

Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)

Факультет информационных технологий и прикладной
математики

Кафедра вычислительной математики и программирования

Лабораторная работа №4 по курсу «Нейроинформатика»

Студент: К. О. Вахрамян
Преподаватель: Н.П. Аносова
Группа: М8О-406Б
Дата:
Оценка:
Подпись:

Москва, 2021

Лабораторная работа №4

Задача: Целью работы является исследование свойств некоторых видов сетей с радиальными базисными элементами, алгоритмов обучения, а также применение сетей в задачах классификации и аппроксимации функции.

Основные этапы работы:

1. Использовать вероятностную нейронную сеть для классификации точек в случае, когда классы не являются линейно разделимыми.
2. Использовать сеть с радиальными базисными элементами (RBF) для классификации точек в случае, когда классы не являются линейно разделимыми.
3. Использовать обобщенно-регрессионную нейронную сеть для аппроксимации функции. Проверить работу сети с рыхлыми данными.

Вариант 2:

2.		Эллипс: $a = 0.4, b = 0.15, \alpha = \pi/6, x_0 = 0, y_0 = 0$
		Эллипс: $a = 0.7, b = 0.5, \alpha = 0, x_0 = 0, y_0 = 0$
		Эллипс: $a = 1, b = 1, \alpha = 0, x_0 = 0, y_0 = 0$

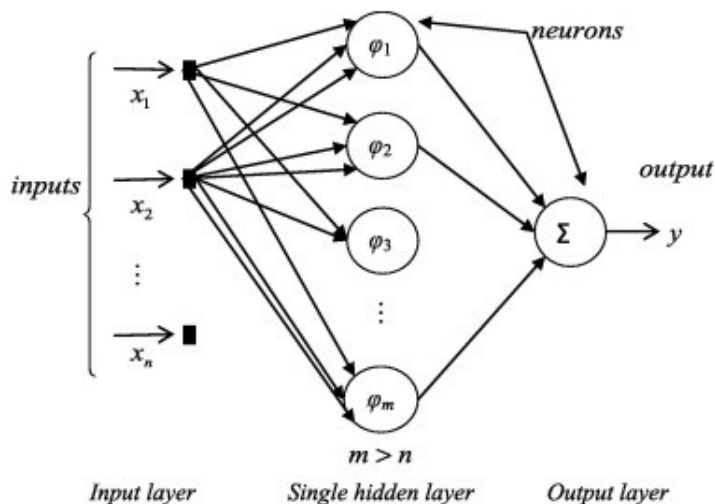
2.		$x = \sin(t^2 - 2t + 3), \quad t \in [0, 6], h = 0.025$
----	--	---

1 Описание

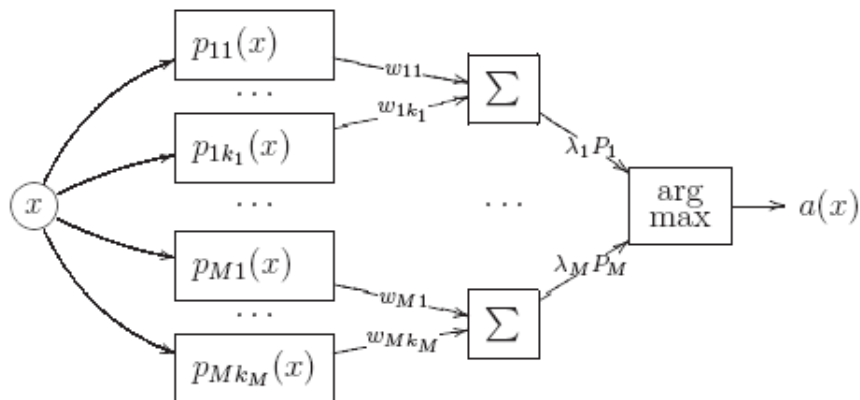
Радиальная функция - функция $f(x)$, зависящая только от расстояния между x и фиксированной точкой пространства X .

Сеть радиальных базисных функций - нейронная сеть прямого распространения, которая содержит промежуточный (скрытый) слой радиально симметричных нейронов. Такой нейрон преобразовывает расстояние от данного входного вектора до соответствующего ему "центра" по некоторому нелинейному закону (обычно функция Гаусса).

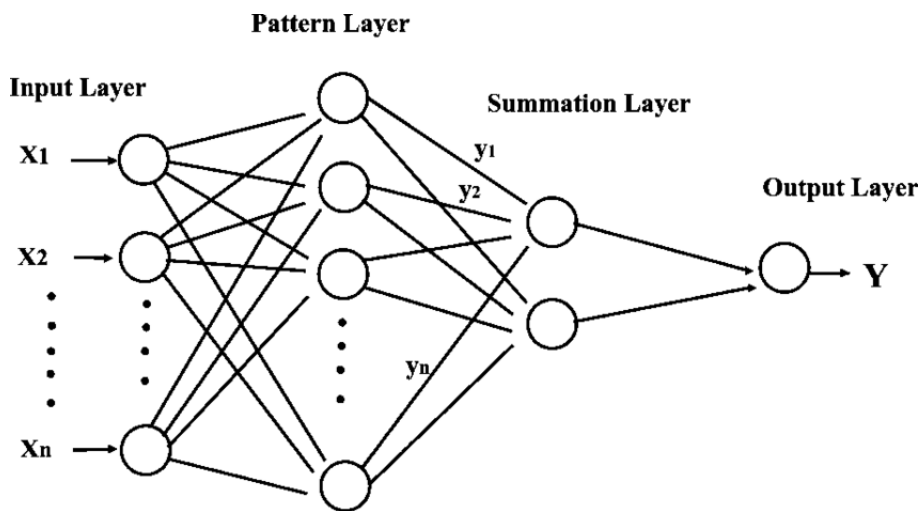
Процесс обучения RBF-сети происходит в несколько этапов. Сначала определяются центры и отклонения для радиальных элементов; после этого оптимизируются параметры линейного выходного слоя.



Вероятностные сети - разновидность RBF-сетей, для решения задачи классификации с использованием ядерной аппроксимации. Сеть PNN имеет по меньшей мере три слоя: входной, радиальный и выходной. Радиальные элементы берутся по одному на каждое обучающее наблюдение. Каждый из них представляет гауссову функцию с центром в этом наблюдении. Каждому классу соответствует один выходной элемент. Каждый такой элемент соединен со всеми радиальными элементами, относящимися к его классу, а со всеми остальными радиальными элементами он имеет нулевое соединение.



Обобщенно-регрессионные сети - разновидность RBF-сетей, для решения задачи регрессии с использованием ядерной аппроксимации. GRNN-сеть имеет два скрытых слоя: слой радиальных элементов и слой элементов, которые формируют взвешенную сумму для соответствующего элемента выходного слоя. В выходном слое определяется взвешенное среднее путем деления взвешенной суммы на сумму весов.



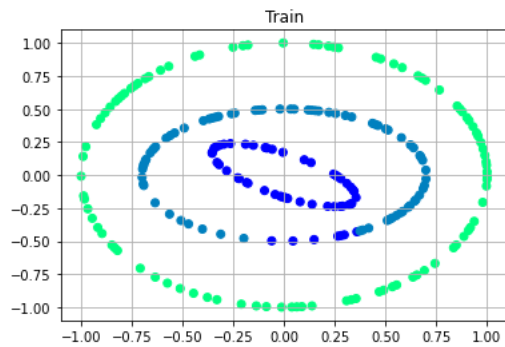
2 Ход работы

Задание 1:

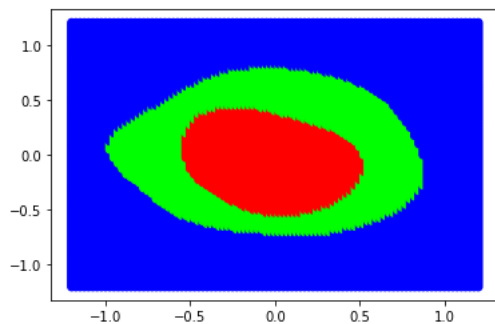
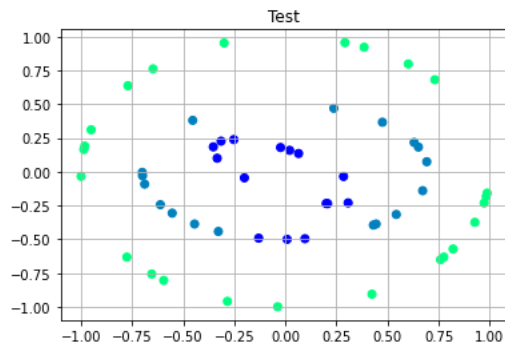
Для трех линейно неразделимых классов решить задачу классификации. Построим вероятностную сеть, которая будет классифицировать точки заданной области.

SPREAD=0.3

Train accuracy = 0.96875
Train MSE = 0.03125
Train RMSE = 0.1767766952966369



Test accuracy = 0.9464285714285714
Test MSE = 0.05357142857142857
Test RMSE = 0.23145502494313785

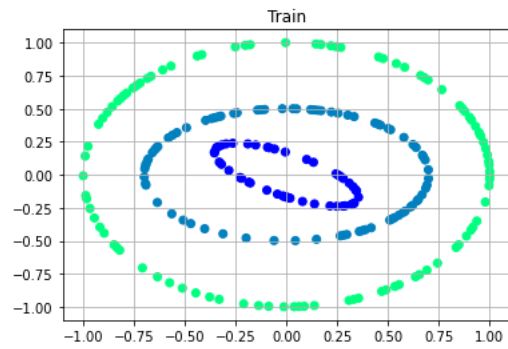


SPREAD=0.1

Train accuracy = 1.0

Train MSE = 0.0

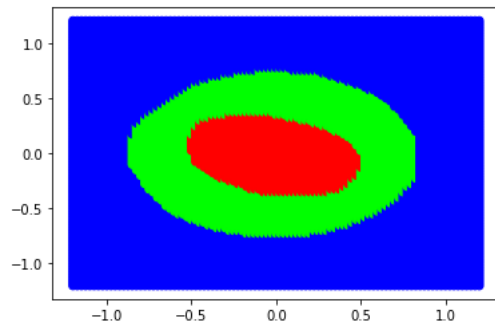
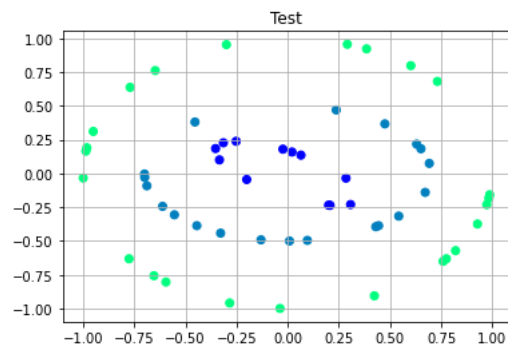
Train RMSE = 0.0



Test accuracy = 1.0

Test MSE = 0.0

Test RMSE = 0.0

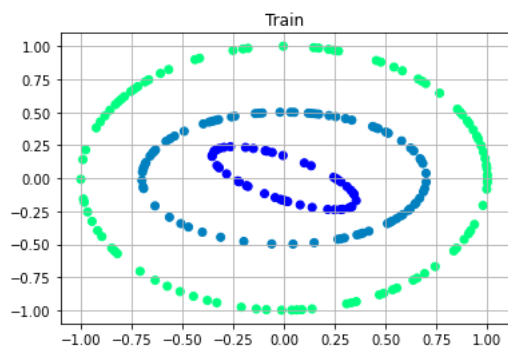


Задание 2:

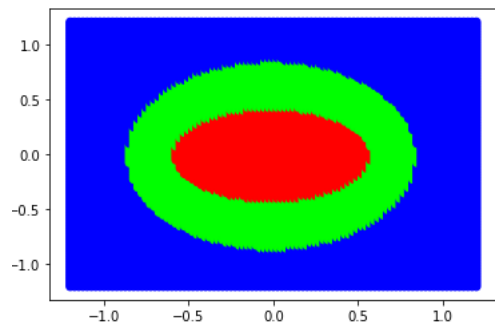
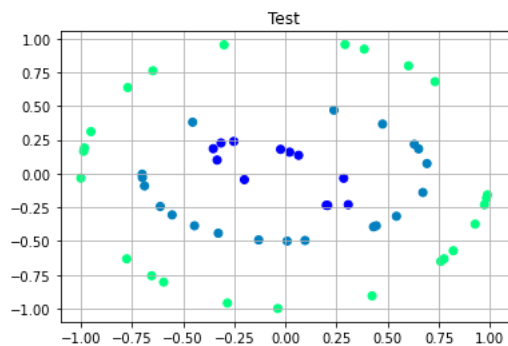
Для трех линейно неразделимых классов решить задачу классификации. Построим сеть с радиальными базисными элементами, которая будет классифицировать точки заданной области.

$\text{SPREAD} = 0.3$

Train accuracy = 1.0
Train MSE = 0.0
Train RMSE = 0.0

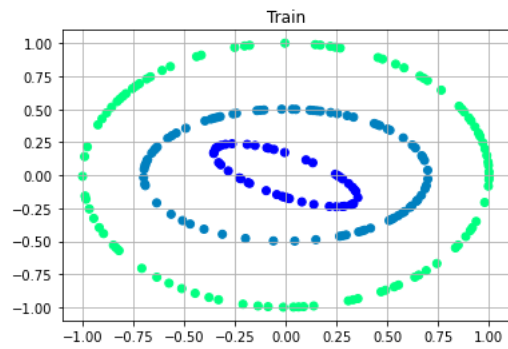


Test accuracy = 1.0
Test MSE = 0.0
Test RMSE = 0.0

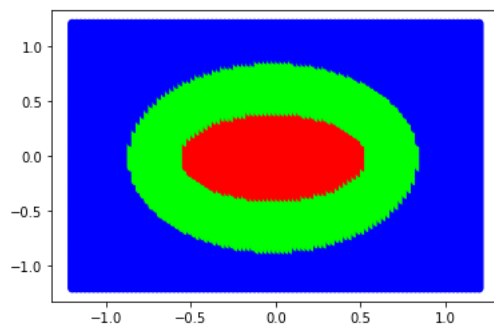
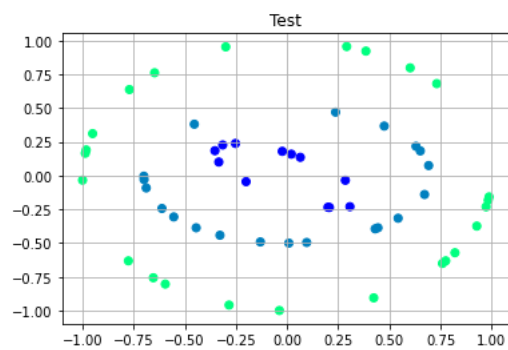


SPREAD = 0.1

Train accuracy = 1.0
Train MSE = 0.0
Train RMSE = 0.0



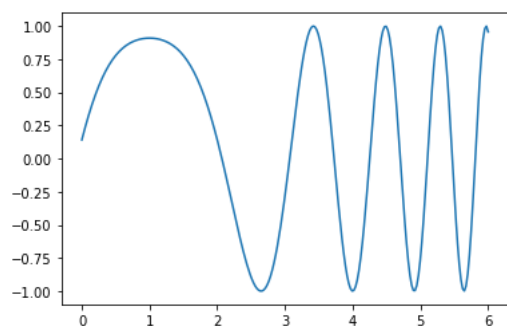
Test accuracy = 1.0
Test MSE = 0.0
Test RMSE = 0.0



Задание 3:

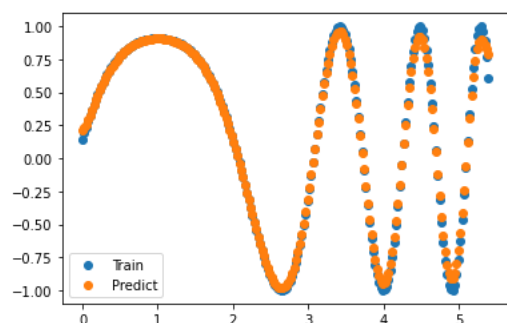
Построить обобщенно-регрессионную нейронную сеть, которая будет выполнять аппроксимацию функции $\sin(t^2 - 2t + 3)$

Исходная функция:

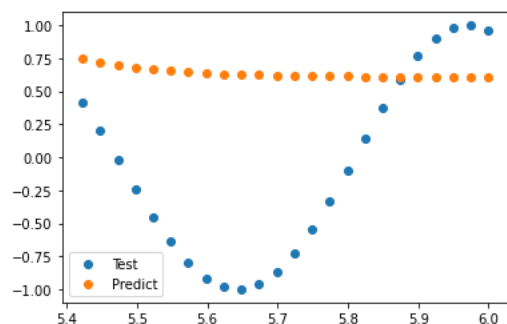


Делим на тестовую и тренировочную выборку. Выделяем с конца временной последовательности 10% на тестовое подмножество.

Ошибка обучения на тренировочном множестве
MSE = 0.0011831663659244748
RMSE = 0.034397185436085824

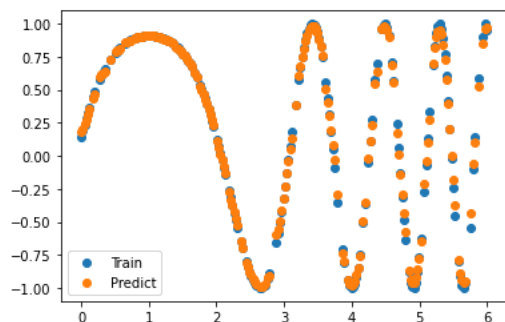


Ошибка предсказания на тестовой выборке
MSE = 1.0205840561421609
RMSE = 1.010239603332873

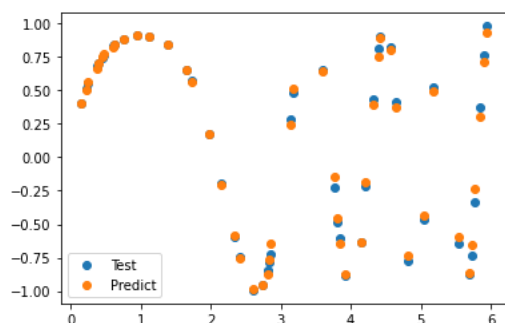


Разделим тренировочную и тестовую выборку в соотношении 80% и 20% соответственно. Перемещаем данные.

Ошибка обучения на тренировочном множестве
MSE = 0.0006513434730643653
RMSE = 0.025521431642138836



Ошибка предсказания на тестовой выборке
MSE = 0.0012401631399605085
RMSE = 0.035215950078913226



3 Выводы

Можно отметить преимущества РБФ сетей перед многослойными сетями прямого распространения. Во-первых, они моделируют произвольную нелинейную функцию с помощью одного промежуточного слоя, т.о., нет необходимости в определении количества слоев, которые нужно применить для решения задачи. Во-вторых, параметры линейной комбинации в выходном слое можно полностью оптимизировать с помощью методов линейной оптимизации, которые работают быстрее и не испытывают трудностей с локальными минимумами, мешающими при обучении с использованием алгоритма обратного распространения ошибки, поэтому сети РБФ обучаются очень быстро.

К недостаткам сетей можно отнести то, что данные сети обладают плохим экстраполирующим свойством, а также подвержены проклятию размерности.