**Отчет по лабораторной работе № 3**

«Применение многослойной нейронной сети

для классификации данных»

студента: Мандрова А. П. группы: Б21-504 Дата сдачи:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ведущий преподаватель: оценка: подпись:\_\_\_\_\_\_\_

Вариант №1

*Цель работы*: изучение математической модели многослойной нейронной сети и решение с её помощью задачи классификации данных.

1. Исходные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Число признаков | Число классов | Объём выборки | Объёмы выборок для каждого класса |
| 2 | 4 | 500 | 100, 150, 150, 100 |

Диаграмма рассеяния исходных данных:

Изображение выглядит как Красочность, снимок экрана

Автоматически созданное описание

(отметить данные разных классов разными цветами)

Формирование обучающей, валидационной и тестовой выборок:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Обучающая | Валидационная | Тестовая | Всего |
| % | 60 | 30 | 10 | 100 |
| Объём выборки | 300 | 150 | 50 | 500 |
| Объёмы выборок для каждого класса | 57; 89; 88; 66 | 34; 46; 46; 24 | 9; 15; 16; 10 | 100; 150; 150; 100 |

Предобработка данных:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Метод | Параметры метода | Формула расчёта |
| Предобработка входов | Нормализация | IQR |  |
| Предобработка выходов | One-hot encoding | - | - |

1. Построение нейросетевого классификатора с двумя скрытыми слоями

Параметры архитектуры сети:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Число входов | Число выходов | Число и АХ нейронов 1-го скрытого слоя | Число и АХ нейронов 2-го скрытого слоя | Функция активации выходного нейрона |
| 2 | 4 | 5, tanh | 5, tanh | *~~Logistic~~* / *Softmax* |

Схема нейронной сети:

Изображение выглядит как диаграмма, зарисовка, рисунок, линия

Автоматически созданное описание

Параметры обучения:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод обучения | Параметры метода обучения | Режим обучения | Функция потерь |
| Momentum | lr = 0.05,  momentum = 0.1,  epoch = 100 | Stochastic | *~~Binary~~* / *Categorical* cross-entropy |

Параметры инициализации: **инициализация Хавьера**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Распределение весов 1-го скрытого слоя | Распределение весов 2-го скрытого слоя | Распределение весов выходного слоя |
| Равномерное | Равномерное | Равномерное |

*Критерий останова*: увеличение значения функции потерь на валидационной выборке на протяжении 10 эпох.

Зависимость средней функции потерь *E*(τ) (левая ось) и ошибки классификации ε(τ) (правая ось) на обучающей, валидационной и тестовой выборках от времени обучения (всего 6 графиков):

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия

Автоматически созданное описаниеИзображение выглядит как текст, рукописный текст, Шрифт, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Отметить на графике начало переобучения (если наблюдается): переобучение не наблюдается

(ε = число неверно классифицированных примеров/число всех примеров)

Показатели качества обученного нейросетевого классификатора:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Обучающая | Валидационная | Тестовая |
| Среднее значение функции потерь *E* | 1.379 | 1.373 | 1.333 |
| Ошибка классификации ε | 0.223 | 0.32 | 0.16 |

Матрица ошибок классификации обученной сети на обучающей / тестовой выборках:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Predicted Class  Actual Class | *1* | *2* | *3* | *4* |
| *1* | 47  9 | 2  0 | 8  0 | 0  0 |
| *2* | 0  0 | 86  12 | 3  3 | 0  0 |
| *3* | 9  0 | 12  2 | 62  13 | 5  1 |
| *4* | 0  0 | 6  0 | 22  2 | 38  8 |

Формируемые обученной сетью области классов:

Изображение выглядит как карта, снимок экрана, графический дизайн

Автоматически созданное описание

(нанести на диаграмму исходные данные, закрасить области разных классов разными цветами, отметить границы между классами)

1. Проверка устойчивости найденного решения

Провести обучение сети заново из другой случайной начальной точки *w*(0).

Показатели качества обученного нейросетевого классификатора:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Обучающая | Валидационная | Тестовая |
| Среднее значение функции потерь *E* | 1.379 | 1.372 | 1.332 |
| Ошибка классификации ε | 0.237 | 0.24 | 0.16 |

Формируемые обученной сетью области классов:

Изображение выглядит как карта, снимок экрана

Автоматически созданное описание

(нанести на диаграмму исходные данные, закрасить области разных классов разными цветами, отметить границы между классами)

Выводы:

1. Обученная нейронная сеть обладает хорошей точностью предсказания.
2. Нейронная сеть обладает устойчивостью, но поскольку один из классов “размешан” в других классах, а обучение стохастическое, то есть шанс заметного ухудшения качества предсказания при проведении обучения сети заново из другой случайной начальной точки *w*(0).