

Zadanie 2

Uczenie i testowanie sieci MADALINE do rozpoznawania znaków

Inteligentna Analiza Danych

Robert Łaski
259337

Jakub Stepnicki
259315

23 października 2025

1 Cel zadania

Celem zadania było zaprojektowanie i implementacja prostej sieci neuronowej typu MADALINE (Multiple Adaptive Linear Neuron) służącej do rozpoznawania znaków. Projekt obejmował stworzenie generatora obrazów binarnych z możliwością dodawania szumu oraz implementację sieci, której działanie opiera się na porównywaniu znormalizowanych wektorów obrazów. Przeprowadzono serię eksperymentów, aby ocenić odporność sieci na zaszumienie danych wejściowych na poziomach 10%, 30%, 50%, 70% i 90%.

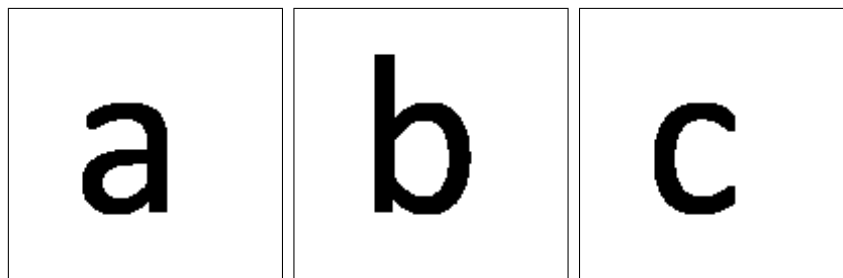
2 Wstęp teoretyczny

Zastosowana w projekcie sieć MADALINE jest uproszczonym klasyfikatorem wzorców. Każdy neuron w sieci reprezentuje jeden wzorec uczący (w tym przypadku litery 'a', 'b' i 'c'). Wektor wag każdego neuronu jest inicjalizowany jako znormalizowany, jednowymiarowy wektor pikseli odpowiadającego mu obrazu treningowego.

Proces rozpoznawania polega na obliczeniu podobieństwa cosinusowego pomiędzy znormalizowanym wektorem obrazu testowego a wektorami wag wszystkich neuronów. Matematycznie realizowane jest to za pomocą iloczynu skalarnego. Neuron, który zwraca najwyższą wartość podobieństwa (współczynnik 'confidence' w skali od 0 do 1), zostaje zwycięzcą, a przypisana do niego etykieta staje się wynikiem klasyfikacji.

3 Eksperymenty i wyniki

3.1 Eksperyment nr 1 - 0% -> 0% (Test poprawności)



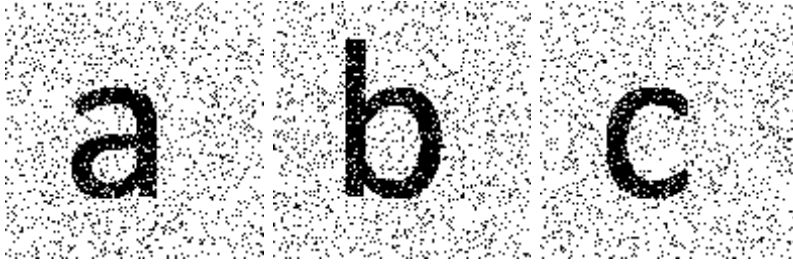
Rysunek 1: Obrazy testowe z zaszumieniem 0%.

Test polegał na użyciu tego samego, niezaszumionego zestawu danych jako zbioru treningowego i testowego. Wyniki potwierdziły poprawność implementacji.

Tabela 1: Rezultaty eksperymentu nr 1

| Litera | Predykcja | Confidence |
|--------|-----------|------------|
| a | a | 1.000 |
| b | b | 1.000 |
| c | c | 1.000 |

3.2 Eksperyment nr 2 - 0% -> 10%



Rysunek 2: Obrazy testowe z zaszumieniem 10%.

Tabela 2: Rezultaty eksperymentu nr 2

| Litera | Predykcja | Confidence |
|--------|-----------|------------|
| a | a | 0.632 |
| b | b | 0.684 |
| c | c | 0.578 |

3.3 Eksperyment nr 3 - 0% -> 30%

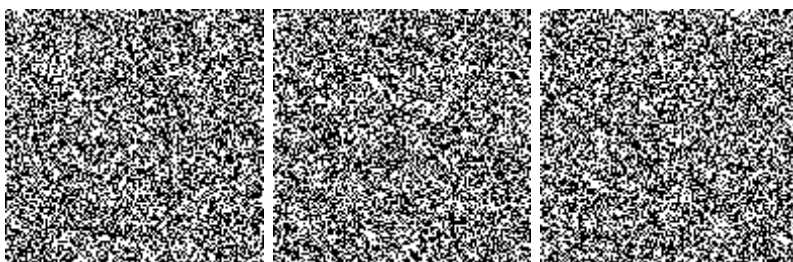


Rysunek 3: Obrazy testowe z zaszumieniem 30%.

Tabela 3: Rezultaty eksperymentu nr 3

| Litera | Predykcja | Confidence |
|--------|-----------|------------|
| a | a | 0.350 |
| b | b | 0.392 |
| c | c | 0.308 |

3.4 Eksperyment nr 4 - 0% -> 50%

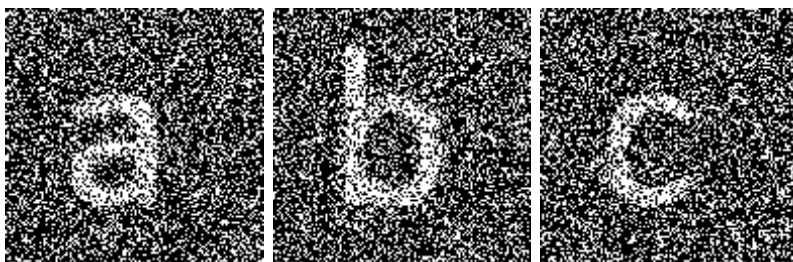


Rysunek 4: Obrazy testowe z zaszumieniem 50%.

Tabela 4: Rezultaty eksperymentu nr 4

| Litera | Predykcja | Confidence |
|--------|-----------|------------|
| a | b | 0.225 |
| b | b | 0.227 |
| c | b | 0.228 |

3.5 Eksperyment nr 5 - 0% -> 70%



Rysunek 5: Obrazy testowe z zaszumieniem 70%.

Tabela 5: Rezultaty eksperymentu nr 5

| Litera | Predykcja | Confidence |
|--------|-----------|------------|
| a | b | 0.205 |
| b | a | 0.162 |
| c | b | 0.204 |

3.6 Eksperyment nr 6 - 0% -> 90%



Rysunek 6: Obrazy testowe z zaszumieniem 90%.

Tabela 6: Rezultaty eksperymentu nr 6

| Litera | Predykcja | Confidence |
|--------|-----------|------------|
| a | b | 0.183 |
| b | a | 0.128 |
| c | b | 0.188 |

4 Wnioski

Przeprowadzone eksperymenty potwierdzają, że zaimplementowana sieć MADALINE działa poprawnie jako klasyfikator wzorców binarnych. Test poprawności (0% -> 0%) zakończył się idealnym wynikiem z pewnością 1.000, co dowodzi prawidłowej implementacji rdzenia algorytmu.

Sieć wykazała się dużą odpornością na niski i umiarkowany poziom szumu. Przy zaszumieniu 10% i 30% wszystkie znaki zostały rozpoznane poprawnie, chociaż obserwowany był systematyczny spadek współczynnika pewności z 0.6 do 0.3.

Poziom 50% szumu okazał się punktem krytycznym, w którym sieć utraciła zdolność do poprawnego rozpoznawania większości znaków. Przy poziomach 70% i 90% degradacja sygnału była już tak duża, że wszystkie klasyfikacje były błędne, a współczynnik pewności spadł do bardzo niskich wartości, co wskazuje na losowość odpowiedzi sieci.

Wyniki pokazują, że metoda oparta na podobieństwie cosinusowym jest skuteczna, do pewnego stopnia zaszumienia obrazu. Do rozpoznawania silniej zdegradowanych danych konieczne byłoby zastosowanie bardziej zaawansowanych architektur sieci neuronowych lub technik wstępnego odsumiania obrazu.