

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 демонстрационным примерам, подготовленным в пакете MATLAB для самостоятельного ознакомления с нейронно-сетевым инструментарием (*Neural Network Toolbox*) и продемонстрировать понимание их реализации и функционирования.

Таковыми демонстрационными примерами, в частности, являются:

1. *nnd2n1* – программа, моделирующая функционирование простейшего однослойного перцептрона, имеющего один вход p , внешнее смещение b и функцию активацию F . «Память» в таком нейроне реализуется в форме единственного весового коэффициента w (рис. 1);
2. *nnd2n2* – программа, моделирующая функционирование простейшего однослойного перцептрона, имеющего два входа p_1 и p_2 , внешнее смещение b и функцию активацию F . В этом случае информация сохраняется в форме двух весовых коэффициентов w_1 и w_2 (рис. 2);
3. *nnd4n1* – программа, демонстрирующая способность перцептрона обеспечивать линейное разделение данных (пространства) и, в частности, реализовывать простейшие логические операции, например, операцию «И», «ИЛИ» и др.

Для того, чтобы запустить демонстрационные примеры, наберите имя функции в командном окне MATLAB и воспользуйтесь интерактивным режимом для выполнения заданий, которые приводятся ниже.

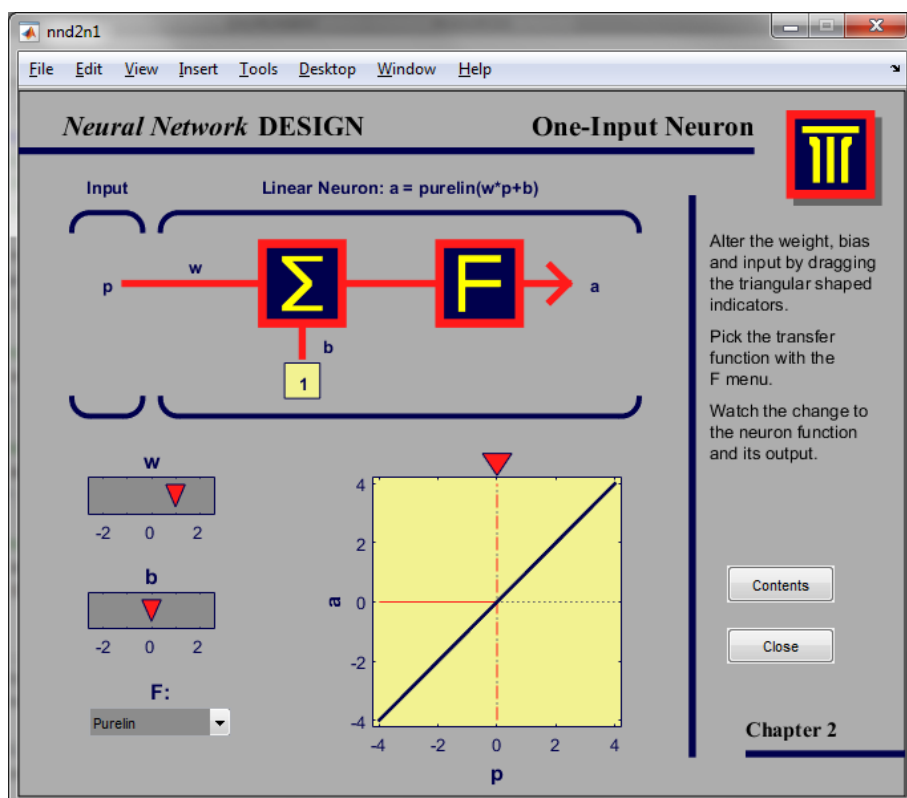


Рис. 1. Интерфейс демонстрационной программы *nnd2n1*

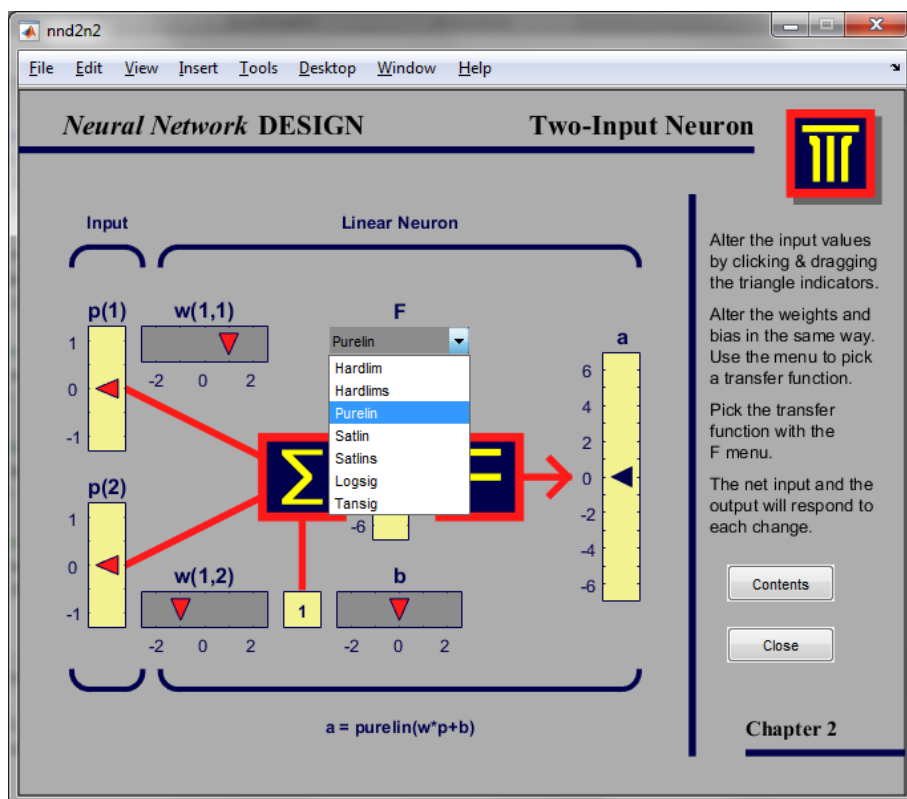


Рис. 2. Интерфейс демонстрационной программы *nnd2n2*

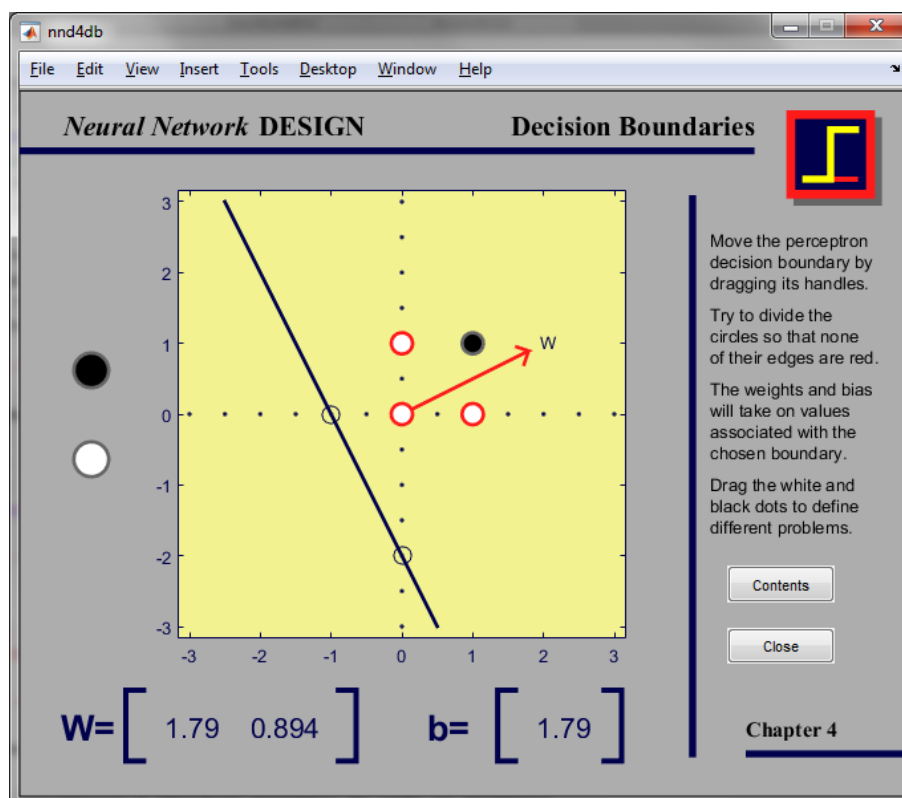


Рис. 3. Интерфейс демонстрационной программы *nnd4n1*

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 используются в программе *nnd2n1* для моделирования простейшего однослойного перцептрона? 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. Логическая нейронно-сетевая операция «И» (GUI-реализация)

Запустите программу *nnd2n2*. Варьируя двумя весовыми коэффициентами w_1 и w_2 , а также внешним смещением b и функцией активации F , создайте элемент «И» (конъюнкция, логическое умножение) в форме нейрона Мак-Каллока — Питтса. Дайте пояснение относительно выбора весовых коэффициентов w_1 и w_2 , внешнего смещения b и функции активации F .

2.3. Логическая нейронно-сетевая операция «ИЛИ» (GUI-реализация)

Запустите программу *nnd4n1*. Варьируя двумя весовыми коэффициентами w_1 и w_2 , а также внешним смещением b , создайте элемент «ИЛИ» (дизъюнкция, логическое сложение) в форме однослойного перцептрона. Поясните положение разделяющей границы.

3. Программная реализация

В рабочем каталоге находится программа *McCulloch_Pitts_OR.m*, реализующая вычисление логической функции «ИЛИ» с использованием нейрона Мак-Каллока-Питтса.

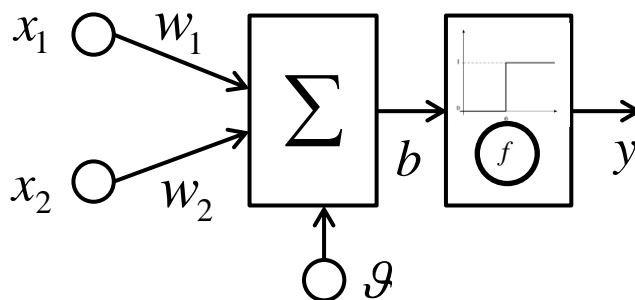


Рис. 4. Элемент «ИЛИ». Дизъюнкция (логическое сложение)

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-Питтса 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 программу *McCulloch_Pitts_OR.m*, написать программу *McCulloch_Pitts_AND.m*, реализующую вычисление логической функции «И» с использованием нейрона Мак-Каллока-Питтса.

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

x_1	0	0	1	1
x_2	0	1	0	1
y	0	0	0	1

Нейрон МакКаллока-Питтса для функции "И" (англ. "AND")
 Веса нейрона $xx \quad xx$
 Пороговое значение xx

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

Используя программу *McCulloch_Pitts_AND.m*, написать программу *McCulloch_Pitts_AND_bipolar.m*, реализующую вычисление логической функции «И» с использованием нейрона Мак-Каллока-Питтса 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

x_1	-1	-1	1	1
x_2	-1	1	-1	1
y	-1	-1	-1	1

Нейрон МакКаллока-Питтса для функции "И" в биполярной ...
 логике
 Веса нейрона $xx \quad xx$
 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.m*, 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 $\mathcal{G} = \Theta$ можно принять равным одному и тому же значению для всех слоёв. Для моделирования применить 2-х слойный перептрон с архитектурой 2-1-1.

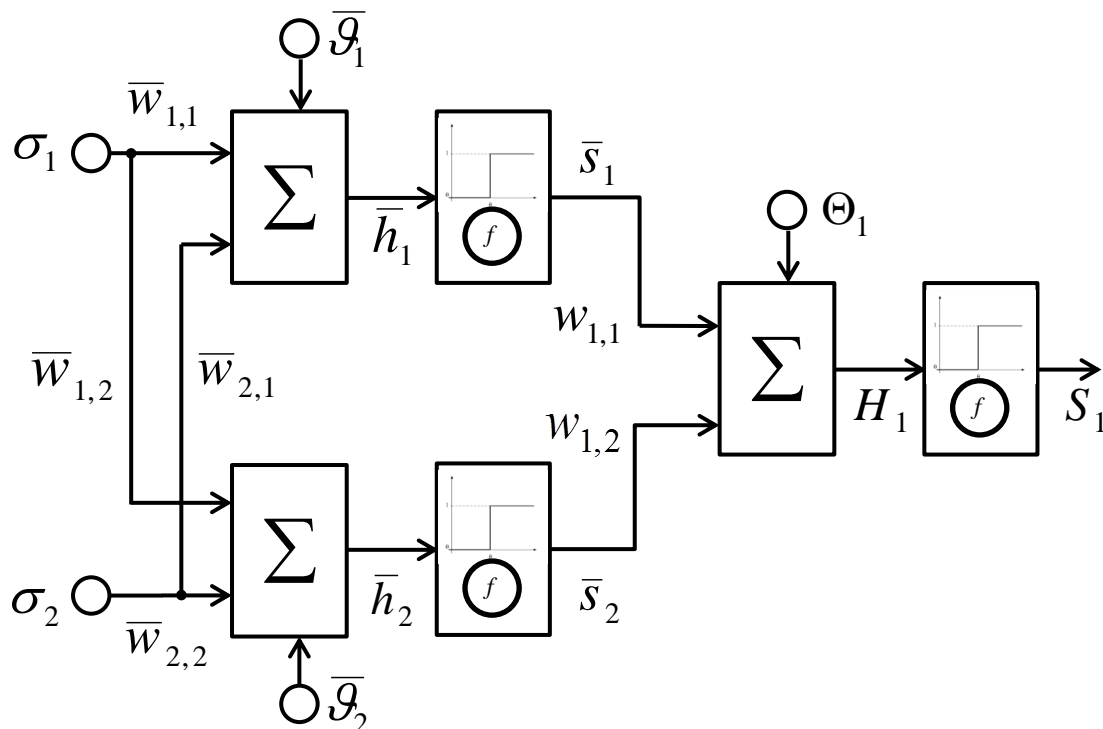


Рис. 5. Двухслойный перцептрон с архитектурой 2-1-1 для реализации логической операции «Исключающее ИЛИ»

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.