Politechnika Wrocławska

Wydział Informatyki i Telekomunikacji
Informatyczne systemy automatyki

Sieci neuronowe
Klasyfikacja chorób serca

Adam Makarewicz
Adam Mazur

Spis treści

1 Wprowadzenie

Problem, który jest przedmiotem badań, dotyczy predykcji obecności choroby serca u pacjentów na podstawie zbioru cech medycznych. Celem jest stworzenie modelu, który potrafi skutecznie rozróżnić, czy pacjent cierpi na chorobę serca (występująca w postaciach 1, 2, 3, 4) czy nie (wartość 0). Problem polega na klasyfikacji pacjentów na podstawie 14 atrybutów, takich jak wiek, poziom cholesterolu, ciśnienie krwi i inne czynniki ryzyka.

W ramach realizacji projektu opracowano dwie sieci neuronowe: sieć binarną oraz sieć wieloklasową. Sieć binarna została zaprojektowana do rozwiązania problemu klasyfikacji binarnej, polegającego na rozróżnieniu pomiędzy pacjentami, u których stwierdzono obecność choroby serca (wartości 1, 2, 3, 4) a pacjentami zdrowymi (wartość 0).

W celu bardziej zaawansowanej klasyfikacji, opracowano również sieć neuronową wieloklasową, która umożliwia przypisanie pacjentów do jednej z czterech klas, odpowiadających różnym stopniom zaawansowania choroby serca (wartości 1, 2, 3, 4). Obie sieci zostały przetestowane na tych samych danych, co pozwoliło na porównanie ich skuteczności w kontekście rozwiązywania problemu klasyfikacji medycznej.

2 Analiza danych wejściowych

Zbiór danych zawiera atrybuty opisujące cechy pacjentów, które są istotne w analizie i diagnostyce chorób serca. Każda cecha ma swoje unikalne znaczenie i wartość w interpretacji wyników badań.

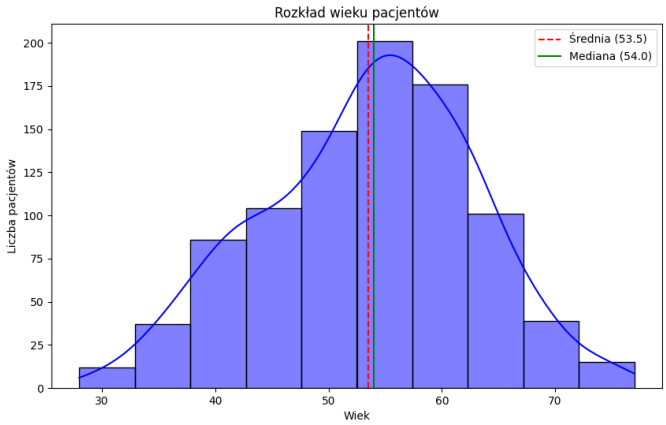
Poniżej znajduje się szczegółowy opis tych cech:

1. age – Wiek pacjenta w latach.
2. sex – Płeć pacjenta.
3. cp – Rodzaj bólu w klatce piersiowej.
4. trestbps – Ciśnienie tętnicze w spoczynku (w mm Hg) mierzone przy przyjęciu do szpitala.
5. chol – Poziom cholesterolu w surowicy krwi (w mg/dl).
6. fbs – Cukier na czczo.
7. restecg – Wynik elektrokardiogramu w spoczynku.
8. thalach – Maksymalne osiągnięte tętno podczas testu wysiłkowego.
9. exang – Wystąpienie dławicy wywołanej wysiłkiem.
10. oldpeak – Depresja odcinka ST wywołana wysiłkiem w stosunku do stanu spoczynkowego.
11. slope – Nachylenie odcinka ST w szczytowym momencie wysiłku.

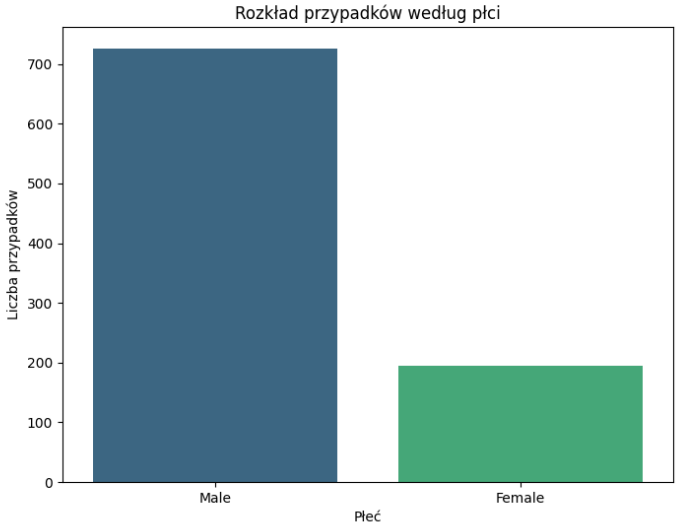
12. ca – Liczba głównych naczyń krwionośnych (od 0 do 3), widocznych w badaniu fluoroskopowym.

13. thal – Wynik badania z użyciem izotopu talu.

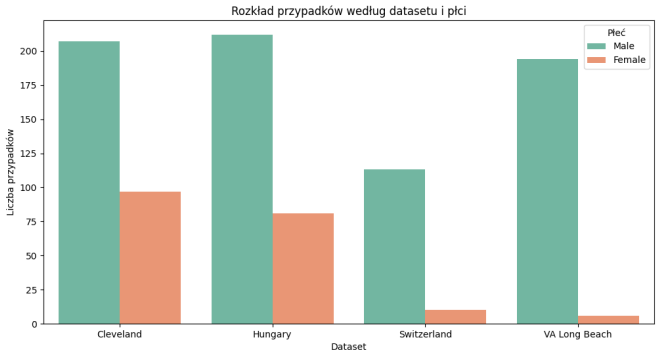
2.1 Wiek pacjentów



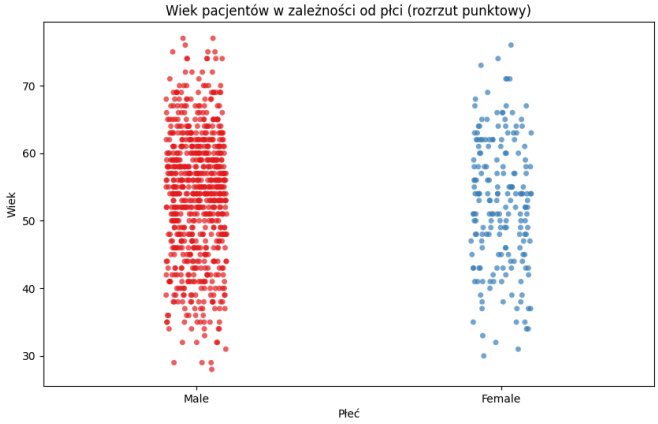
2.2 Płeć pacjentów



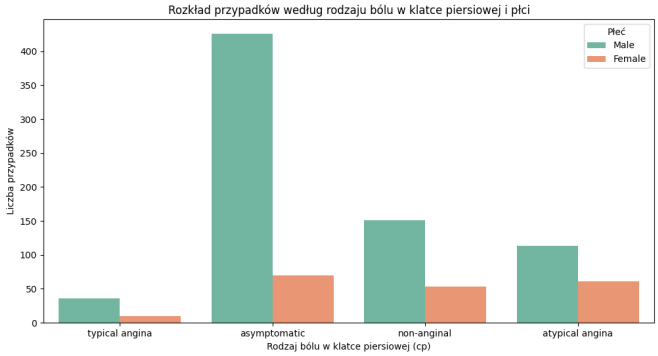
2.3 Płeć w zależności od bazy danych



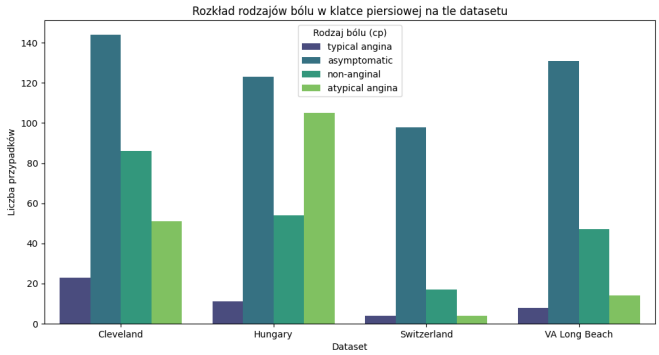
2.4 Wiek pacjentów w zależności od płci



2.5 Rodzaj bólu w klatce piersiowej w zależności od płci



2.6 Rodzaj bólu w klatce piersiowej w zależności od bazy danych



3 Sieć neuronowa binarna

W trakcie eksperymentów przeprowadzono optymalizację parametrów modelu binarnego przy użyciu metody siatki wyszukiwania (`GridSearchCV`). Model został poddany procesowi strojenia, w którym zmieniano następujące hiperparametry:

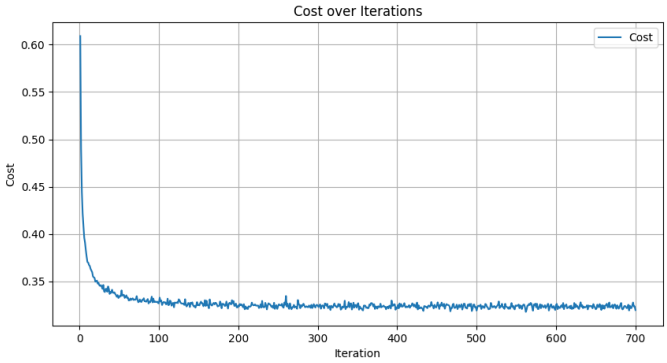
- **Liczność wsadu** (`batch_size`): liczba próbek przetwarzanych w jednym kroku uczenia,
- **Współczynnik uczenia** (`learning_rate`): tempo dostosowywania wag modelu w trakcie uczenia,
- **Liczba iteracji** (`num_iterations`): liczba pełnych przebiegów przez zbiór danych.

Na podstawie wyników procesu optymalizacji wybrano najlepsze wartości parametrów dla modelu binarnego:

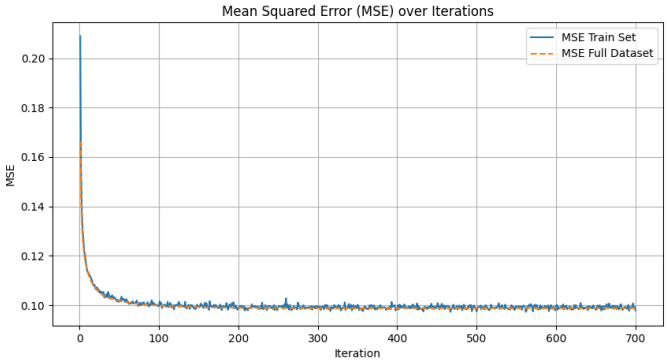
- `batch_size`: 128,
- `learning_rate`: 0.25,
- `num_iterations`: 700.

Optymalny zestaw parametrów pozwolił na uzyskanie stabilnego procesu uczenia oraz satysfakcjonujących wyników klasyfikacji w kontekście problemu.

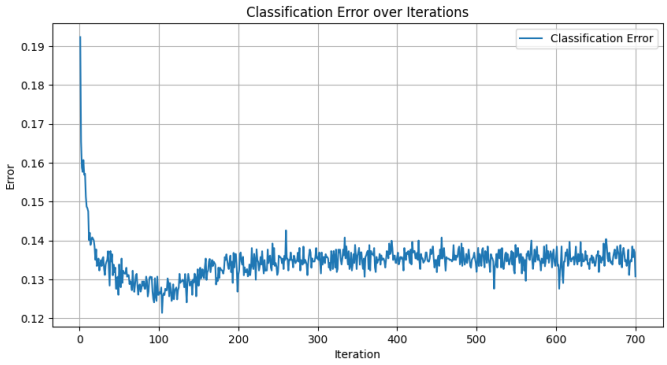
3.1 Wykres funkcji kosztu



3.2 Wykresy błędu MSE



3.3 Wykresy błędu klasyfikacji



3.4 Raport

```
Accuracy: 0.86
Confusion Matrix:
[[104  20]
 [ 24 156]]
Classification Report:
              precision    recall  f1-score   support

           0       0.81      0.84      0.83       124
           1       0.89      0.87      0.88       180

    accuracy                           0.86       304
   macro avg       0.85      0.85      0.85       304
weighted avg       0.86      0.86      0.86       304

Log Loss: 0.3918
Roc auc: 0.0000
```

4 Sieć neuronowa wieloklasowa

W trakcie eksperymentów przeprowadzono również optymalizację parametrów modelu wieloklasowego, korzystając z metody siatki wyszukiwania (`GridSearchCV`). Proces strojenia obejmował następujące hiperparametry:

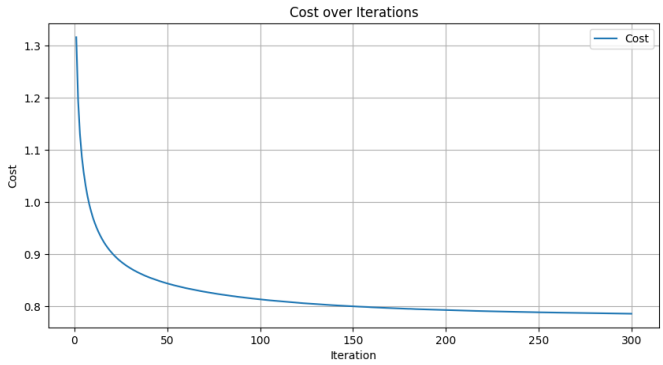
- **Liczność wsadu** (`batch_size`): liczba próbek przetwarzanych w jednym kroku uczenia,
- **Parametr** β_2 (`beta2`): wykładnikowa średnia kwadratów gradientu w optymalizatorze Adam,
- **Współczynnik uczenia** (`learning_rate`): tempo dostosowywania wag modelu w trakcie uczenia,
- **Momentum** (`momentum`): dodatkowy parametr przyspieszający zbieżność uczenia,
- **Liczba iteracji** (`num_iterations`): liczba pełnych przebiegów przez zbiór danych.

Najlepsze uzyskane wartości parametrów dla modelu wieloklasowego to:

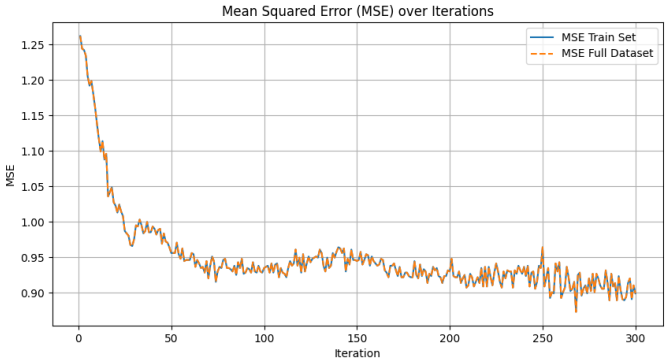
- `batch_size`: 128,
- `beta2`: 0.999,
- `learning_rate`: 0.01,
- `momentum`: 0.6,
- `num_iterations`: 300.

Optymalny zestaw parametrów pozwolił na poprawę jakości klasyfikacji w problemie wieloklasowym.

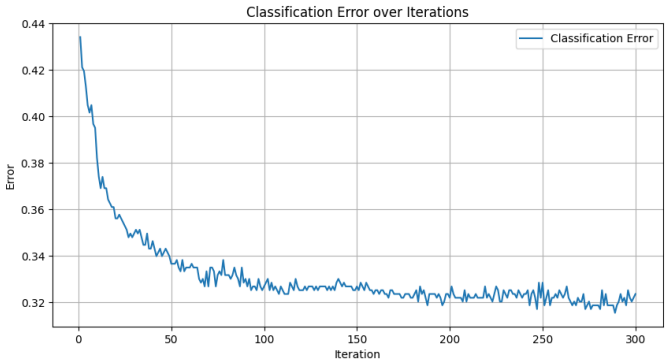
4.1 Wykres funkcji kosztu



4.2 Wykresy błędu MSE



4.3 Wykresy błędu klasyfikacji



4.4 Raport

```
Accuracy: 0.59
Confusion Matrix:
[[106   9   7   2   0]
 [ 26  55   6   6   0]
 [  4  19   6  10   4]
 [  5   7   8  13   5]
 [  0   1   1   4   0]]
Classification Report:
              precision    recall  f1-score   support

           0       0.75      0.85      0.80       124
           1       0.60      0.59      0.60        93
           2       0.21      0.14      0.17        43
           3       0.37      0.34      0.36        38
           4       0.00      0.00      0.00         6

    accuracy                           0.59       304
   macro avg       0.39      0.39      0.38       304
weighted avg       0.57      0.59      0.58       304

Log Loss: 1.0058
Roc auc: 0.8142
```