Sprawozdanie PSI

Zagadnieniem które wybrałem w celu utworzenia sieci neuronowej i uczenia jej jest rozpoznawanie cyfr pisanych. Cyfry są reprezentowane przez macierze 16 na 16 w której znajdują się zera i jedynki. Dane z macierzy są podawane do sieci neuronowych. Każde pole w macierzy to jeden wjeście do neuronu, więc każdy neuron posiada 16\*16 wejść i jedno wyjście. Rozwiązanie tego problemu oparłem w głównej mierze o implementacji wielo jak i jedno warstwowej sieci neuronowej  
z użyciem różnych technik uczenia.

Rozpatrywane sieci zawsze posiadają 256 wejść i 10 neuronów wyjściowych.

# Seci jedno warstwowe:

Uczenie tych sieci jak i testowanie ich zostały oparte o zestaw danych składający się z:

* 1200 rekordów uczących
* 393 rekordów walidujących

Dla lepszego porównywania wyników przyjęto maksymalną liczbę epok w ilości 100.

## Model neuronu: perceptron

Metoda uczenia: Wsteczna propagacja

* Tempo uczenia: 0.001

Efektywność rozpoznawania cyfr przez sieć: 66.41%

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cyfra | Poprawnie | Nie poprawnie |
| 0 | 29.0 | 6.0 |
| 1 | 25.0 | 15.0 |
| 2 | 21.0 | 19.0 |
| 3 | 27.0 | 13.0 |
| 4 | 22.0 | 18.0 |
| 5 | 24.0 | 16.0 |
| 6 | 31.0 | 9.0 |
| 7 | 25.0 | 15.0 |
| 8 | 21.0 | 17.0 |
| 9 | 36.0 | 4.0 |

Błąd uczenia:

Metoda uczenia: WTA (Winner takes all)

* Tempo uczenia: 0.001

Efektywność rozpoznawania cyfr przez sieć: 66.92%

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cyfra | Poprawnie | Nie poprawnie |
| 0 | 31 | 4 |
| 1 | 25 | 15 |
| 2 | 26 | 14 |
| 3 | 23 | 17 |
| 4 | 24 | 16 |
| 5 | 22 | 18 |
| 6 | 32 | 8 |
| 7 | 25 | 15 |
| 8 | 21 | 17 |
| 9 | 34 | 6 |

Błąd uczenia:

Metoda uczenia: reguła Hebb’a

* Tempo uczenia: 0.001

Efektywność rozpoznawania cyfr przez sieć: 64.88%

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cyfra | Poprawnie | Nie poprawnie |
| 0 | 28 | 7 |
| 1 | 18 | 22 |
| 2 | 25 | 15 |
| 3 | 25 | 15 |
| 4 | 19 | 21 |
| 5 | 26 | 14 |
| 6 | 25 | 15 |
| 7 | 27 | 13 |
| 8 | 24 | 14 |
| 9 | 38 | 2 |

Błąd uczenia:

Metoda uczenia: reguła Oji

* Tempo uczenia: 0.001

Efektywność rozpoznawania cyfr przez sieć: 62.59%

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cyfra | Poprawnie | Nie poprawnie |
| 0 | 26 | 9 |
| 1 | 18 | 22 |
| 2 | 21 | 19 |
| 3 | 23 | 17 |
| 4 | 24 | 16 |
| 5 | 20 | 20 |
| 6 | 29 | 11 |
| 7 | 27 | 13 |
| 8 | 21 | 17 |
| 9 | 37 | 3 |

Błąd uczenia:

### Podsumowanie:

Wszystkie z powyższych metod uczenia dla sieci jednowarstwowej z wykorzystaniem neuronu o modelu perceptronu dają bardzo zbliżone efektywnosci rozpoznawania cyfr.

## Model neuronu: McCulloch’a Pitts’a

Metoda uczenia: Wsteczna propagacja

* Tempo uczenia: 0.001

Efektywność rozpoznawania cyfr przez sieć: 26.20%

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cyfra | Poprawnie | Nie poprawnie |
| 0 | 0 | 35 |
| 1 | 1 | 39 |
| 2 | 5 | 35 |
| 3 | 31 | 9 |
| 4 | 29 | 11 |
| 5 | 14 | 26 |
| 6 | 0 | 40 |
| 7 | 17 | 23 |
| 8 | 2 | 36 |
| 9 | 4 | 36 |

Błąd uczenia:

Metoda uczenia: WTA (Winner takes all)

* Tempo uczenia: 0.001

Efektywność rozpoznawania cyfr przez sieć: 27.48%

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cyfra | Poprawnie | Nie poprawnie |
| 0 | 0 | 35 |
| 1 | 11 | 29 |
| 2 | 18 | 22 |
| 3 | 14 | 26 |
| 4 | 1 | 39 |
| 5 | 1 | 39 |
| 6 | 9 | 31 |
| 7 | 27 | 13 |
| 8 | 0 | 38 |
| 9 | 27 | 13 |

Błąd uczenia:

Metoda uczenia: reguła Hebb’a

* Tempo uczenia: 0.001

Efektywność rozpoznawania cyfr przez sieć: 27.73%

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cyfra | Poprawnie | Nie poprawnie |
| 0 | 0 | 35 |
| 1 | 1 | 39 |
| 2 | 1 | 39 |
| 3 | 23 | 17 |
| 4 | 22 | 18 |
| 5 | 26 | 14 |
| 6 | 1 | 39 |
| 7 | 28 | 12 |
| 8 | 7 | 31 |
| 9 | 0 | 40 |

Błąd uczenia:

Metoda uczenia: reguła Oji

* Tempo uczenia: 0.001

Efektywność rozpoznawania cyfr przez sieć: 34.35%

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cyfra | Poprawnie | Nie poprawnie |
| 0 | 19 | 16 |
| 1 | 10 | 30 |
| 2 | 7 | 33 |
| 3 | 17 | 23 |
| 4 | 9 | 31 |
| 5 | 4 | 36 |
| 6 | 27 | 13 |
| 7 | 22 | 18 |
| 8 | 0 | 38 |
| 9 | 20 | 20 |

Błąd uczenia:

### Podsumowanie:

Niskie efektywności sieci w powyższych metodach uczenia dla sieci jednowarstwowej z wykorzystaniem neuronu o modelu McCulloch’a Pitts’a wynikają z stosunkowo małej ilości epok uczenia. Biorąc to pod uwagę możemy stwierdzić, że większość z tych metod dają bardzo zbliżone efektywnosci rozpoznawania cyfr. Zauważyć również można, że uczenie z regułą Oji daje znacząco lepsze efekty niż w pszypadku pozostałych metod.

# Seci wielo warstwowe:

Uczenie tych sieci jak i testowanie ich zostały oparte o zestaw danych składający się z:

* 1200 rekordów uczących
* 393 rekordów walidujących

Dla lepszego porównywania wyników przyjęto maksymalną liczbę epok w ilości 100.

Sieć składa się z dwóch warstw ukrytych, gdzie w każdej z nich znajduje się po 32 neurony.

## Model neuronu: Perceptron

Metoda uczenia: Wsteczna propagacja

* Tempo uczenia: 0.001

Efektywność rozpoznawania cyfr przez sieć: 66.92%

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cyfra | Poprawnie | Nie poprawnie |
| 0 | 25 | 10 |
| 1 | 25 | 15 |
| 2 | 17 | 23 |
| 3 | 26 | 14 |
| 4 | 25 | 15 |
| 5 | 27 | 13 |
| 6 | 30 | 10 |
| 7 | 28 | 12 |
| 8 | 22 | 16 |
| 9 | 38 | 2 |

Błąd uczenia:

## Model neuronu: McCulloch’a Pitts’a

Metoda uczenia: Wsteczna propagacja

* Tempo uczenia: 0.001

Efektywność rozpoznawania cyfr przez sieć: 82.44%

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cyfra | Poprawnie | Nie poprawnie |
| 0 | 35 | 0 |
| 1 | 34 | 6 |
| 2 | 31 | 9 |
| 3 | 34 | 6 |
| 4 | 31 | 9 |
| 5 | 32 | 8 |
| 6 | 35 | 5 |
| 7 | 32 | 8 |
| 8 | 30 | 8 |
| 9 | 30 | 10 |

Błąd uczenia:

### Podsumowanie:

Sieci wielo warstwowe bardzo znacząco dłużej się uczą w porównaniu do sieci jedno warstwowych. Wykorzystanie modelu perceptronu nie jest najbardziej optymalne, ponieważ dla tylu samych epok uczenia co w przypadku sieci jedno warstwowej z modelem perceptronu otrzymujemy zbliżoną sprawność w rozpoznawaniu cyfr oraz dłuższy czas uczenia. Natomiast przy użyciu modelu neuronu McCulloch’a Pitts’a otrzymujemy znaczący przyrost efektywności sieci neuronowej.

# Sieć ADALINE z wykorzystaniem biblioteki ENCOG:

Uczenie tej sieci jak i testowanie zostały oparte o zestaw danych składający się z:

* 400 rekordów uczących
* 230 rekordów walidujących

Uczenie tej sieci trwało do momentu uzyskania błędu rzędu 1%, przy tempie uczenia 0.01.

Efektywność rozpoznawania cyfr przez sieć: 100%

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cyfra | Poprawnie | Nie poprawnie |
| 0 | 23 | 0 |
| 1 | 23 | 0 |
| 2 | 23 | 0 |
| 3 | 23 | 0 |
| 4 | 23 | 0 |
| 5 | 23 | 0 |
| 6 | 23 | 0 |
| 7 | 23 | 0 |
| 8 | 23 | 0 |
| 9 | 23 | 0 |

Błąd uczenia:

### Podsumowanie:

Sieć tego typu daje bardzo dobre rezultaty dla rozpoznawania cyfr. Nauczenie sieci do takiego stanu zajęło 220 epok.