

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

Кафедра интеллектуальных информационных технологий

**Отчет по лабораторной работе №2**  
**по курсу «Модели решения задач в интеллектуальных системах»**  
**на тему: «Реализация релаксационной сети для задач**  
**классификации и распознавания»**

**Вариант: 2**

Выполнил студент группы 921703:

Павлов Д.И.

Проверил:

Бруцкий Д.С.

**МИНСК**

**2021**

**Цель:** Ознакомиться, проанализировать и получить навыки реализации модели релаксационной сети для задачи распознавания или классификации образов.

**Задание:** Реализовать модель сети Хопфилда с непрерывным состоянием и дискретным временем в синхронном режиме.

### **Содержание отчёта:**

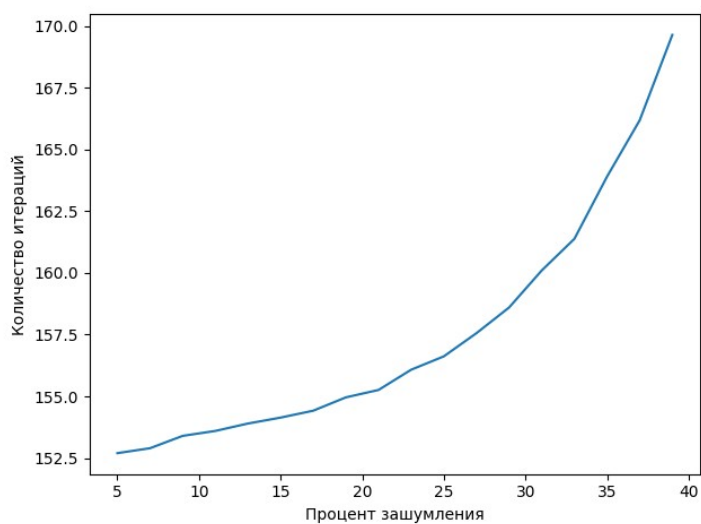
- 1) График зависимости числа итераций распознавания от процента зашумления (остальные параметры фиксированы);
- 2) График зависимости числа итераций распознавания от размера изображения (остальные параметры фиксированы);
- 3) График зависимости числа итераций распознавания от количества образов (в процентах от количества нейронов) (остальные параметры фиксированы).
- 4) Ответы на вопросы
- 5) Выводы

### **Результаты:**

#### 1 Параметры:

Количество образов – 50, количество пикселей - 250

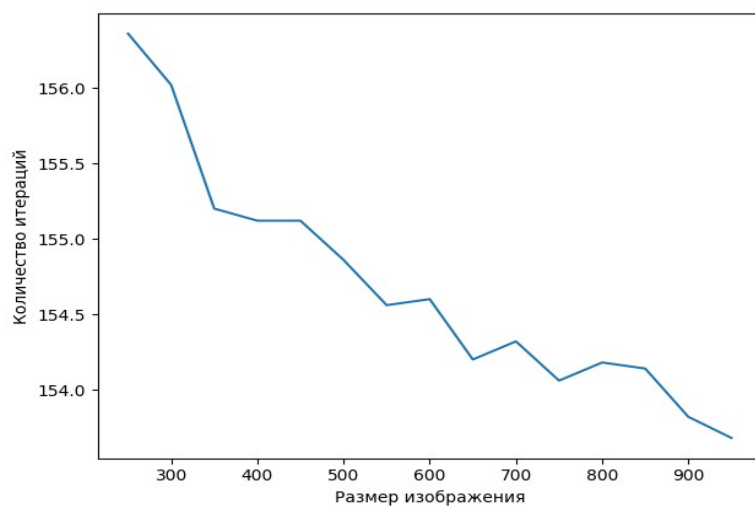
График зависимости числа итераций распознавания от процента зашумления



## 2 Параметры:

Количество образов – 50, процент зашумлённости – 25%

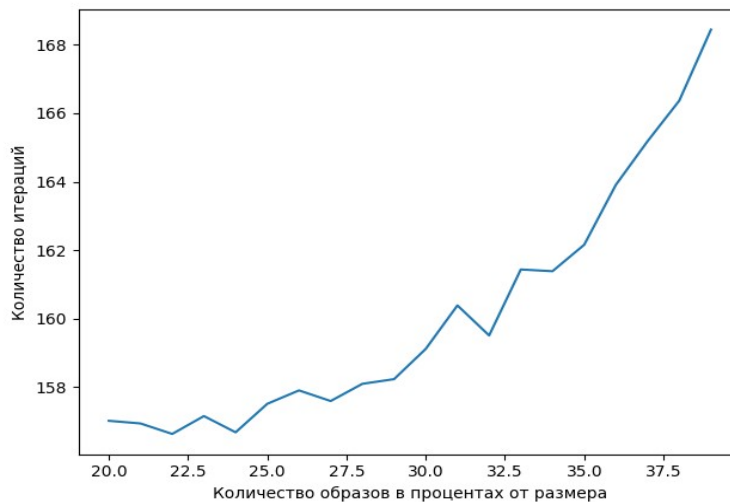
График зависимости числа итераций распознавания от размера изображения



## 3 Параметры:

Количество пикселей – 250, процент зашумлённости – 25%

График зависимости числа итераций распознавания от количества образов (в процентах от количества нейронов)



## Вопросы:

### 1. Какова функция энергии сети и каковы её свойства

$$E = -\frac{1}{2} \sum_{i,j} w_{ij} s_i s_j + \sum_i \theta_i s_i$$
, где  $w_{ij}$  – сила веса соединения от блока  $j$  к блоку  $i$  (вес соединения),  $s_i$  – состояние блока  $i$ ,  $\theta_i$  – пороговое значение для единицы

### 2. Каковы условия релаксации релаксационной сети в варианте?

Ошибка между входным и выходным вектором меньше заданной ошибки  $E$ . В программе используется значение 0.0001

### 3. Когда релаксационная сеть признаётся обученной, и какие есть подходы к решению проблемы с обучением в случае их наличия?

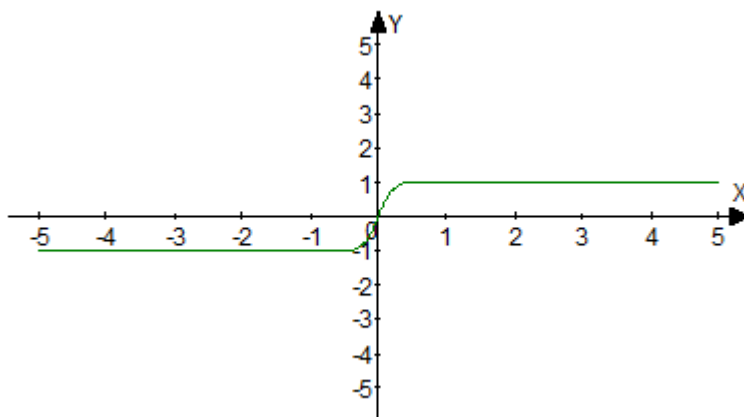
Релаксационная сеть признаётся обученной при запоминании все поданных ей образов. Однако, у релаксационных сетей есть ограничение на максимальное количество образов, которое может запомнить сеть. Для сети Хопфилда это число равно  $M \approx \frac{N}{2 \cdot \log_2 N}$  по правилу Хебба. Применение метода проекций увеличивает максимальную ёмкость сети до N-1.

#### **4.Каковы количественные и качественные ограничения на обучающую выборку.**

Значения элементов выборки принадлежат множеству  $\{-1, 1\}$ . Количество различных вариантов образов зависит от размера образов. Если образы имеют мало различий, точность распознавания будет низкой.

#### **5.Какая функция активации на последнем слое искусственной нейронной сети в варианте.**

Гиперболический тангенс



#### **6.Какая функция активации на первом слое искусственной нейронной сети в варианте**

В сети Хопфилда на первом слое функция активации не используется.

**7. Как зависит количество итераций обучения от количества образов в обучающей выборке.**

Никак не зависит. Обучение сети Хопфилда методом проекций происходит на этапе инициализации за одну итерацию.

**8. Как зависит количество итераций релаксации от предъявляемого образа.**

Из графиков зависимости видно что чем зашумленнее образ тем в среднем больше требуется итераций, чем больше размер образа тем в среднем меньше требуется итераций, чем больше образов тем в среднем больше требуется итераций.

**9. Способна ли обученная релаксационная сеть распознать негативы эталонных образов, либо как учитывается расстояние Хэмминга в сети Хэмминга.**

Не способна, так как идея работы сети состоит в нахождении расстояния Хэмминга от тестируемого образа до всех образцов. Расстоянием Хэмминга называется число отличающихся битов в двух бинарных векторах. Сеть должна выбрать образец с минимальным расстоянием Хэмминга до неизвестного входного сигнала, в результате чего будет активизирован только один выход сети, соответствующий этому образцу. В случае, если все сигналы отличаются, расстояние Хэмминга примет максимальное значение.

**Вывод:**

В результате выполнения лабораторной работы была реализована модель сети Хопфилда с непрерывным состоянием и дискретным временем в синхронном режиме, которая выполняет функцию

распознавания образов. С помощью этой модели были получены графики зависимости количества итераций от различных параметров.

Было установлено, что:

- 1 Количество итераций увеличивается при увеличении зашумлённости образа.
- 2 Количество итераций уменьшается при увеличении размера образа.
- 3 Количество итераций увеличивается при увеличении количества образов.