ТУСУРа: 10 экз.
4. Галушкин, А. И. Нейронные сети: основы теории / А. И. Галушкин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 496 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111043> (дата обращения: 26.12.2022).

Дополнительная литература:

1. Усков А.А. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика / А.А. Усков, А.В. Кузьмин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 143 с. В библиотеке ТУСУРа: 50 экз.
2. Данилов, В. В. Нейронные сети : учебное пособие / В. В. Данилов. — Донецк : ДонНУ, 2020. — 158 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/179953> (дата обращения: 26.12.2022).
3. Цуриков, А. Н. Моделирование и обучение искусственных нейронных сетей : учебное пособие / А. Н. Цуриков. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. — 112 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/140610> .
. Данилов, В. В. Нейронные сети : учебное пособие / В. В. Данилов. — Донецк : ДонНУ, 2020. — 158 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/179953> (дата обращения: 26.12.2022).
4. Системы искусственного интеллекта: Методические указания к практическим занятиям / Н. В. Замятин - 2018. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8660> (дата обращения: 26.12.2022).
5. Нейронные сети и их применение: Методические указания к лабораторным работам и организации самостоятельной работы / А. А. Голубева, С. В. Аксёнов - 2016. 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8380> (дата обращения: 26.12.2022).