Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра информационных технологий
02.03.03

Приложение нейросетевых алгоритмов
Лабораторная работа № 2. Задачи классификации. Многослойные нейронные сети.

Задание. Требуется реализовать алгоритмы на языке программирования Python без использования специализированных библиотек.

Задача 1. Ранее для введения нелинейности в нейронные сети в качестве функций активации традиционно использовали сигмоиду или гиперболический тангенс. Однако в последние годы все большую популярность приобретают различные кусочно-линейные функции активации наподобие тех, которые приведены ниже.

1. $\Phi(v) = \max\{v,\ 0\}$ (полулинейный элемент [ReLU]),
2. $\Phi(v) = \max\{\min[v,\ 1],\ -1\}$ (спрямленный гиперболический тангенс).

В современных нейронных сетях функции активации ReLU (Rectified Linear Unit) и спрямленный гиперболический тангенс в значительной степени вытеснили сигмоиду и гиперболический тангенс, поскольку их использование упрощает тренировку многослойных нейронных сетей.

Пусть имеется функция XOR, в которой две точки $\{(0,\ 0),\ (1,\ 1)\}$ принадлежат к одному классу, а две другие точки $\{(1,\ 0),\ (0,\ 1)\}$ – к другому. Покажите, как разделить два этих класса, используя функцию активации ReLU.

Задача 2. Пусть имеется двухмерный набор данных, в котором все точки с $x_1 > x_2$ принадлежат к положительному классу, а все точки с $x_1 < x_2$ к отрицательному. Разделителем для этих двух классов является линейная гиперплоскость (прямая линия), определяемая уравнением $x_1 - x_2 = 0$.

Создайте набор тренировочных данных с 20 точками, сгенерированными случайным образом в положительном квадранте единичного квадрата. Снабдите каждую точку меткой, указывающей на то, превышает или не превышает ее первая координата x_1 вторую координату x_2.

А. Реализуйте алгоритм перцептрона, обучите его на полученных выше 20 точках и протестируйте его точность на 1000 точках, случайно сгенерированных в единичном квадрате. Используйте для генерирования тестовых точек ту же процедуру, что и для тренировочных.

Б. Замените критерий перцептрона на нейрон типа адалайн (рассмотреть дискретный случай) при реализации тренировки и повторите определение точности вычислений на тех же тестовых точках, которые использовали перед этим.

Удалось ли вам в каком-то из способов получить лучшую точность? Как вы считаете, в каком случае классификация тех же 1000 тестовых точек не изменится значительно, если использовать другой набор из 20 тренировочных точек?

Задача 3. Требуется разработать и исследовать нейронную сеть обратного распространения, предназначенную для распознавания образов.

Даны в виде матрицы 3×3 (см. таблицу) 4 латинские буквы X, Y, L, I.

Требуется:

1. Построить и обучить нейронную сеть, которая могла бы решать задачу распознавания символов.
2. Произвести тестирование нейронной сети при добавлении шума.

X			Y			I			L		
1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1

В соответствии с таблицей входной сигнал для нейронной сети может быть представлен в виде развернутого растра – вектора длиной 9. Например, для буквы X это 101010101.

Теперь определимся с выходами нейронной сети. Очевидно, что для распознавания образов нейронная сеть должна иметь возможность формировать столько выходных сигналов, сколько образов она должна уметь распознавать.

В нашем случае таких образов четыре, поэтому возможны два варианта представления выходных данных нейронной сети:

1. Выходной слой с двумя нейронами (выходами), т.е. каждому символу ставится в соответствие двухпозиционный двоичный код.
2. Выходной слой с четырьмя нейронами (выходами), т.е. каждому символу свой выход.

Предлагается выбрать любой вариант.

Обучение нейронной сети:

Набор обучающих пар, используемых для обучения нейронной сети, составляется с учетом того, какой вариант формирования выходного слоя выбран в предыдущем разделе. Если выбран вариант с двумя выходами – каждой букве ставится в соответствие двухпозиционный двоичный код, то выходной слой выглядит следующим образом: $X-00,\ Y-01,\ I-10,\ L-11$.

Если выбран вариант с четырьмя выходами, то выходной слой такой: $X-0001,\ Y-0010,\ I-0100,\ L-1000$.

После того, как набор обучающих пар создан, необходимо обучить нейронную сеть и проверить, насколько корректно она решает поставленную задачу.

Проверка работы нейронной сети:

После качественного обучения нейронной сети, следует внести в исходные данные некоторый шум. Например, вместо растра буквы I – 010010010 попробуйте подать 010110010 и посмотреть: удастся ли нейронной сети распознать символ, несмотря на внесенные в данные шум.