

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

96-446

P11-96-446

М.А.Назаренко, Р.Е.Письменный, Д.Г.Серов

РАСПОЗНАВАНИЕ СРЕДНЕГО
ГАУССОВСКОЙ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ
ДВУХСЛОЙНЫМ ПЕРЦЕПТРОНОМ
ПРИ НАЛИЧИИ РАВНОМЕРНОГО ШУМА

1996

Будем называть формальным нейроном следующий исполнитель (см. [1]). Обозначим множество входных данных вектором \vec{x} . Количество компонент этого вектора определяет число входов нейрона. Каждому входу соответствует величина w_i , называемая весом, где i обозначает номер входа нейрона. Сигнал внутреннего возбуждения N нейрона определяется по следующей формуле:

$$N = \sum_i x_i w_i.$$

Выходной сигнал y образуется применением логистической функции F к сигналу внутреннего возбуждения

$$y = F(N).$$

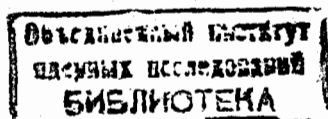
Обычно логистическая функция имеет следующий вид:

$$F(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}.$$

Перцептроном называется нейронная сеть, состоящая из слоев формальных нейронов, где нулевой слой является входным, последний — выходным, остальные — скрытыми. Выход любого нейрона является одним из входов каждого нейрона следующего слоя, сигналы y нейронов выходного слоя образуют вектор выходного сигнала всей сети. Входной сигнал сети поступает на нулевой слой, количество нейронов в этом слое в точности равно количеству входных каналов, нейроны нулевого слоя не производят никаких преобразований и служат лишь для распределения входного сигнала на входы следующего за ним слоя. Обучение перцептрона проводится посредством изменения весов всех нейронов из выходного и скрытых слоев. При обучении используется множество обучающих пар, состоящих из входного вектора и выходного вектора, которому требуется обучить перцептрон.

Задача состояла в построении перцептрона, выходной сигнал которого после возможного применения простых преобразований, например, линейных, порождал математическое ожидание гауссовской случайной величины, вектор выборки которой подавался на вход. При этом полный вектор входных данных перцептрона должен состоять как из гауссовской выборки, так и из выборки равномерно распределенной случайной величины. Критериями простоты решения задачи служат следующие характеристики: количество скрытых слоев перцептрона, количество нейронов в каждом слое, количество циклов обучения, необходимое для достижения некоторого уровня распознавания гауссовского среднего при фиксированной точности.

Численный эксперимент проводился с перцептроном следующей конфигурации: 30 входных каналов, 15 нейронов в скрытом слое и один нейрон на выходе. Обучение проводилось на формально-бесконечном множестве неповторяющихся обучающих пар. Экспериментально было определено, что обучение на



Дисперсия 0,01

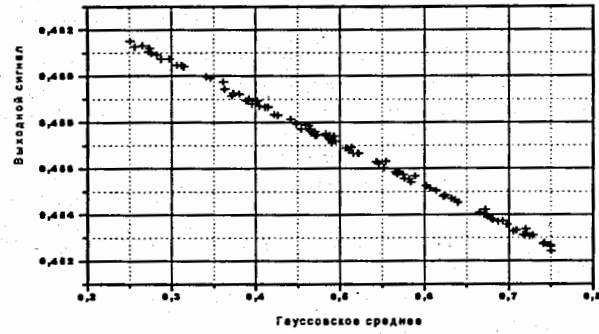


Рисунок 1

Дисперсия 0,05

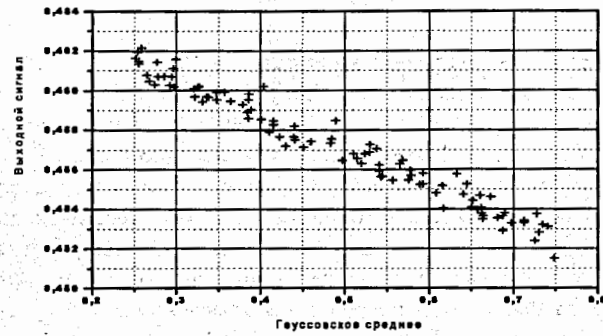


Рисунок 2

Дисперсия 0,10

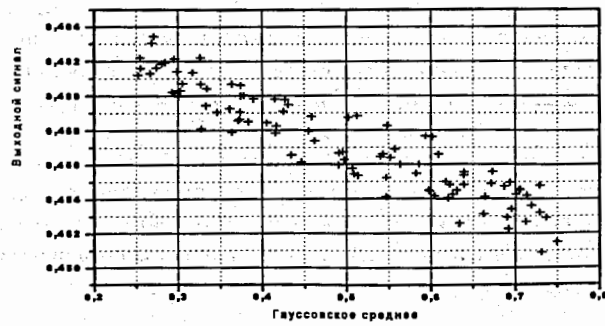


Рисунок 3

Дисперсия 0,01

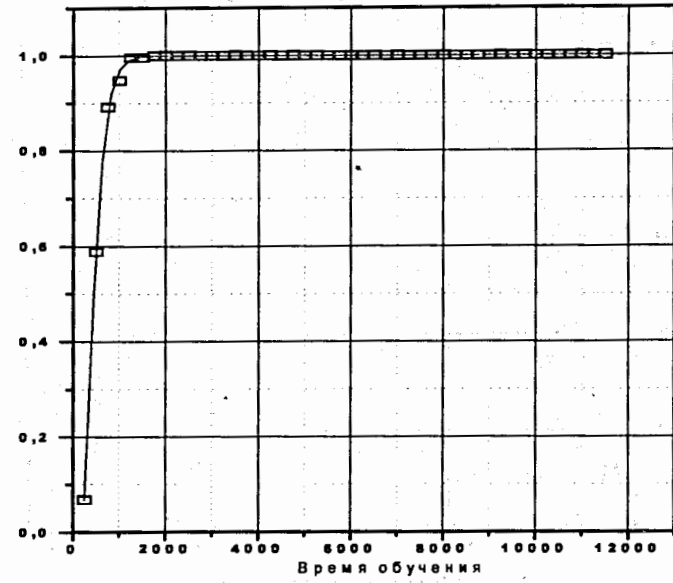


Рисунок 4

Дисперсия 0,01

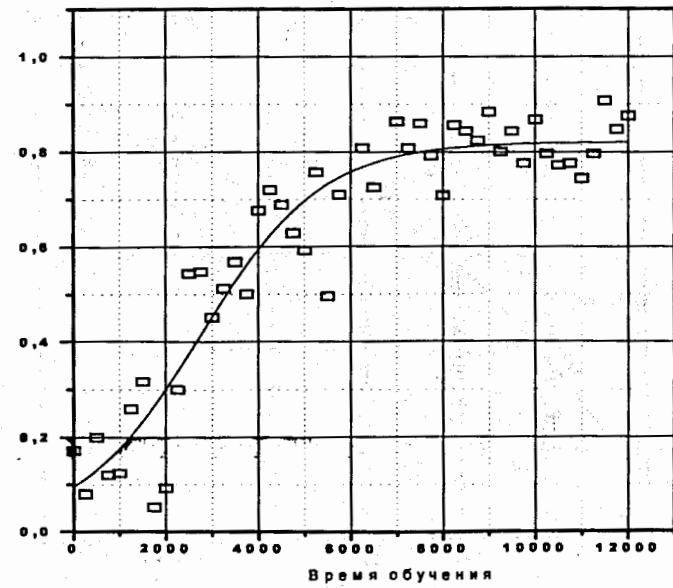


Рисунок 5

2
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО КУРСУ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»
ВЕРСИЯ 1.0

Дисперсия 0,05

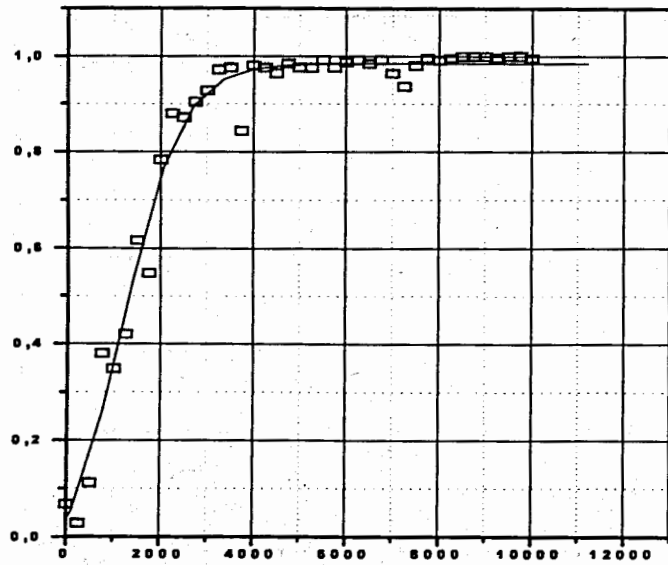


Рисунок 6
Дисперсия 0,05

Дисперсия 0,10

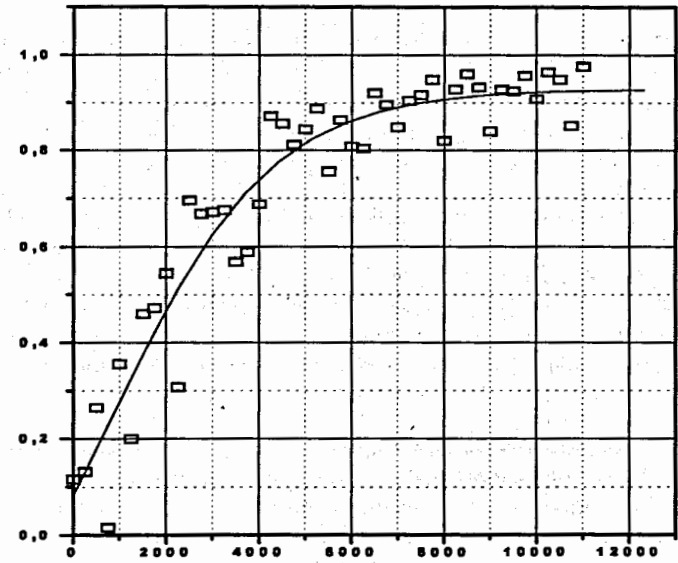


Рисунок 8
Дисперсия 0,10

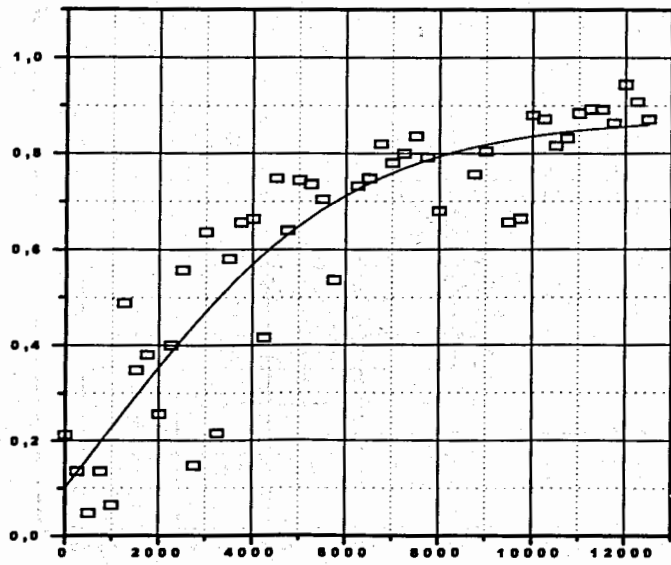


Рисунок 7

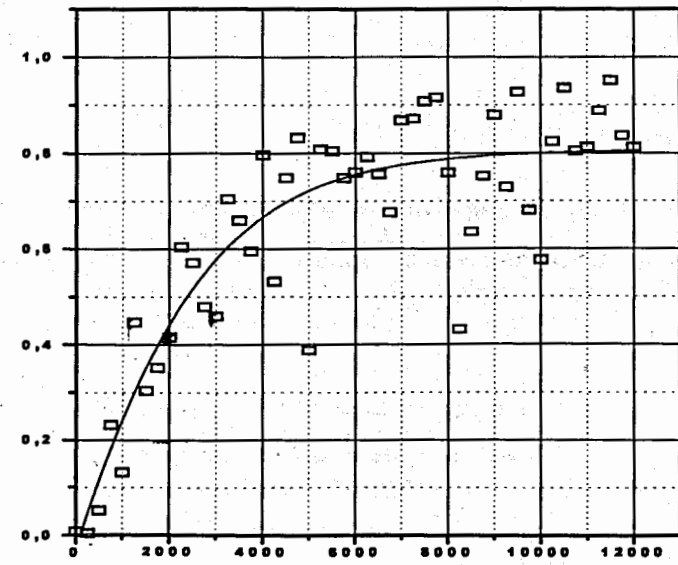


Рисунок 9

выборках, состоящих только из гауссовской случайной величины, происходит быстрее, чем на смешанных выборках.

В качестве основного результата получен следующий факт, отраженный на рисунках 1-3: выходной сигнал перцептрона линейно зависит от среднего гауссовской случайной величины, выборка которой подается на вход. На рисунках 1-3 показаны эти зависимости для одинаково долго (5000 циклов) обучаемых перцептронов при разных значениях дисперсии гауссовского распределения.

На рисунках 4-6 приведены графики зависимости вероятности правильной идентификации с точностью 10% математического ожидания гауссовской случайной величины от числа обучающих циклов для разных величин дисперсии. Тестирование выходного сигнала перцептрона производилось на смешанных выборках, состоящих из гауссовской случайной величины и равномерно распределенной случайной величины, включенных в разных пропорциях от $30 + 0$ до $20 + 10$ соответственно.

В работе [2] использовался двухслойный перцептрон с одним выходным нейроном и 16 нейронами в скрытом слое для распознавания двух гауссовских распределений с фиксированным средним и разными дисперсиями по принципу "да-нет". Количество входных каналов варьировалось от 2 до 9. В нашей работе показано, что перцептрон практически такой же сложности может решать не только задачу дискретного, но и задачу непрерывного распознавания.

Работа выполнена под руководством М. А. Назаренко при равном участии остальных соавторов. В заключение мы выражаем свою благодарность Н. А. Гунднину, В. Г. Зинову и С. П. Ивановой за дружеские и стимулирующие дискуссии и техническую поддержку.

Литература

- [1] Уоссермен Ф. Теория и практика нейронных сетей. М.: Мир, 1994.
- [2] Бонюшкина А. Ю., Зрелов П. В., Иванов В. В., *Сообщение ОИЯИ Р10-94-363*, Дубна, 1994.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 декабря 1996 года.