

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ
Институт системной и программной инженерии
и информационных технологий (Институт СПИНТех)

Лабораторный практикум по курсу
"Нейронные сети"

Лабораторная работа 2.
Нейрон Мак-Каллока — Питтса. Перцептрон.
Логические нейронно-сетевые операции.

1. Предварительное ознакомление

Целью занятия является изучение методики создания и обучения простых нейронов, однослойной и многослойной нейронных сетей, а именно, нейрона Мак-Каллока-Питтса, однослойного и многослойного перцептронов для выполнения логических нейронно-сетевых операций, а, в конечном итоге, для решения задач классификации и аппроксимации функций.

В начале лабораторной работы следует обратиться к демонстрационному примеру [playground.tensorflow](https://playground.tensorflow.org) по обучению и конструированию простых нейронных сетей. Ваша задача разобраться в интерфейсе и решить задачу классификации для различных наборов данных (англ. data set или dataset).

На рис. 1 приведен пример нейрона Мак-Каллока-Питтса для решения бинарной классификации.

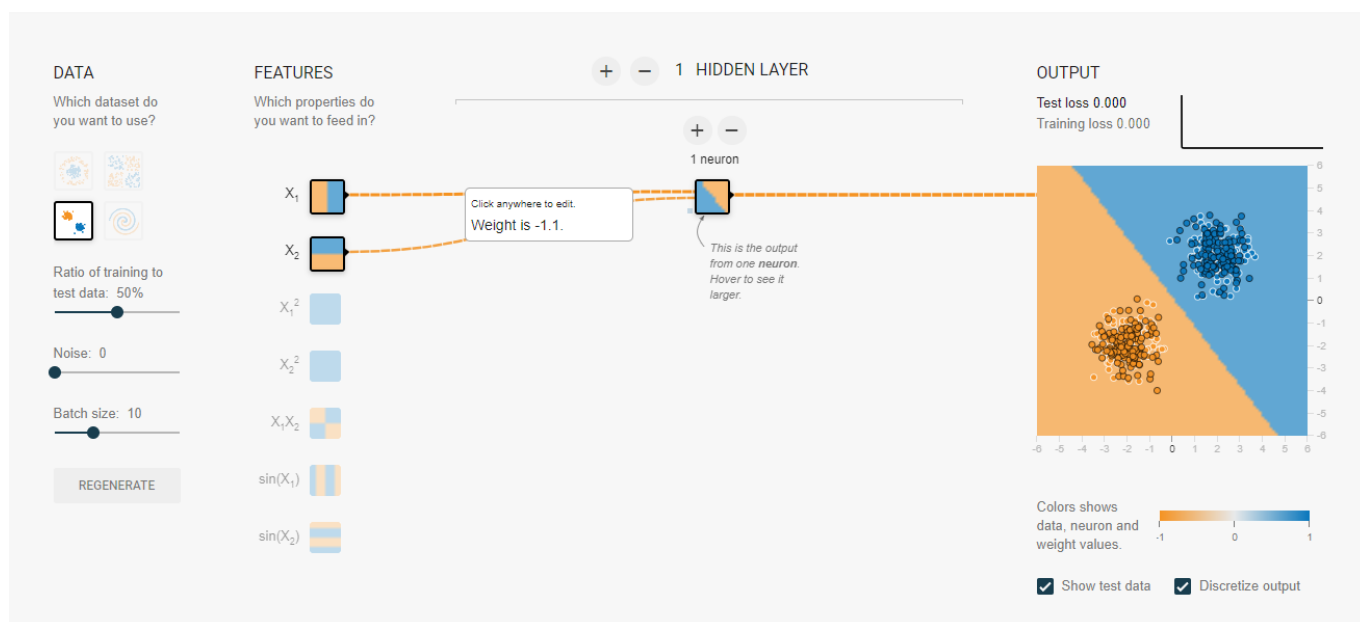


Рис. 1. Нейрон Мак-Каллока-Питтса

2. Задания по GUI-разделу

2.1. Функционирование простых нейронов. Перцептрон

В Лабораторной работе 1 были запрограммированы следующие функции активации нейрона: а) единичный скачок или пороговая функция; б) кусочно-линейная функция; в) сигмоидная функция; г) гиперболический тангенс. Какие функции активации следует использовать для решения набора данных (датасета) со спиралью? Какие из этих функций имеют производные (наличие производной функции активации, как будет показано далее в лекционном курсе, позволяет использовать эффективный алгоритм обратного распространения ошибки для обучения нейронной сети).

2.2. Решения задачи классификации для различных датасетов (GUI-реализация)

Ваша задача для каждого из 4 датасетов спроектировать нейронную сеть, которая классифицировала бы точки. Для начала используйте на входе только x_1 и x_2 . Объясните свое решение.

3. Программная реализация

В ноутбуке находится функция *McCulloch_Pitts_OR*, реализующая вычисление логической функции «ИЛИ» с использованием нейрона Мак-Каллока-Питтса.

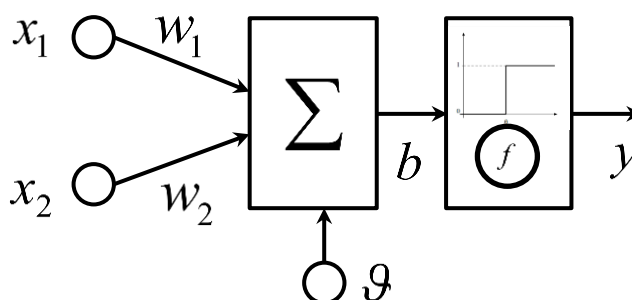


Рис. 2. Элемент «ИЛИ». Дизъюнкция (логическое сложение)

Изучите код программы и продемонстрируйте ее правильную работу.

Указание: x_1, x_2 - входные бинарные сигналы $x \in \{0, 1\}$; $y \in \{0, 1\}$ – выходной бинарный сигнал.

Введите веса

Вес $w_1 = 1$

Вес $w_2 = 1$

Введите величину порога

Порог = 2

Значение на выходе нейрона

1 0 0 0

Нейрон не обучен.

Введите другие значения весовых коэффициентов и порога

Вес $w_1 = 1$
 Вес $w_2 = 1$
 Порог $= 0.5$
 Значение на выходах и выходе нейрона

X1	0	0	1	1
X2	0	1	0	1
Y	0	1	1	1

Нейрон МакКаллока-Питса для функции "ИЛИ" (англ. "OR")
 Веса нейрона 1 1
 Пороговое значение 0.5

4. Задания по разделу программной реализации

4.1. Логическая нейронно-сетевая операция «И» (программная реализация)

Используя функцию *McCulloch_Pitts_OR*, напишите функцию *McCulloch_Pitts_AND*, реализующую вычисление логической функции «И» с использованием нейрона Мак-Каллока-Питса.

Указание: X_1, X_2 - входные бинарные сигналы $x \in \{0, 1\}$; $y \in \{0, 1\}$ – выходной бинарный сигнал.

Вес $w_1 = xx$
 Вес $w_2 = xx$
 Порог $= xx$
 Значения на выходах и выходе нейрона

X1	0	0	1	1
X2	0	1	0	1
Y	0	0	0	1

Нейрон МакКаллока-Питса для функции "И" (англ. "AND")
 Веса нейрона xx xx
 Пороговое значение xx

4.2. Логическая нейронно-сетевая операция «И» в биполярной логике

Используя функцию *McCulloch_Pitts_AND*, напишите функцию *McCulloch_Pitts_AND_bipolar*, реализующую вычисление логической функции «И» с использованием нейрона Мак-Каллока-Питса с биполярными входами и выходами.

Указание: x_1, x_2 - входные биполярные сигналы $x \in \{-1, +1\}$; $y \in \{-1, +1\}$ – выходной бинарный сигнал.

Вес $w_1 = xx$
 Вес $w_2 = xx$

Порог = xx

Значение на выходах и выходе нейрона

X1	-1	-1	1	1
X2	-1	1	-1	1
Y	-1	-1	-1	1

Нейрон МакКаллока-Питса для функции "И" в биполярной ...
логике

Веса нейрона xx xx

Пороговое значение xx

4.3. Реализация логической операции «Исключающее-ИЛИ» (англ. XOR) с помощью 2-х слойного перцептрона

Используя программу ранее подготовленные коды, написать программу *McCulloch_Pitts_XOR*, реализующую нейросетевое вычисление логической функции «Исключающее ИЛИ» (англ. XOR).

Указание: X_1, X_2 – входные бинарные сигналы $x \in \{0, 1\}$; $y \in \{0, 1\}$ – выходной бинарный сигнал. Значение порога $\vartheta = \Theta$ можно принять равным одному и тому же значению для всех слоёв. Для моделирования применить 2-х слойный перцептрон с архитектурой 2-1-1.

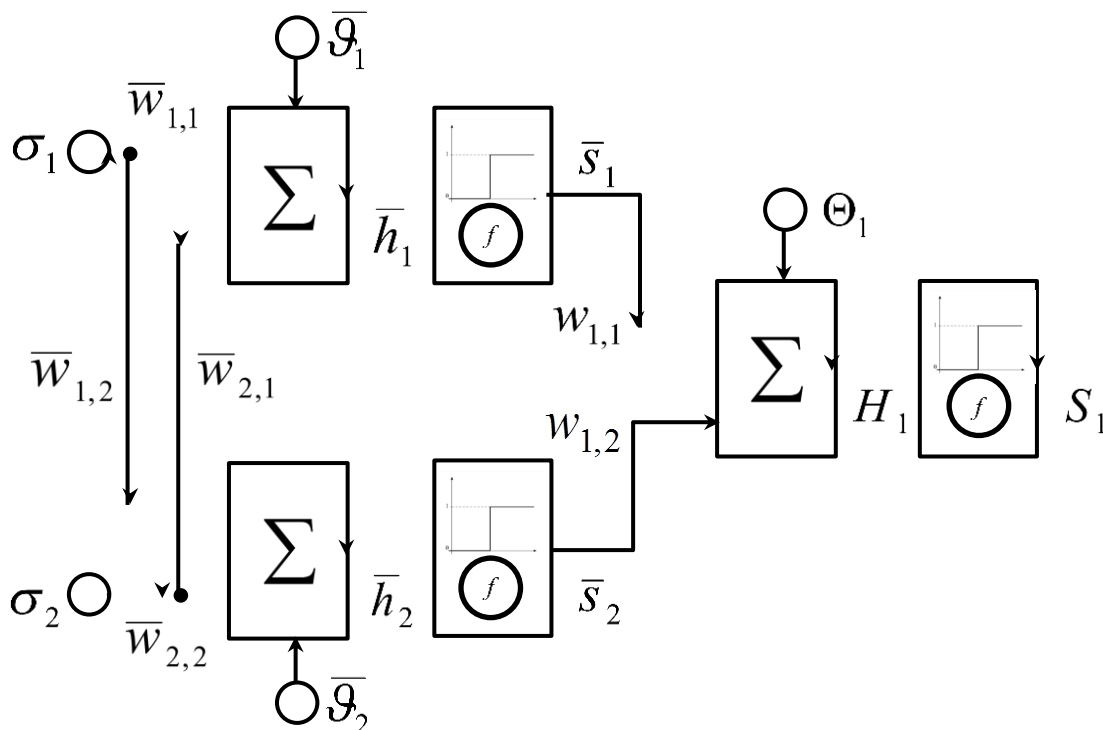


Рис. 3. Двухслойный перцептрон с архитектурой 2-1-1 для реализации логической операции «Исключающее ИЛИ»

Вес $w_{11} = 1$ Вес $w_{12} = -1$ $w_{21} = -1$ Вес $w_{22} = 1$

Вес $w_{11} = 1$ Вес $w_{12} = 1$

Порог $\Theta = 1$

Нейрон МакКаллока-Питса для функции бинарной функции XOR
Значения на входах и выходе сети

X1	0	1	0	1
X2	0	0	1	1
Y	0	1	1	0

4. Литература

1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс – Изд-во Вильямс, Москва, 2006. - 1104с.
2. Sivanandam S.N., Sumathi S., Deepa S.N. Introduction to neural networks using Matlab 6.0 – New Delhi: McGraw Hill, 2006. – 656 p.