ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

### Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра электронных вычислительных машин

**Распознавание образов с помощью релаксационных нейросетей**

Отчет  
Лабораторная работа № 2 по дисциплине

«Системы искусственного интеллекта»

Выполнил студент группы ИВТ-42\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Щесняк Д.С./

Проверил ассистент кафедры ЭВМ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Куваев А. В./

Киров

2018 г.

**Цель лабораторной работы:**

**1. Задание**

Вариант 9

Таблица 1 – Исходные образы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер образа | Образ | Ассоциация |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |

Размер образов:

- основной образ X:Y=10:10

- ассоциированный образ: X:Y=10:10.

**2. Исследование РНС Хопфилда**

Таблица 2 – Результаты исследования РНС Хопфилда, метод обучения – правило Хебба

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Образ 1 | Образ 2 | Образ 3 | Образ 4 | Образ 5 |
| 1 Чистый образ |  |  |  |  |  |
| 2 Поворот |  |  |  |  |  |
| 3 Отражение |  |  |  |  |  |
| 4 Сдвиг |  |  |  |  |  |
| 5 Инверсия |  |  |  |  |  |
| 6.1 Инвертирующий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.2 Добавляющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.3 Гасящий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.4 Затеняющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |

Таблица 3 – Результаты исследования РНС Хопфилда, метод обучения – метод проекций

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Образ 1 | Образ 2 | Образ 3 | Образ 4 | Образ 5 |
| 1 Чистый образ |  |  |  |  |  |
| 2 Поворот |  |  |  |  |  |
| 3 Отражение |  |  |  |  |  |
| 4 Сдвиг |  |  |  |  |  |
| 5 Инверсия |  |  |  |  |  |
| 6.1 Инвертирующий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.2 Добавляющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.3 Гасящий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.4 Затеняющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |

Таблица 4 – Результаты исследования РНС Хопфилда, метод обучения – метод проекций

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Образ 1 | Образ 2 | Образ 3 | Образ 4 | Образ 5 |
| 1 Чистый образ |  |  |  |  |  |
| 2 Поворот |  |  |  |  |  |
| 3 Отражение |  |  |  |  |  |
| 4 Сдвиг |  |  |  |  |  |
| 5 Инверсия |  |  |  |  |  |
| 6.1 Инвертирующий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.2 Добавляющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.3 Гасящий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.4 Затеняющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |

**3. Исследование РНС Хемминга**

Таблица 5 – Результаты исследования РНС Хемминга, e=0,04

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Образ 1 | Образ 2 | Образ 3 | Образ 4 | Образ 5 |
| 1 Чистый образ |  |  |  |  |  |
| 2 Поворот |  |  |  |  |  |
| 3 Отражение |  |  |  |  |  |
| 4 Сдвиг |  |  |  |  |  |
| 5 Инверсия |  |  |  |  |  |
| 6.1 Инвертирующий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.2 Добавляющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.3 Гасящий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.4 Затеняющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |

Таблица 6 – Результаты исследования РНС Хемминга, e=0,15

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Образ 1 | Образ 2 | Образ 3 | Образ 4 | Образ 5 |
| 1 Чистый образ |  |  |  |  |  |
| 2 Поворот |  |  |  |  |  |
| 3 Отражение |  |  |  |  |  |
| 4 Сдвиг |  |  |  |  |  |
| 5 Инверсия |  |  |  |  |  |
| 6.1 Инвертирующий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.2 Добавляющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.3 Гасящий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.4 Затеняющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |

Таблица 7 – Результаты исследования РНС Хемминга, e=0,25

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Образ 1 | Образ 2 | Образ 3 | Образ 4 | Образ 5 |
| 1 Чистый образ |  |  |  |  |  |
| 2 Поворот |  |  |  |  |  |
| 3 Отражение |  |  |  |  |  |
| 4 Сдвиг |  |  |  |  |  |
| 5 Инверсия |  |  |  |  |  |
| 6.1 Инвертирующий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.2 Добавляющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.3 Гасящий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.4 Затеняющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |

**5.Исследование РНС ДАП**

Таблица 8 – Результаты исследования РНС ДАП, активационная функция – пороговая

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Образ 1 | | Образ 2 | | Образ 3 | | Образ 4 | | Образ 5 | |
| 1 Чистый образ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 Поворот |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 Отражение |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 Сдвиг |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 Инверсия |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6.1 Инвертирующий шум | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  |
| 6.2 Добавляющий шум | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  |
| 6.3 Гасящий шум | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  |
| 6.4 Затеняющий шум | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  |

Таблица 9 – Результаты исследования РНС ДАП, активационная функция – логистическая

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Образ 1 | | Образ 2 | | Образ 3 | | Образ 4 | | Образ 5 | |
| 1 Чистый образ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 Поворот |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 Отражение |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 Сдвиг |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 Инверсия |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6.1 Инвертирующий шум | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  |
| 6.2 Добавляющий шум | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  |
| 6.3 Гасящий шум | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  |
| 6.4 Затеняющий шум | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  |

Таблица 10 – Результаты исследования РНС ДАП, активационная функция – гиперболический тангенс

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Образ 1 | | Образ 2 | | Образ 3 | | Образ 4 | | Образ 5 | |
| 1 Чистый образ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 Поворот |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 Отражение |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 Сдвиг |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 Инверсия |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6.1 Инвертирующий шум | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  |
| 6.2 Добавляющий шум | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  |
| 6.3 Гасящий шум | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  |
| 6.4 Затеняющий шум | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  | 20% |  |

**4. Исследование РНС “Машина Больцмана”**

Таблица 11 – Результаты исследования РНС “Машина Больцмана”, Tmax=10

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Образ 1 | Образ 2 | Образ 3 | Образ 4 | Образ 5 |
| 1 Чистый образ |  |  |  |  |  |
| 2 Поворот |  |  |  |  |  |
| 3 Отражение |  |  |  |  |  |
| 4 Сдвиг |  |  |  |  |  |
| 5 Инверсия |  |  |  |  |  |
| 6.1 Инвертирующий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.2 Добавляющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.3 Гасящий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.4 Затеняющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |

Таблица 12 – Результаты исследования РНС “Машина Больцмана”, Tmax=20

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Образ 1 | Образ 2 | Образ 3 | Образ 4 | Образ 5 |
| 1 Чистый образ |  |  |  |  |  |
| 2 Поворот |  |  |  |  |  |
| 3 Отражение |  |  |  |  |  |
| 4 Сдвиг |  |  |  |  |  |
| 5 Инверсия |  |  |  |  |  |
| 6.1 Инвертирующий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.2 Добавляющий шум | 20% | 20% | 20% | 30% | 20% |
| 6.3 Гасящий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.4 Затеняющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |

Таблица 13 – Результаты исследования РНС “Машина Больцмана”, Tmax=40

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Образ 1 | Образ 2 | Образ 3 | Образ 4 | Образ 5 |
| 1 Чистый образ |  |  |  |  |  |
| 2 Поворот |  |  |  |  |  |
| 3 Отражение |  |  |  |  |  |
| 4 Сдвиг |  |  |  |  |  |
| 5 Инверсия |  |  |  |  |  |
| 6.1 Инвертирующий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.2 Добавляющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.3 Гасящий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 6.4 Затеняющий шум | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |

**6. Выводы**

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены рекурентные нейронные сети, а именно их подкласс – релаксационные нейронные сети (РНС). В основе РНС лежит итеративный принцип работы, который выполняется до тех пор, пока не настанет состояние равновесия, релаксации.

На исходные образах наиболее худший результат представили сети Хопфилда, использующие в качестве метода обучение правило Хебба. Это связанно с тем, что исходных изображения достаточно схожи между собой и сеть не в состоянии запомнить образы. Использование в качестве метода обучения метод проекций показал достаточно хороший результат, устойчивый к большинству преобразований.

Наиболее лучший результат, по сравнению с сетью Хопфилда, показала сеть Хемминга. Это связанно с тем, что сеть Хемминга является улучшенной версией сети Хопфилда, в которой появляется начальный слой – слой однонаправленного распространения.

Наиболее лучший результат дала машина Больцмана. В ее основе лежит метод имитации отжига, позволяющий найти минимум функции и при этом не «осесть» в локальном минимуме. Качество обучения данной сети зависит от выбора начальной температуры.

Среди активационных функций двунаправленной ассоциативной памяти наилучший результат на данной задаче показала функция гиперболического тангенса.