**Лабораторная работа № 8**

E10.1 Адаптивный фильтр ADALINE показан на рисунке E10.1 (Смотри книгу!). Предположим, что веса сети задаются формулой

w1,1 = 1, w1,2 = -4, w1,3 = 2,

и вход в фильтр

{y(k)} = {…, 0, 0, 0, 1, 1, 2, 0, 0,…}.

Найдите ответ {a(k)} фильтра.

Рисунок E10.1 Адаптивный фильтр ADALINE для упражнений E10.1 (Смотри в книге!)

**E10.2** На рисунке E10.2 приведены два класса шаблонов.

1. Используйте алгоритм LMS для обучения сети ADALINE для различения между классами I и классов II (мы хотим, чтобы сеть определяла горизонтальные и вертикальные линии) .E10.2 На рисунке E10.2 приведены два класса шаблонов.
2. Можете ли вы объяснить, почему сеть ADALINE может столкнуться с этой проблемой?

(Смотри в книге!)

Рисунок E10.2 Проблема классификации шаблонов для упражнений E10.2

**E10.3** Предположим, что у нас есть следующие два эталонных шаблона и их цели:

{p1 = [1 1]T, t1 = 1}, {p2 = [1 -1]T, t2 = -1}.

В Задаче P10.3 предполагается, что эти входные векторы к ADALINE происходят с равной вероятностью. Предположим теперь, что вероятность вектора p1 равна 0,75 и вероятность вектора p2 равна 0,25. Изменяет ли это изменение вероятностей поверхности среднего квадрата ошибки? Если да, то как выглядит поверхность сейчас? Какова максимальная устойчивая скорость обучения?

**E10.4** В этом упражнении мы изменим шаблон задания из задачи P10.3:

p1 = [1 1]T, t1 = 1}, {p2 = [-1 -1]T, t2 = -1}.

1. Предположим, что шаблоны встречаются с равной вероятностью. Найдите среднюю квадратную ошибку и нарисуйте контурный график.
2. Найдите максимальную устойчивую скорость обучения.
3. Напишите M-файл MATLAB для реализации алгоритма LMS для этой проблемы. Сделайте 40 шагов алгоритма для стабильной скорости обучения. Используйте нулевой вектор в качестве исходного предположения. Нарисуйте траекторию на контурном графике.
4. Выполните 40 шагов алгоритма после установки начальных значений обоих параметров на 1. Нарисуйте окончательную границу решения.
5. Сравните конечные параметры с частями (iii) и (iv). Объясните свои результаты.

**E10.5**. Мы снова используем эталонные шаблоны и цели из задачи P10.3 и предполагаем, что они происходят с равной вероятностью. На этот раз мы хотим обучить сеть ADALINE с предубеждением. Теперь у нас есть три параметра для поиска w1,1, w1,2 и b.

1. Найдите среднеквадратичную ошибку и максимальную стабильную скорость обучения.
2. Напишите M-файл MATLAB для реализации алгоритма LMS для этой проблемы. Сделайте 40 шагов алгоритма для стабильной скорости обучения. Используйте нулевой вектор в качестве исходного предположения. Нарисуйте окончательную границу решения.
3. Сделайте 40 шагов алгоритма после установки начальных значений всех параметров на 1. Нарисуйте окончательную границу решения.
4. Сравните конечные параметры и границы принятия решений из частей (iii) и (iv). Объясните свои результаты.

**E10.6** У нас есть две категории векторов. Категория I состоит из

{[1 1]T, [-1 2]T}.

Категория II состоит из

{[0 -1] T, [-4 1] T }.

Мы хотим обучить сеть с одним нейроном ADALINE без предвзятости для распознавания этих категорий (t = 1 для категории I и t = -1 для категории II). Предположим, что каждый шаблон происходит с равной вероятностью.

1. Нарисуйте сетевую диаграмму.
2. Возьмите четыре шага алгоритма LMS, используя нулевой вектор в качестве исходного предположения. (один проход через четыре вектора выше - каждый каждый вектор). Используйте скорость обучения 0,1.
3. Каковы оптимальные веса?
4. Нарисуйте оптимальную границу решения.
5. Как, по вашему мнению, граница изменится, если сети разрешат иметь предвзятость? Если граница изменится, укажите приблизительную новую позицию на эскизе части iv. Вам не нужно выполнять какие-либо вычисления здесь - просто объясните свои рассуждения.

**E10.7** Предположим, что мы имеем следующие три эталонных шаблона и их цели:

p1 = [3 6]T, t1 = 75}, {p2 = [6 3]T, t2 = 75},{p3 = [-6 3]T, t3 = -75}.

Каждая модель одинаково вероятна.

1. Нарисуйте сетевую диаграмму сети ADALINE без предвзятости, которую можно было бы обучить этим шаблонам.
2. Мы хотим обучать сеть ADALINE без предубеждений с использованием этих шаблонов. Нарисуйте контурный график среднего квадратичного индекса эффективности ошибок.
3. Найдите максимальную стабильную скорость обучения для алгоритма LMS.
4. Нарисуйте траекторию алгоритма LMS на вашем контурном графике. Предположим, что очень малая скорость обучения, и начинайте со всех весов, равных нулю. Это не требует никаких расчетов.

**E10.8** Предположим, что у нас есть следующие два эталонных шаблона и их цели:

{p1 = [1 2]T, t1 = [-1]}, {p2 = [-2 1]T, t2 = [1]}.

Вероятность вектора равна 0,5, а вероятность вектора равна 0,5. Мы хотим обучить сеть ADALINE без смещения в этом наборе данных.

1. Нарисуйте контурный график среднего квадратичного индекса эффективности ошибок.
2. Нарисуйте оптимальную границу решения.
3. Найдите максимальную стабильную скорость обучения.
4. Нарисуйте траекторию алгоритма LMS на вашем контурном графике. Предположим, что у вас очень небольшая скорость обучения, и начинайте с начальных весов W(0) = [0 1].

**E10.9**. У нас есть следующие пары вход / выход:

p1 = [4 2]T, t1 = 5}, {p2 = [2 -4]T, t2 = -2},{p3 = [-4 4]T, t3 = 9}.

Первые две пары встречаются с вероятностью 0,25, а третья пара встречается с вероятностью 0,5. Мы хотим обучить сеть с одним нейроном ADALINE без предвзятости для выполнения нужного отображения.

1. Нарисуйте сетевую диаграмму.
2. Какова максимальная устойчивая скорость обучения?
3. Выполните одну итерацию алгоритма LMS. Примените ввод и используйте скорость обучения α = 0.1. Начните с начальных весов x0 = [0 0]T.

**E10.10** Повторите E10.9 для следующих входных / целевых пар:

p1 = [2 -4]T, t1 = 1}, {p2 = [-4 4]T, t2 = -1},{p3 = [4 2]T, t3 = 1}.

Первые две пары встречаются с вероятностью 0,25, а третья пара встречается с вероятностью 0,5. Мы хотим обучить сеть с одним нейроном ADALINE без смещения для выполнения нужного отображения.

**E10.11** Мы хотим обучать сеть с одним нейроном ADALINE без предвзятости, используя следующий набор тренировок, который классифицирует векторы на два класса. Каждый шаблон происходит с равной вероятностью.

p1 = [-1 2]T, t1 = -1}, {p2 = [2 -1]T, t2 = -1},{p3 = [0 -1]T, t3 = 1},

{p4 = [-1 0]T, t4 = 1}.

1. Нарисуйте сетевую диаграмму.
2. Сделайте один шаг алгоритма LMS (присутствует только p1), начиная с начального веса W(0) = [0 0]. Используйте скорость обучения 0,1.
3. Каковы оптимальные веса? Показать все вычисления.
4. Нарисуйте оптимальную границу решения.
5. Как, по вашему мнению, граница изменится, если сети разрешат иметь предвзятость? Укажите приблизительную новую позицию на эскизе части iv.
6. Какова максимальная стабильная скорость обучения для алгоритма LMS?
7. Нарисуйте контурный график поверхности среднеквадратичной ошибки.
8. На вашем контурном участке части vii нарисуйте путь алгоритма LMS для очень небольшой скорости обучения (например, 0,001), начиная с начального условия W(0) = [2 0]. Это не требует никаких расчетов, но объясните, как вы получили свой ответ.

**E10.12**. Предположим, что у нас есть следующие три эталонных шаблона и их цели:

p1 = [2 4]T, t1 = 26}, {p2 = [4 2]T, t2 = 26},{p3 = [-2 -2]T, t3 = -26}.

Вероятность вектора равна 0,25, вероятность вектора равна 0,25, а вероятность вектора равна 0,5.

1. Нарисуйте сетевую диаграмму сети ADALINE без смещения, которую можно было бы обучить этим шаблонам.
2. Нарисуйте контурный график среднего квадратичного индекса эффективности ошибок.
3. Покажите оптимальную границу решения (для весов, которые минимизируют среднеквадратичную ошибку) и убедитесь, что она разделяет шаблоны на соответствующие категории.
4. Найдите максимальную стабильную скорость обучения для алгоритма LMS. Если целевые значения изменены с 26 и -26 на 2 и -2, как это изменит максимальную стабильную скорость обучения?
5. Выполните одну итерацию алгоритма LMS, начиная со всех весов, равных нулю, и представляя входной вектор. Используйте скорость обучения.
6. Нарисуйте траекторию алгоритма LMS на вашем контурном графике. Предположим, что очень малая скорость обучения, и начинайте со всех весов, равных нулю.

**E10.13**. Рассмотрим адаптивный предиктор на рисунке E10.3 (смотри рисунок в книге!).

Рисунок E10.3 Адаптивный предсказатель для упражнений E10.13

Предположим, что y(k) - это стационарный процесс с автокорреляционной функцией

Cy(n) = E[y(k)(y(k + n))].

1. Напишите выражение для среднеквадратической ошибки в терминах Cy(n).
2. Дайте конкретное выражение для среднеквадратической ошибки, если

y(k) = sin(kπ/5).

1. Найти собственные значения и собственные векторы матрицы Гессиана для средней квадратичной ошибки. Найдите минимальную точку и нарисуйте грубый график контура.
2. Найдите максимальную стабильную скорость обучения для алгоритма LMS.
3. Сделайте три шага алгоритма LMS вручную, используя стабильную скорость обучения. Используйте нулевой вектор в качестве исходного предположения.
4. Напишите M-файл MATLAB для реализации алгоритма LMS для этой проблемы. Сделайте 40 шагов алгоритма для устойчивой скорости обучения и нарисуйте траекторию на контурном графике. Используйте нулевой вектор в качестве исходного предположения. Убедитесь, что алгоритм сходится к оптимальной точке.
5. Проверьте экспериментально, что алгоритм нестабилен для уровней обучения, которые больше, чем в части (iv).

**E10.14** Повторите задачу P10.9, но используйте цифры «1», «2» и «4» вместо букв «T», «G» и «F». Проверяйте обученную сеть на каждом шаблоне задания и на шумных шаблонах. Обсудите чувствительность сети. (Используйте классификацию линейных шаблонов проектирования нейронной сети (nnd10lc).)