

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Институт ИТАСУ

Группа: **МПИ-20-4-2**

ОТЧЕТ

**по лабораторной работе №1
по курсу «Нейронные сети»**

**Выполнил: Хабибулин М.И.
группа МПИ-20-4-2
Проверил: Курочкин И.И.**

Москва 2020

1. Выбрать [2 датасета с линейно неразделимыми данными \(Ссылки на внешний сайт.\)](#) с количеством классов более 4 (2 признака и более 4). Для каждого класса количество точек не менее 50. Хотя бы 1 датасет должен быть уникальным во всей группе.

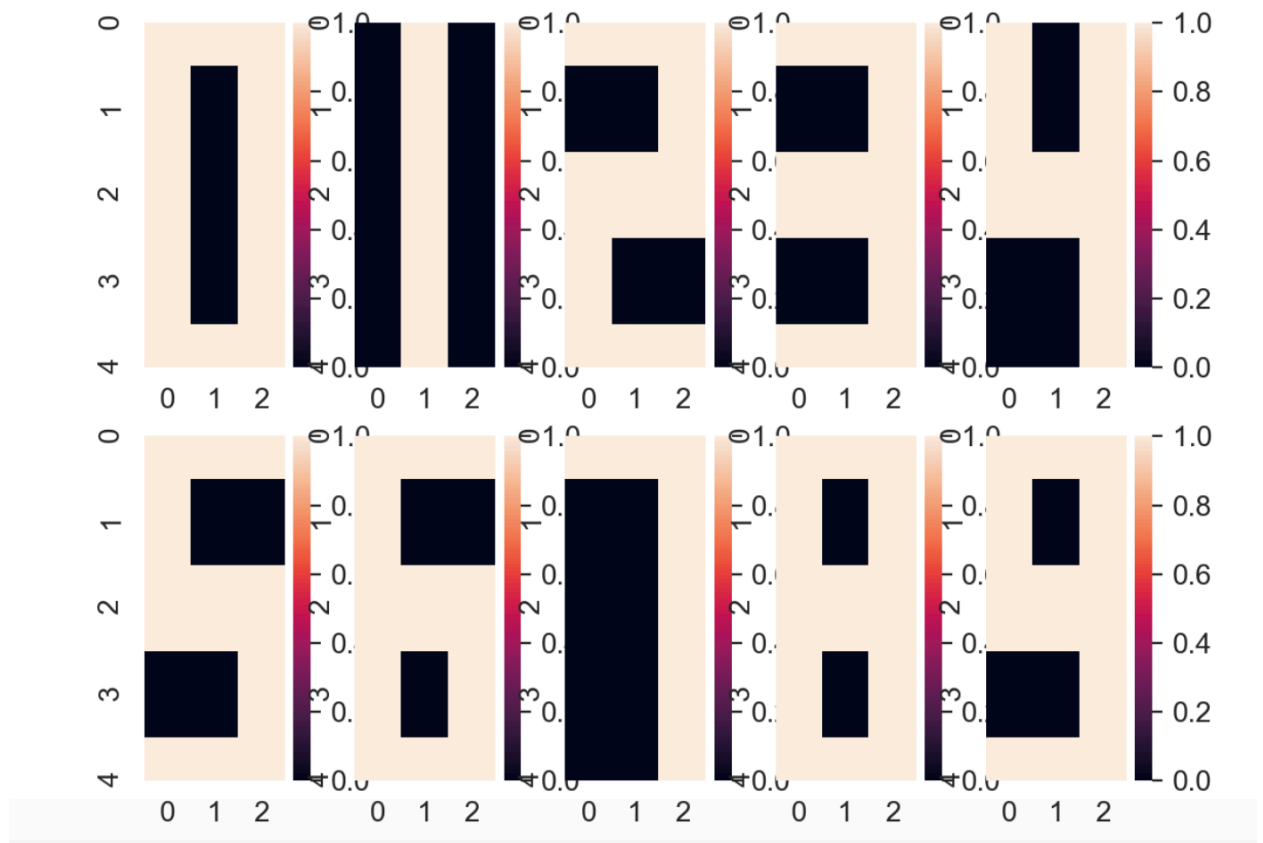
Датасет №1: цифры от 0 до 9

- + Количество атрибутов 15
- + Количество классов 10

Каждая цифра закодирована 15 клетками, также имеется ее зашумленный вариант. Обучение будет производиться на незашумленных входных данных, тестирование на зашумленных.

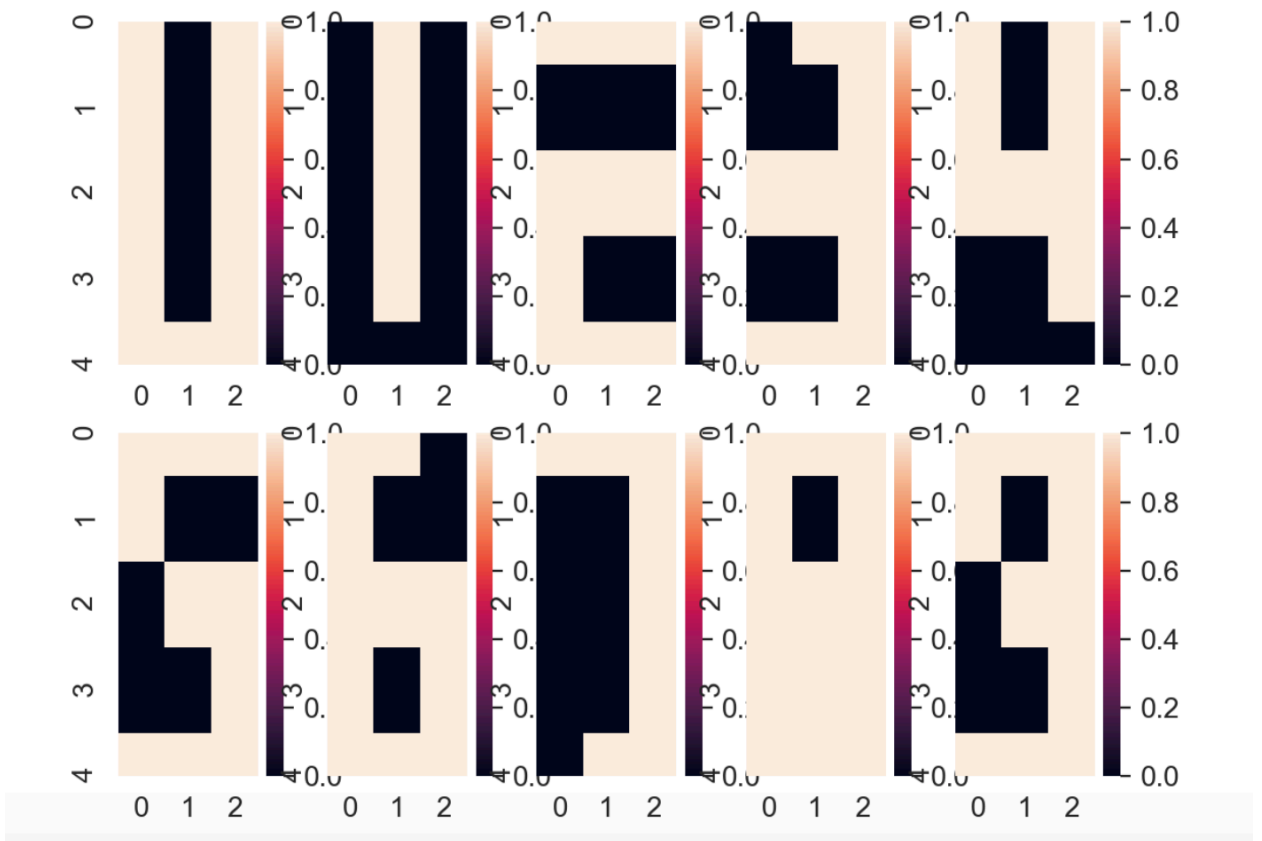
Данные для обучения:

Тренировочная выборка:



Пример незашумленных цифр(элементов из выборки для обучения)

Выборка для тестирования: выборкой для тестирования является любое из приведенных чисел с одной случайно выбранной зашумленной клеткой.



Пример зашумленных цифр(элементов из выборки для тестирования)

Алгоритм обучения персептрона.

Шаг 1: Случайным образом выбираем пороги θ_{a_i} для A нейронов и устанавливаем связи между S и A слоями так, чтобы матрица $[G]$ получилась не вырожденной.

Шаг 2: Начальные коэффициенты R -слоя $\omega_j^{r_i}$ полагаем $\omega_j^{r_i}(0) = 0$, а пороги θ_{r_i} устанавливаем в произвольные натуральные значения.

Шаг 3: Выбираем способ кодирования классов для персептрона: конфигурационное или позиционное кодирование (или используем свою схему).

Шаг 4: Подаем в цикле эталонные стимулы St_i на входы персептрона. Проверяем реакции каждого реагирующего нейрона r_j нашей схеме кодирования.

- Если выходной нейрон r_j был активен $y^{r_j}(t) = 1$, а по нашей схеме он не должен реагировать на эталонный стимул St_i , то мы уменьшаем все коэффициенты $\omega_k^{r_j}(t+1) = \omega_k^{r_j}(t) - 1$, для которых $x_k^{r_j}(t) = 1$.
- Если выходной нейрон r_j был пассивен $y^{r_j}(t) = 0$, а по нашей схеме он должен был среагировать на эталонный стимул St_i , то мы увеличиваем все коэффициенты $\omega_k^{r_j}(t+1) = \omega_k^{r_j}(t) + 1$, для которых $x_k^{r_j}(t) = 1$.
- Если нейрон среагировал на эталонный стимул St_i верно, то мы не изменяем его коэффициенты.

Шаг 5: Повторно проверяем реакцию сети на все эталонные стимулы St_i , но уже без изменения весовых коэффициентов. Если распознавание прошло без ошибок, то завершаем работу алгоритма, а иначе возвращаемся к шагу 4.

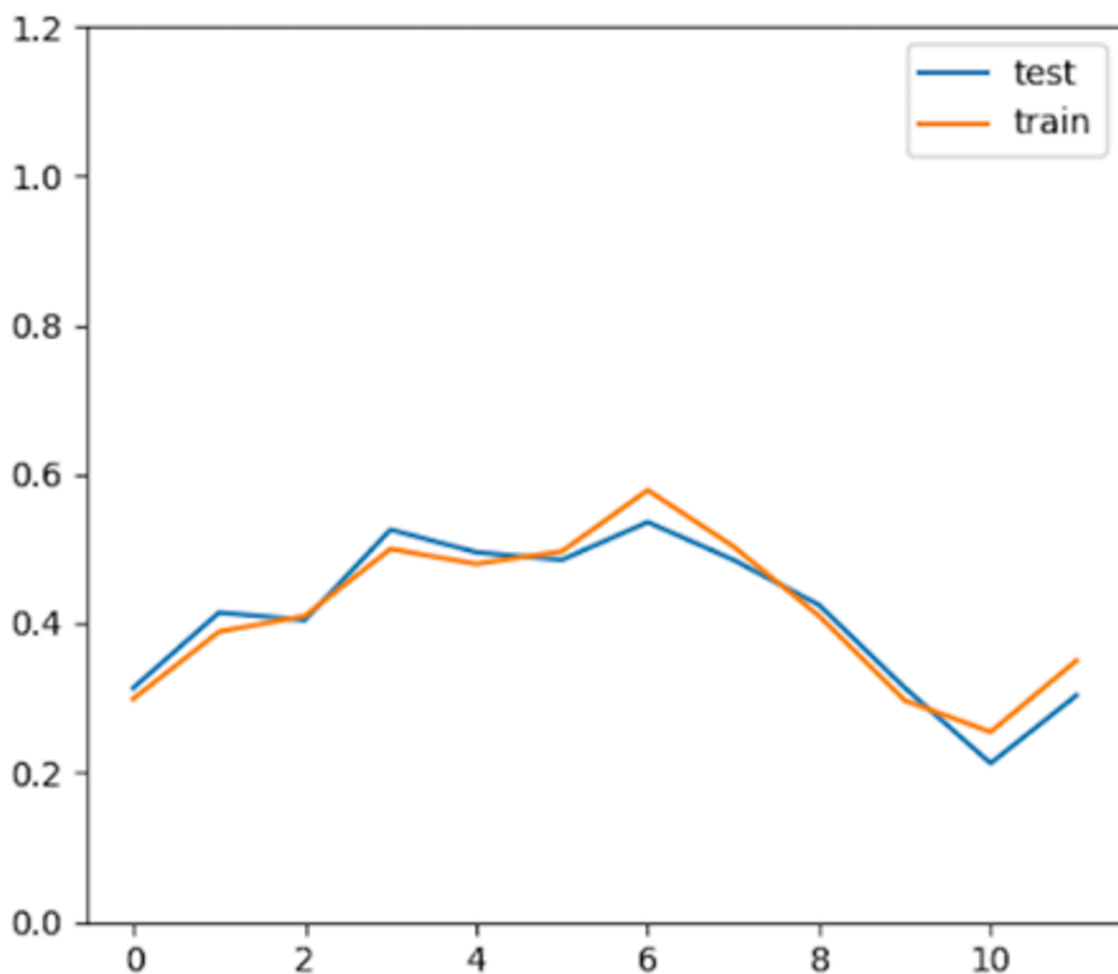
Однослойный перцептрон с позиционным кодированием

Параметры персептрона следующие: 15 нейронов на сенсорном слое, 10 нейронов на ассоциативном слое и 10 нейронов на реагирующем слое. Функция активации сигмоида, так как она дифференцируема.(Нужно при обучении)

```
class OneLayerPerceptron():  
  
    def __init__(self, s_size, a_size, r_size, digits):  
        while True:  
            self.a_size = a_size  
            self.r_size = r_size  
  
            self.s_bias = np.zeros(s_size)  
            self.a_weight = np.zeros((s_size, a_size))  
            self.a_bias = np.ones(a_size)  
            self.r_weight = np.zeros((a_size, r_size))  
            self.r_bias = randint(1, 10, r_size)  
  
            for i in range(s_size):  
                if i < a_size:  
                    self.a_weight[i][i] = 1  
                else:  
                    self.a_weight[i][randint(0, a_size)] = 1  
            out = np.heaviside(digits - self.s_bias, 0)  
            out = np.heaviside(out @ self.a_weight - self.a_bias, 0)  
  
            if abs(np.linalg.det(out @ (out.T))) > 1e-80:  
                break  
  
    def __call__(self, x, label, learn):  
        out = np.heaviside(x - self.s_bias, 0)  
        out = np.heaviside(out @ self.a_weight - self.a_bias, 0)  
        if learn:  
            tmp = out == 1  
            out = np.heaviside(out @ self.r_weight - self.r_bias, 0)  
            if learn:  
                w = out == 1  
                w[label] = False  
                self.r_weight[tmp.reshape(self.a_size, 1) @ w.reshape(1, self.r_size)] -= 1  
                w = out == 0  
                w_ = np.array([False] * self.r_size)  
                for t in range(self.r_size):  
                    if t not in label:  
                        w_[t] = True  
                w[w_] = False  
                self.r_weight[tmp.reshape(self.a_size, 1) @ w_.reshape(1, self.r_size)] += 1  
  
        return out
```

Обучение происходит эпохами. В каждой эпохе 300 точек.

Данная реализация однослойного персептрона позволяет достигнуть точности на тестовой выборке в 66,6%, после чего, как показано на рисунке снизу – точность падает.



Accuracy score depends number epoch

Метрики качества Accuracy, Precision, Recall, F1-measure для однослойного персептрона (датасет №1).

метрика	значение
Accuracy	0,66
Precision	0,69
Recall	0,67
F1-measure	0,67

Метрики качества Accuracy, Precision, Recall, F1-measure для линейного классификатора (датасет №1).

метрика	значение
Accuracy	0,54
Precision	0,56
Recall	0,55
F1-measure	0,55

Датасет №2

Car Evaluation Data Set <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Car+Evaluation>

Attribute Information:

Class Values:

unacc, acc, good, vgood

Attributes:

- buying: vhigh, high, med, low
- maint: vhigh, high, med, low.
- doors: 2, 3, 4, 5more.
- persons: 2, 4, more.
- lug_boot: small, med, big.
- safety: low, med, high.

Датасет разбит на тренировочную и тестовую выборку в пропорции 70 на 30.

Параметры однослойного Перцептрона:

- количество нейронов в скрытом слое:10
- функции активации:'relu'
- Обновление весов: квазиньютоновский метод

Метрики качества Accuracy, Precision, Recall, F1-measure для однослойного перцептрона (датасет №2).

метрика	значение
Accuracy	0,91
Precision	0,89
Recall	0,91
F1-measure	0,90

Метрики качества Accuracy, Precision, Recall, F1-measure для линейного классификатора (датасет №2).

метрика	значение
Accuracy	0,69
Precision	0,49
Recall	0,70
F1-measure	0,58

Сравнительная таблица результатов по каждому методу. (Датасет №2)

метрика	Однослойный перцепт	Линейный класс
Accuracy	0,91	0,69
Precision	0,89	0,49
Recall	0,91	0,70
F1-measure	0,90	0,58

Однослойный перцептрон во всех случаях позволяет добиться лучших результатов.