**Sieci neuronowe**

Tematem projektu była analiza efektów uczenia sieci neuronowej w zależności od liczby neuronów w warstwie ukrytej, liczby przykładów uczących, liczby epok oraz architektury sieci.

**Celem projektu było zbadanie:**

* jak liczba neuronów w warstwie ukrytej wpływa na dokładność aproksymacji funkcji
* jaki wpływ ma zbyt mała lub zbyt duża liczba neuronów
* czy dodanie drugiej warstwy ukrytej poprawia jakość aproksymacji
* jak zmiana liczby danych uczących wpływa na zdolność generalizacji
* jaki jest wpływ długości procesu uczenia (epok) na efekt przeuczenia

**Ustawiono następujące parametry:**

* Liczba neuronów: 1–40
* Dane uczące: 20–1000
* Epoki: 50–500

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, Czcionka, numer

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, Czcionka

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

**Wyniki i analiza:**

1. **Wpływ liczby neuronów w warstwie ukrytej**

Testowano różne liczby neuronów przy stałej liczbie danych uczących i stałej liczbie epok.

- Aproksymacja dla 1 neuronu ( epoki: 100, dane uczące: 50)

Obraz zawierający tekst, linia, diagram, Wykres

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

- Aproksymacja dla 8 neuronów ( epoki: 100, dane uczące: 50)

Obraz zawierający tekst, diagram, linia, Wykres

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

- Aproksymacja dla 40 neuronów ( epoki: 100, dane uczące: 50)

Obraz zawierający tekst, Czcionka, linia, diagram

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

**Wnioski:**

* Przy 1 neuronie sieć nie jest w stanie poprawnie odwzorować złożonej funkcji.
* Przy 8 neuronach sieć w miarę dobrze aproksymuje funkcję.
* Przy 40 neuronach pojawia się przeuczenie – dokładność rośnie na zbiorze uczącym, ale maleje na zbiorze testowym.

1. **Dodanie drugiej warstwy ukrytej**

Jedna warstwa ukryta:

Obraz zawierający tekst, linia, Wykres, diagram

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

Dwie warstwy ukryte:

Obraz zawierający tekst, linia, zrzut ekranu, diagram

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

**Wnioski:**

Dodanie drugiej warstwy niekoniecznie poprawia dokładność – może prowadzić do przeuczenia, jeśli liczba danych uczących jest zbyt mała.

1. **Wpływ liczebności danych uczących**

Dla stałej liczbie neuronów (8) zmieniano liczebność danych uczących: 20, 50, 100, 500, 1000.

- Porównanie aproksymacji dla 50 danych

Obraz zawierający tekst, diagram, linia, Wykres

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

- Porównanie aproksymacji dla 1000 danych

Obraz zawierający tekst, diagram, linia, Wykres

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

**Wnioski:**

* Przy małej liczbie danych sieć słabo się uogólnia
* Większa liczba danych poprawia jakość aproksymacji i redukuje błąd.

1. **Przeuczenie – wpływ liczby epok**

Przy stałej architekturze i liczbie danych (neurony: 20, dane: 20) testowano: 50, 100, 300 epok.

Obraz zawierający tekst, linia, diagram, Wykres

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.Obraz zawierający tekst, diagram, Wykres, Czcionka

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

- Na dużych zestawach danych uczących następowało ładne odwzorowanie

Obraz zawierający tekst, linia, Wykres, diagram

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

**Wnioski:**

* Widać, że im więcej epok tym większe ryzyko przeuczenia, zwłaszcza przy małym zbiorze uczącym.

**Podsumowanie**

- Sieć dobrze aproksymuje funkcję ciągłą dla odpowiedniej liczby neuronów i danych. (poprawna liczba pozwala uzyskać dobre odwzorowanie funkcji)  
- Zbyt duża pojemność sieci lub zbyt wiele epok może prowadzić do przeuczenia.  
- Dodanie drugiej warstwy ma sens przy dużej liczbie danych.