

Лабораторная работа № 1

«Сеть Хемминга. MAXNET прямого распространения и рекуррентная MAXNET»

студента Баранова Александра группы Б22-534. Дата сдачи: 26.03.2025

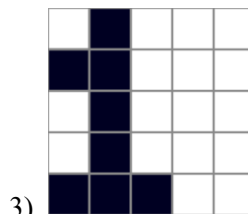
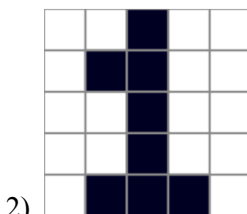
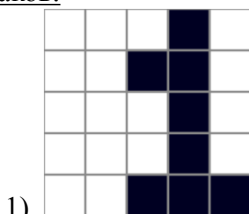
Ведущий преподаватель: Трофимов А.Г. оценка: _____ подпись: _____

Вариант №4

Цель работы: изучение математической модели сети Хемминга и решение с её помощью задачи отнесения объекта к одному из заданных классов. Исследуются особенности функционирования сети и слоя Хемминга, а также нейронных сетей MAXNET двух типов: рекуррентной и прямого распространения, и их свойства.

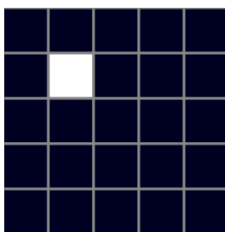
1. Настройка синаптических коэффициентов нейронов слоя Хемминга

В качестве эталонных признаков класса вводились следующие вектора признаков:



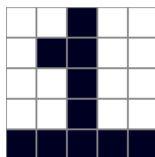
1. Исследование возможности классификации объекта сетью Хемминга в зависимости от степени отличия признаков объекта от эталонного представителя класса

Максимальное расстояние по Хеммингу, при котором объект классифицируется правильно: **64**. Соответствующий объект:



Формула расстояния по Хеммингу $R(x, x^*) = \sum_{i=1}^M (x_i - x_i^*)^2 = 4M - 2I_k$

2. Исследование свойств MAXNET прямого распространения



На вход подается вектор признаков: (искажённый эталонный представитель одного из классов). Сеть с **неизменными** коэффициентами показывает принадлежность этого объекта к классу №2.

А) MAXNET выдает ошибочный результат о принадлежности объекта классу №1, если задать следующие коэффициенты нейронов «сравнения»:

- 1: (1; -0.5)
- 2: (-2; 1)
- 6: (1; -1)
- 7: (-1; 1)

Б) MAXNET выдает ошибочный результат о принадлежности объекта классу №3, если задать следующие коэффициенты нейронов, «хранящих максимум»:

- 3: (0.5; 0.5; 0.2; 0.2)
- 8: (0.5; 0.5; 0.5; 0.5)

В) MAXNET выдает ошибочный результат о принадлежности объекта классу №1, если задать следующие коэффициенты нейронов- «индикаторов»:

- 4: (1; 1)
- 5: (1; 1)
- 9: (1; 1)
- 10: (1; 1)
- 11: (1; 2)
- 12: (-1; 1)
- 13: (1; 1)

3. Исследование свойств сходимости рекуррентной сети MAXNET

Число нейронов рекуррентной сети MAXNET: 3.

Значение параметра $\varepsilon = 0.2$, число тактов сходимости: 3.

Значение параметра $\epsilon = 0.1$, число тактов сходимости: 6.

Значение параметра $\epsilon = 0.33$, число тактов сходимости: 2.

Вывод: при увеличении параметра ϵ **число тактов сходимости уменьшается.**

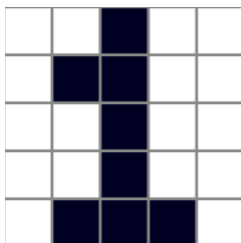
4. Исследование свойств слоя Хемминга

Число нейронов слоя Хемминга определяется числом эталонных представителей.

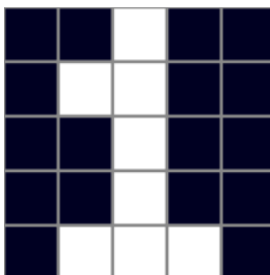
Число входов слоя Хемминга определяется числом бинарных признаков объекта.

4.1. Нахождение максимального и минимального выходов нейронов слоя Хемминга

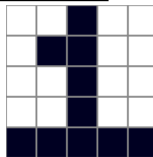
Максимальное значение выхода у нейрона №2, равное **50**, наблюдается при подаче на вход объекта



Минимальное значение выхода у нейрона №2, равное **0**, наблюдается при подаче на вход объекта



4.2. Исследование робастности слоя Хемминга



На вход подается вектор признаков: (искажённый эталонный представитель одного из классов). Сеть с **неизменными** коэффициентами показывает принадлежность этого объекта к классу №2.

А) Усиление сигнала по одному каналу одного нейрона для нарушения правильности распознавания и нахождение максимального шума, при котором слой Хемминга сохраняет свои свойства

При изменении синаптического коэффициента от 21 входа 3 нейрона, со значения 1 на значение 18 нейросеть указывает на принадлежность входного объекта классу №3. Значение входа - 1.

Максимальное значение этого синаптического коэффициента, при котором нейросеть правильно указывает на принадлежность входного объекта классу, больше исходного в $k = 16$ раз.

5. Вывод по лабораторной работе

В лабораторной работе сеть Хемминга решает задачу *классификации*. Сеть Хемминга состоит из следующих блоков: *слоя Хемминга и сети MAXNET*.

Первый блок - слой Хемминга - решает задачу *нахождения расстояния Хемминга между входным вектором и эталонными представителями каждого класса*, второй - *сеть MAXNET* - решает задачу *поиска максимума среди выходов нейронов первого слоя — слоя Хемминга*.

Каждый нейрон слоя Хемминга вычисляет скалярное произведение входного вектора и эталонного вектора данного класса. Максимальное значение выходов нейронов слоя Хемминга определяется *числом классов*. Было обнаружено, что при малом изменении случайных весовых коэффициентов слоя Хемминга сеть **не теряет** способность решать свою задачу. При значительном изменении определённых коэффициентов слоя Хемминга сеть **всегда теряет** способность решать свою задачу. Все входные каналы **не одинаково** чувствительны к разрыву. Все коэффициенты слоя Хемминга **не одинаково** чувствительны к шуму.

Число нейронов рекуррентной сети MAXNET определяется *числом классов*. Весовые коэффициенты нейронов рекуррентной MAXNET **не зависят** от эталонных объектов. Максимальное значение параметра ε зависит от *числа классов*. Число тактов сходимости зависит от *параметра ε* .

Число нейронов сети MAXNET прямого распространения определяется **числом классов**. Весовые коэффициенты нейронов MAXNET прямого распространения **не зависят** от эталонных объектов.

Критерием оптимальности отнесения объекта к какому-либо классу является максимум **потенциала нейрона слоя Хемминга** или минимум **расстояния по Хеммингу**. Весовые коэффициенты нейронов слоя Хемминга **зависят** от эталонных объектов.