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.  (полулинейный элемент [ReLU]),
2.  (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  принадлежат к одному классу, а две другие точки  – к другому. Покажите, как разделить два этих класса, используя функцию активации ReLU.

**Задача 2.** Пусть имеется двухмерный набор данных, в котором все точки с  принадлежат к положительному классу, а все точки с  к отрицательному. Разделителем для этих двух классов является линейная гиперплоскость (прямая линия), определяемая уравнением .

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  вторую координату .

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  (см. таблицу) 4 латинские буквы .

Требуется:

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | 1 | 0 | 1 | | 0 | 1 | 0 | | 1 | 0 | 1 | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 1 | 0 | 1 | | 0 | 1 | 0 | | 0 | 1 | 0 | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 0 | 1 | 0 | | 0 | 1 | 0 | | 0 | 1 | 0 | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 1 | 0 | 0 | | 1 | 0 | 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  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: .

Если выбран вариант с четырьмя выходами, то выходной слой такой: .

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  – 010010010 попробуйте подать 010110010 и посмотреть: удастся ли нейронной сети распознать символ, несмотря на внесенные в данные шум.