**Лабораторная работа № 6**

**E7.1** Рассмотрим шаблоны прототипов, заданные слева. (Смотри книгу!)

1. Ортогональны ли векторы p1 и p2?
2. Используйте правило Hebb для создания сети автоприсоединения для этих шаблонов.
3. Проверьте работу сети, используя шаблон тестового ввода pt, показанный слева. Выполняется ли сеть так, как вы ожидали? Объясните.

**E7.2** Повторите упражнение E7.1 с использованием псевдоверсивного правила.

**E7.3**. Используйте правило Hebb для определения весовой матрицы сети персептрона (показано на рисунке E7.1), чтобы распознать образцы, показанные слева.

(Смотри рисунок в книге!)

Рисунок E7.1 Сеть персептронов для упражнений E7.3

**E7.4** В Задаче P7.7 мы продемонстрировали, как сети могут быть обучены с использованием правила Hebb, когда векторы прототипа задаются в бинарной (в отличие от биполярной) форме. Повторите упражнение E7.1, используя двоичное представление для векторов прототипов. Покажите, что ответ этой бинарной сети эквивалентен ответу исходной биполярной сети.

**E7.5** Покажите, что сеть автоассоциатора будет продолжать выполнять, если мы заменим диагональные элементы весовой матрицы, которые были определены правилом Hebb. Другими словами, предположим, что весовая матрица определяется из:

W = PPT – QI,

Где Q - число прототипов векторов. (Подсказка: покажите, что векторы прототипов продолжают быть собственными векторами новой весовой матрицы.)

**E7.6** У нас есть три пары векторов прототипа ввода / вывода:

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

1. Покажите, что эта проблема не может быть решена, если сеть не использует смещение.
2. Используйте псевдоинверсное правило для проектирования сети для этих векторов прототипов. Убедитесь, что сеть правильно преобразует векторы прототипов.

**E7.7** Рассмотрим приведенные ниже контрольные образцы и цели. Мы хотим использовать эти данные для обучения линейной сети ассоциаторов.

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

1. Используйте правило Hebb для определения веса сети.
2. Найдите и нарисуйте границу решения для сети с весами правил Hebb.
3. Используйте псевдо-обратное правило для определения веса сети. Поскольку число R строк P меньше, чем число столбцов Q матрицы P псевдо-обратное значение можно вычислить по формуле P+ = PT(PPT)-1.
4. Найдите и нарисуйте границу решения для сети с весами псевдо-обратного правила.
5. Сравните (обсудите) границы и веса решения для каждого из методов (Hebb и псевдо-обратный).

**E7.8** Рассмотрим три шаблона прототипов, показанных на рисунке E7.2.

1. Являются ли эти шаблоны ортогональными? Продемонстрируйте.
2. Используйте правило Hebb, чтобы определить весовую матрицу для линейного автоассоциатора, чтобы распознать эти шаблоны.
3. Нарисуйте сетевую диаграмму.
4. Найти собственные значения и собственные векторы весовой матрицы. (Не решайте уравнение. Используйте анализ правила Hebb.)

(Смотри рисунок в книге!)

Рисунок E7.2 Шаблоны прототипов для упражнений E7.8

**E7.9** Предположим, что мы имеем следующие три эталонных шаблона и их цели

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

1. Нарисуйте сетевую диаграмму для сети линейных ассоциаторов, которую можно обучить этим шаблонам.
2. Используйте правило Hebb для определения веса сети.
3. Найдите и нарисуйте границу решения для сети с весами правил Hebb. Разделяет ли граница шаблоны? Продемонстрируйте.
4. Используйте псевдо-обратное правило для определения веса сети. Опишите разницу между этой границей и границей правила Hebb.

**E7.10**. У нас есть следующие пары вход/выход:

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

1. Используйте правило Hebb для определения весовой матрицы для сети персептрона, показанной на рисунке E7.3.
2. Выделите полученную границу решения. Является ли это «хорошей» границей решения? Объясните.
3. Повторите часть i. используя Псевдо-обратное правило.
4. Будет ли какая-либо разница в работе сети, если используется псевдо-обратная весовая матрица? Объясняте.

(Смотри рисунок в книге!)

Рисунок E7.3 Сеть для упражнений E7.10

**E7.11.** Один вопрос, который мы можем задать в отношении правил Hebb и псевдо-обращения: Сколько образцов прототипов может храниться в одной весовой матрице? Испытайте это экспериментально, используя проблему распознавания цифр, которая обсуждалась на стр. 7-10 книги. Начните с цифр «0» и «1». Добавьте одну цифру за раз до «6» и проверьте, как часто правильная цифра восстанавливается после случайного изменения 2, 4 и 6 пикселей.

1. Сначала используйте правило Hebb для создания весовой матрицы для цифр «0» и «1». Затем произвольно меняйте 2 пикселя каждой цифры и применяйте зашумленные цифры к сети. Повторите этот процесс 10 раз и запишите процент времени, в течение которого на выходе сети создается правильный шаблон (без шума). Повторяются как 4 и 6 пикселей каждой цифры. Затем весь процесс повторяется, когда используются цифры «0», «1» и «2». Это продолжается по одной цифре за раз, пока вы не проверите сеть, если используются все цифры от «0» до «6». Когда вы закончите все тесты, вы сможете построить три кривые, показывающие процентную погрешность и количество сохраненных цифр, по одной кривой для 2, 4 и 6 пиксельных ошибок.
2. Повторите часть (i), используя псевдо-обратное правило, и сравните результаты двух правил.