

Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych  
Politechnika Warszawska

Algorytmy Ewolucyjne

Projekt 3

Bartosz Goławski

Warszawa, 6.06.2020

# Spis treści

<b>1. Treść zadania i sposób implementacji . . . . .</b>	<b>2</b>
1.1. Treść zadania . . . . .	2
<b>2. Wyniki . . . . .</b>	<b>3</b>
2.1. Wyniki dla 3 różnych wartości współczynnika szybkości uczenia się . . . . .	4
2.2. Wyniki dla 4 różnych klasyfikatorów początkowych, $\eta = 0,2$ . . . . .	8

# 1. Treść zadania i sposób implementacji

## 1.1. Treść zadania

Zaimplementuj algorytm uczenia dla liniowego klasyfikatora binarnego w przestrzeni  $\mathbb{R}^2$ .

Zbiór treningowy  $D = \{(\bar{x}_1, y_1), (\bar{x}_2, y_2), \dots, (\bar{x}_l, y_l)\}$  dla  $l = 20$ ,  $\bar{x}_i \in \mathbb{R}^2$  i  $y_i \in \{+1, -1\}$ .

W sprawozdaniu należy zawrzeć:

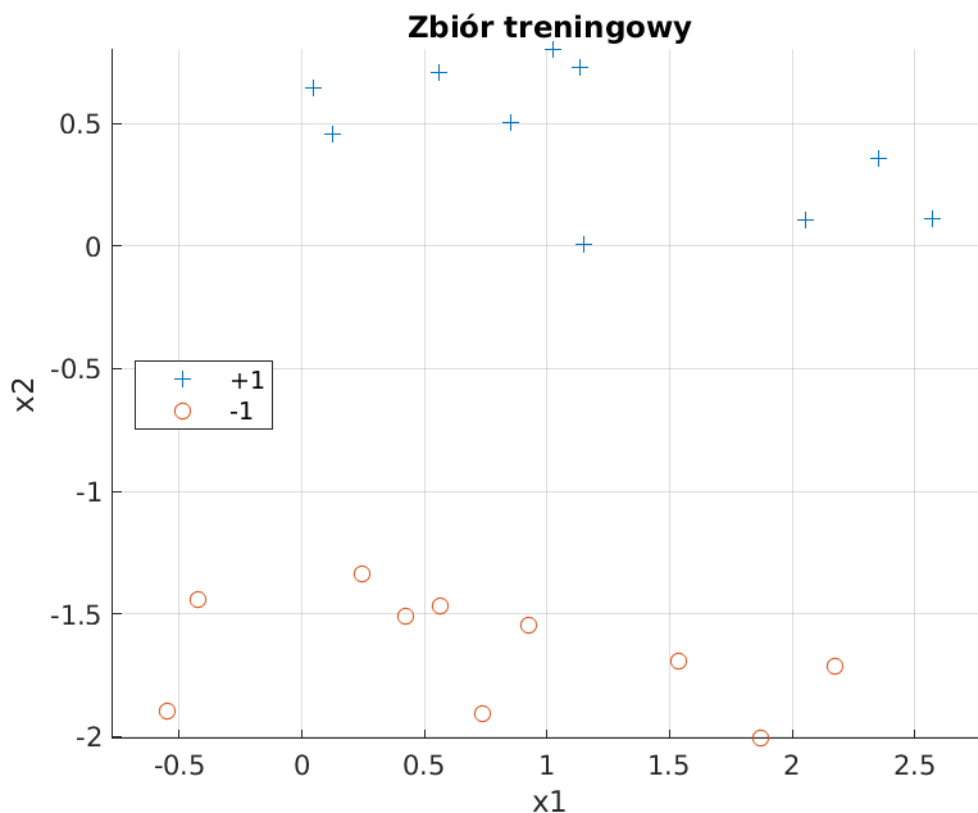
- Wyniki dla 3 różnych wartości współczynnika szybkości uczenia się (przy stałych parametrach początkowych klasyfikatora)
- Wyniki przy stałym współczynniku szybkości uczenia się dla 4 różnych początkowych klasyfikatorów o postaci linii prostej przechodzącej przez środek układu współrzędnych przebiegającej wzdłuż:
  - osi poziomej
  - osi pionowej
  - linii prostej o kącie nachylenia 45 stopni
  - linii prostej o kącie nachylenia  $-45$  stopni
- Wykresy przedstawiające:
  - Zmianę parametrów klasyfikatora dla kolejnych iteracji
  - Błąd klasyfikacji punktów ze zbioru danych treningowych dla kolejnych iteracji
- Końcowe parametry klasyfikatora uzyskane w wyniku uczenia
- Mile widziane są animowane wykresy wbudowane w plik PDF lub dołączone w formacie GIF.

## 2. Wyniki

Wyjaśnienie oznaczeń:

- $\eta$  - współczynnik szybkości uczenia
- $w_0$  oraz  $b_0$  - początkowe współczynniki klasyfikatora
- $w$  oraz  $b$  - optymalne współczynniki klasyfikatora
- liczba cykli - cykl rozumiany jest jako przejście po całym zbiorze danych treningowych w trakcie procesu uczenia perceptronu
- liczba iteracji - iteracja rozumiana jest jako rozpatrywanie kolejnego punktu ze zbioru danych treningowych w trakcie procesu uczenia perceptronu
- liczba zmian - liczba zmian parametrów klasyfikatora

Czerwone pionowe proste na wykresach błędu klasyfikatora oznaczają iteracje, w których dochodziło do zmiany parametrów klasyfikatora. Na rysunku 2.1 znajduje się przedstawienie geometryczne zbioru danych treningowych. Do sprawozdania załączone zostały pliki GIF pokazujące przebieg uczenia (animacje pokazują kolejne klasyfikatory, czarne punkty oznaczają dane źle zakwalifikowane). Na rysunkach przedstawiających kolejne klasyfikatory proste decyzyjne narysowane przerywaną linią są prostymi pośrednimi, ciągłymi liniami narysowane zostały początkowa oraz końcowa prosta decyzyjna.

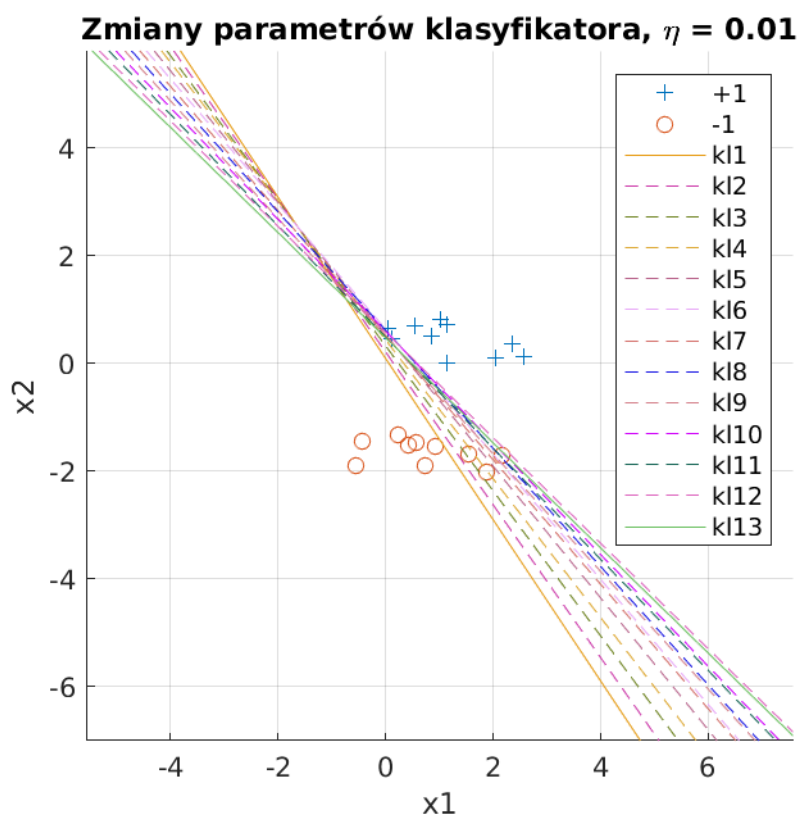


Rys. 2.1. Zbiór danych treningowych

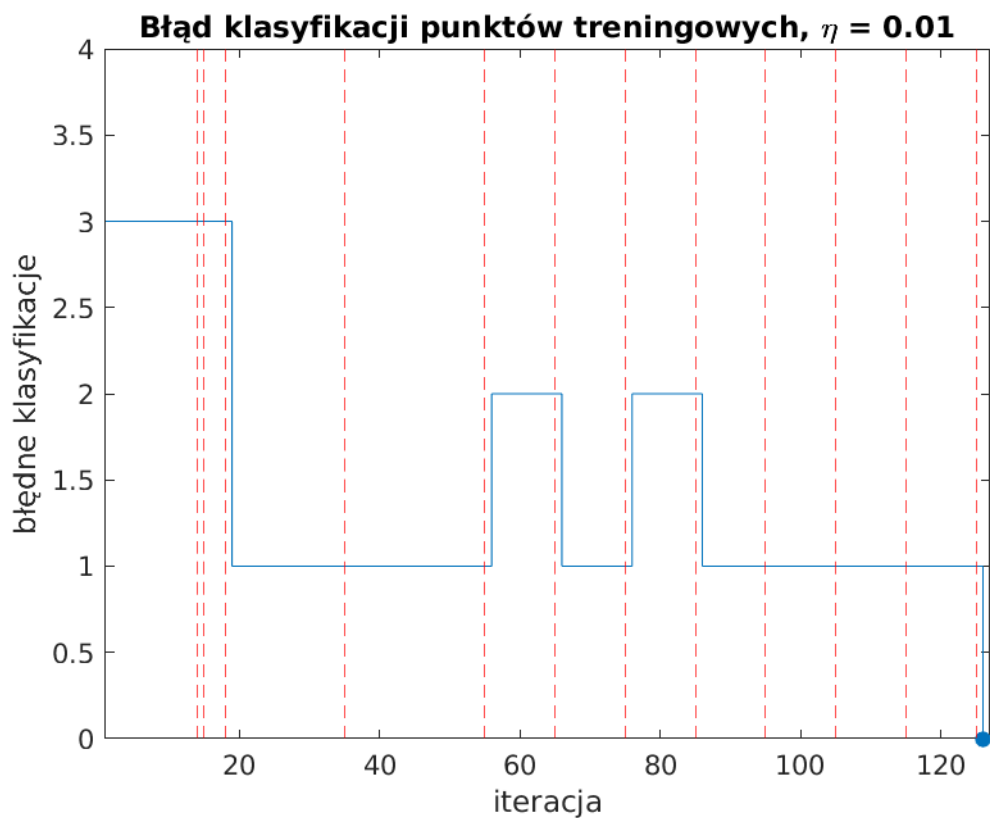
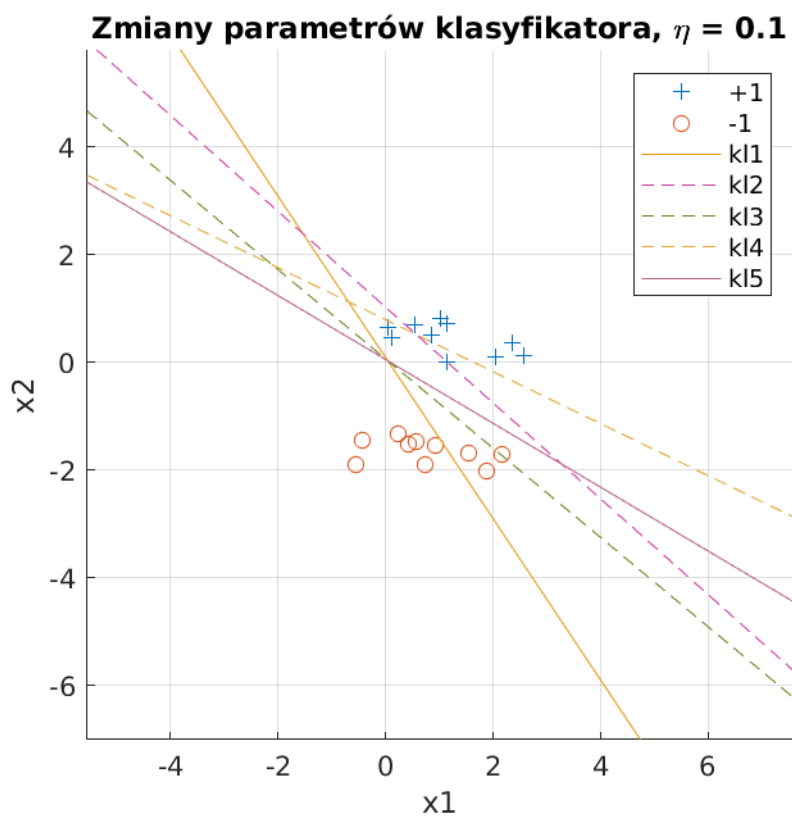
### 2.1. Wyniki dla 3 różnych wartości współczynnika szybkości uczenia się

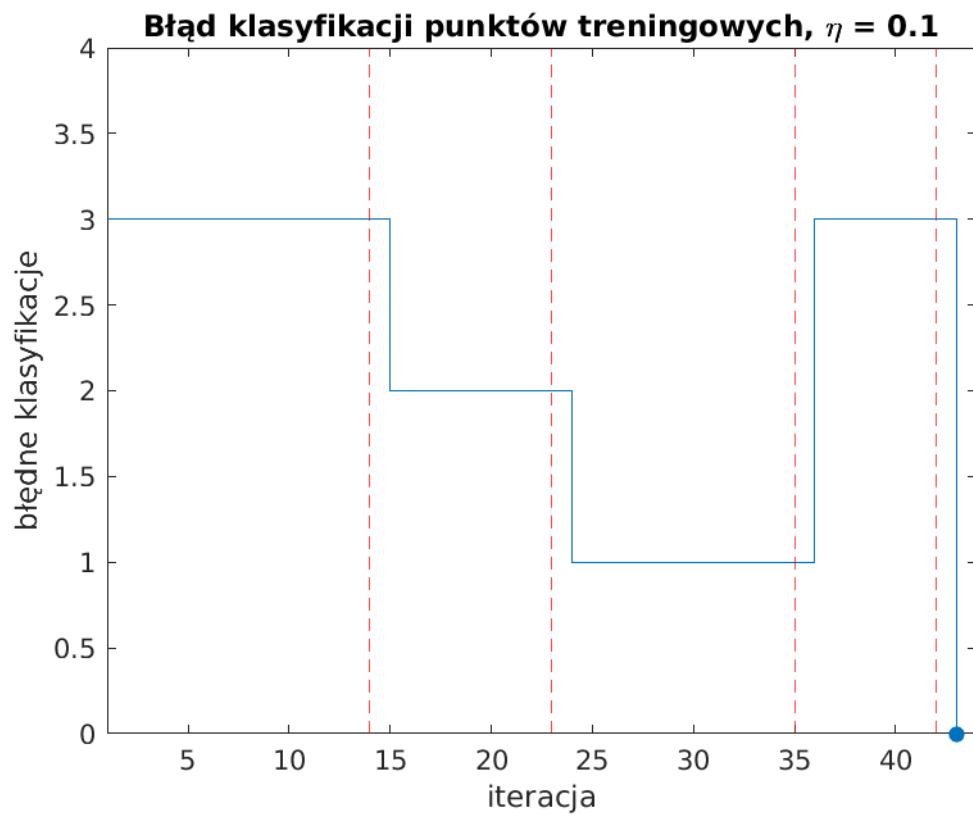
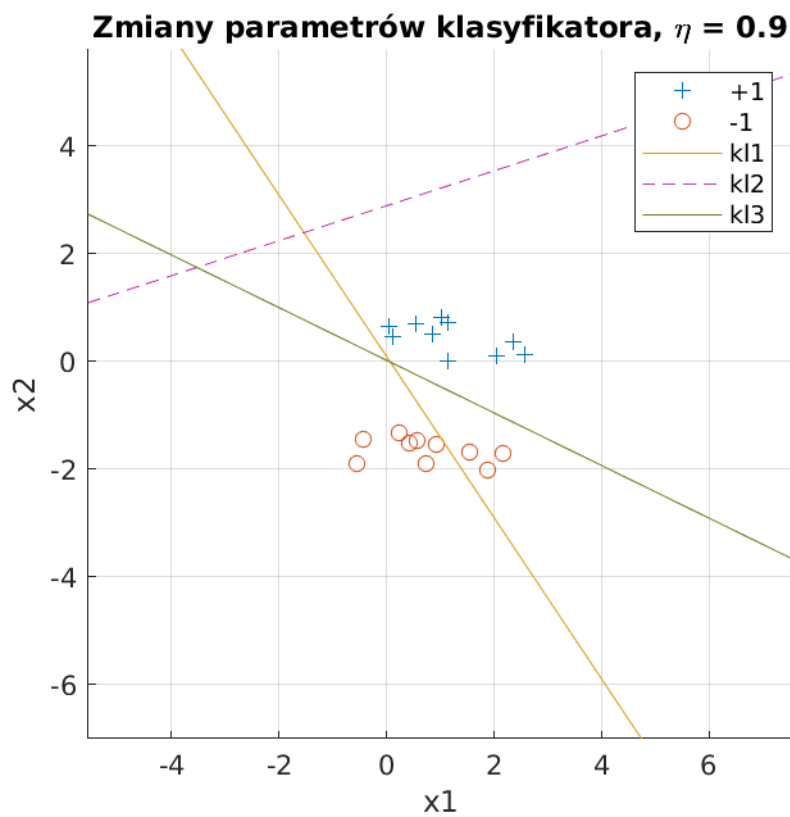
$\eta$	$w_0$	$b_0$	$w$	$b$	liczba cykli	liczba iteracji	liczba zmian
0,01	[0,9019;0,6016]	0,0566	[0,7423;0,7597]	0,3633	7	126	12
0,1	[0,9019;0,6016]	0,0566	[0,6168;1,0390]	0,0566	3	43	4
0,9	[0,9019;0,6016]	0,0566	[1,3353;2,7290]	0,0566	2	22	2

Widać, że w zwiększanie współczynnika  $\eta$  zwiększa szybkość uczenia.



Rys. 2.2. Zmiany parametrów klasyfikatora,  $\eta = 0,01$

Rys. 2.3. Zależność błędu klasyfikacji od numeru iteracji,  $\eta = 0,01$ Rys. 2.4. Zmiany parametrów klasyfikatora,  $\eta = 0,1$

Rys. 2.5. Zależność błędu klasyfikacji od numeru iteracji,  $\eta = 0,1$ 



Rys. 2.7. Zależność błędu klasyfikacji od numeru iteracji,  $\eta = 0,9$



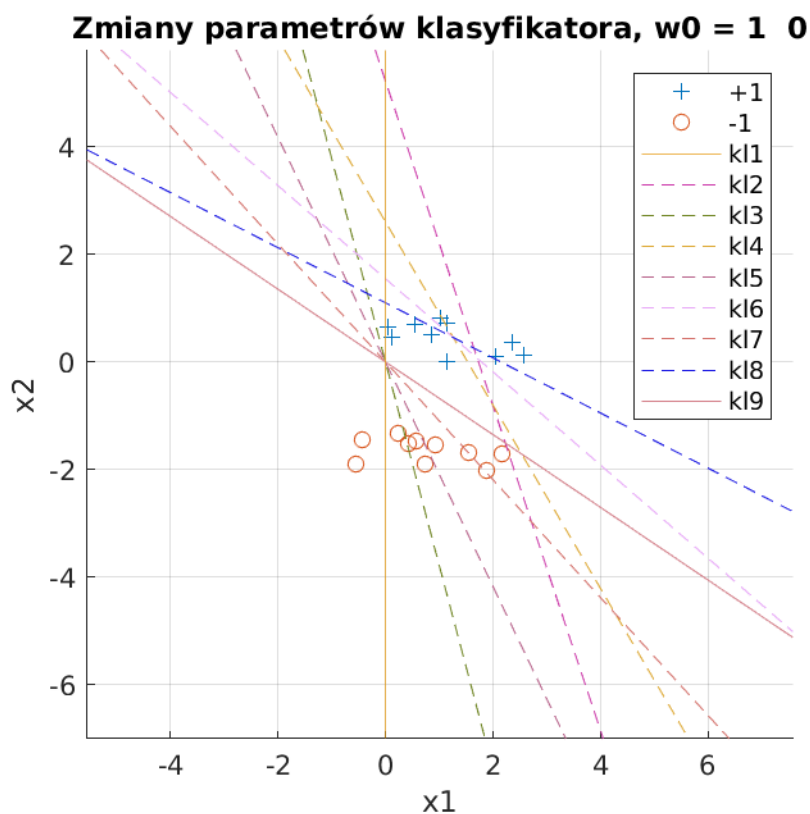
## 2.2. Wyniki dla 4 różnych klasyfikatorów początkowych, $\eta = 0,2$

Testowane początkowe proste decyzyjne:

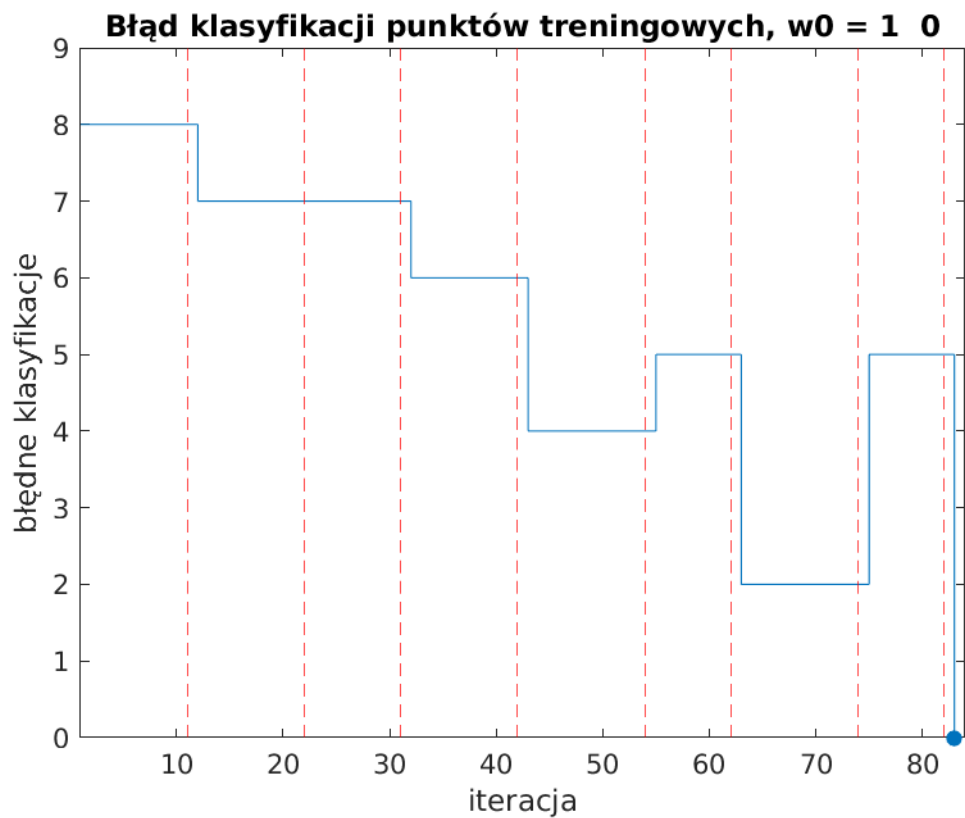
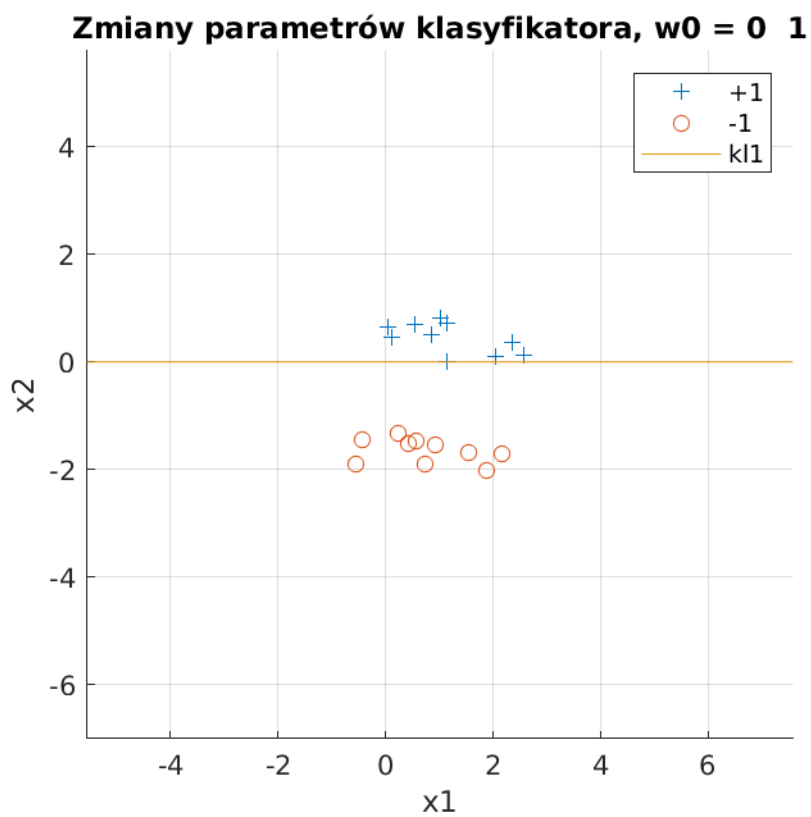
- $x = 0$
- $y = 0$
- $x - y = 0$
- $x + y = 0$

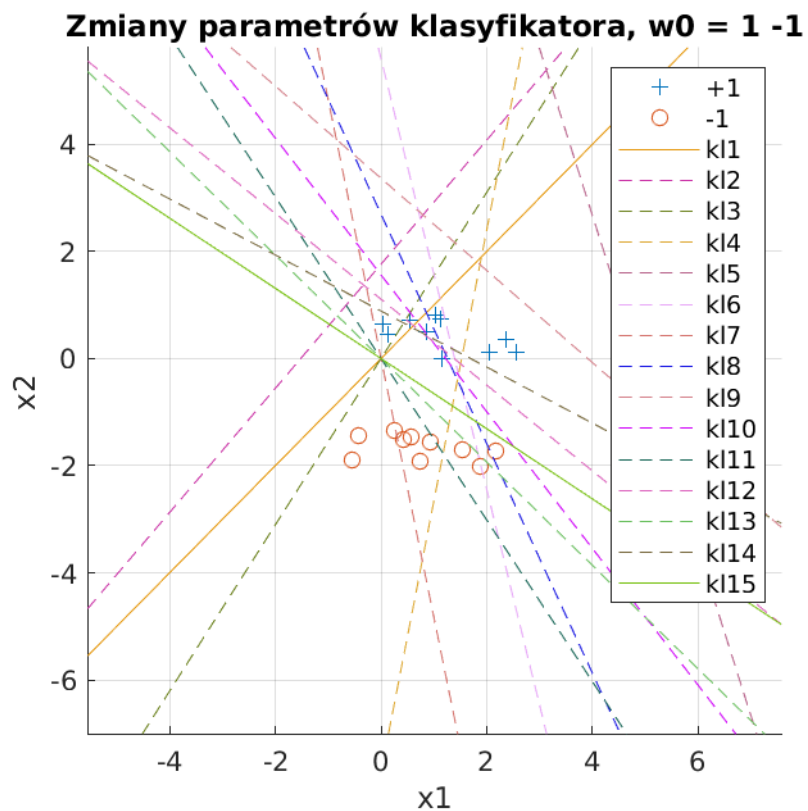
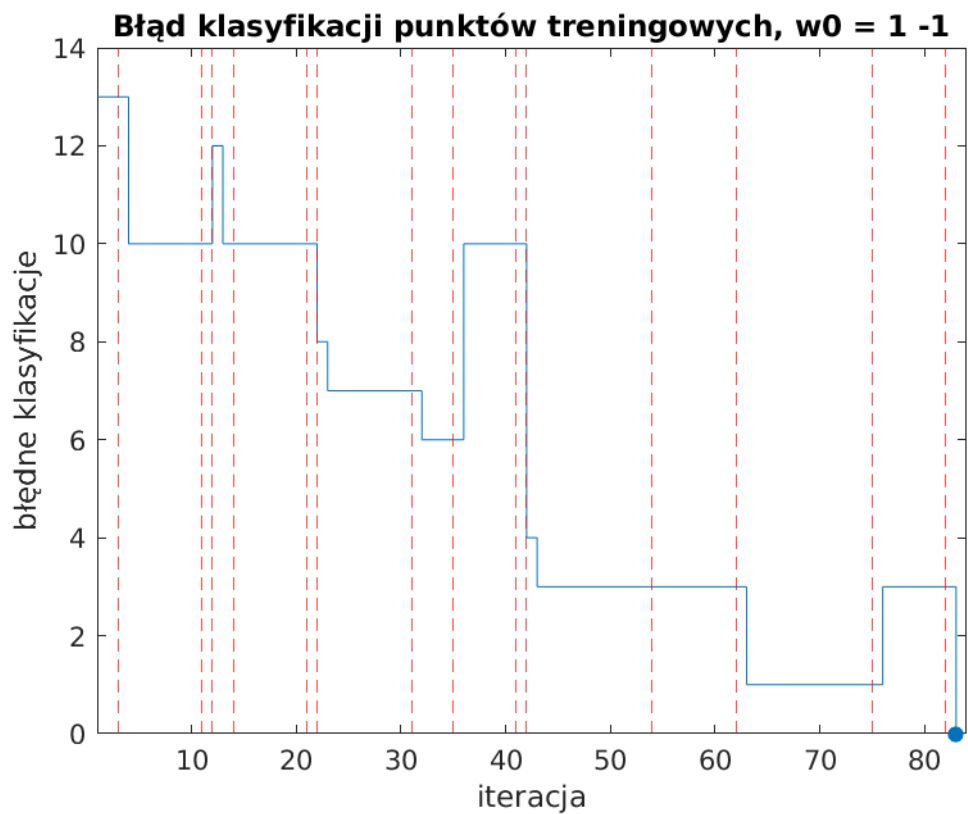
$\eta$	$w_0$	$b_0$	$w$	$b$	liczba cykli	liczba iteracji	liczba zmian
0,2	[1;0]	0	[0,9457;1,3970]	0	5	83	8
0,2	[0;1]	0	[0;1]	0	1	1	0
0,2	[1;-1]	0	[1,1355;1,7325]	0	5	83	14
0,2	[1;1]	0	[0,7949;1,3444]	0	2	23	2

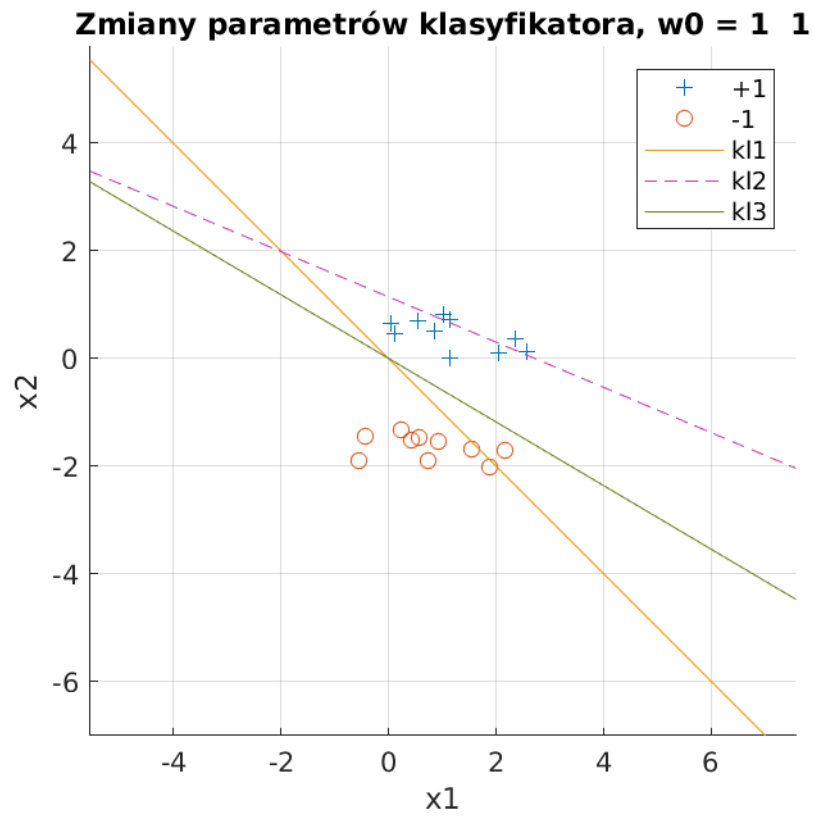
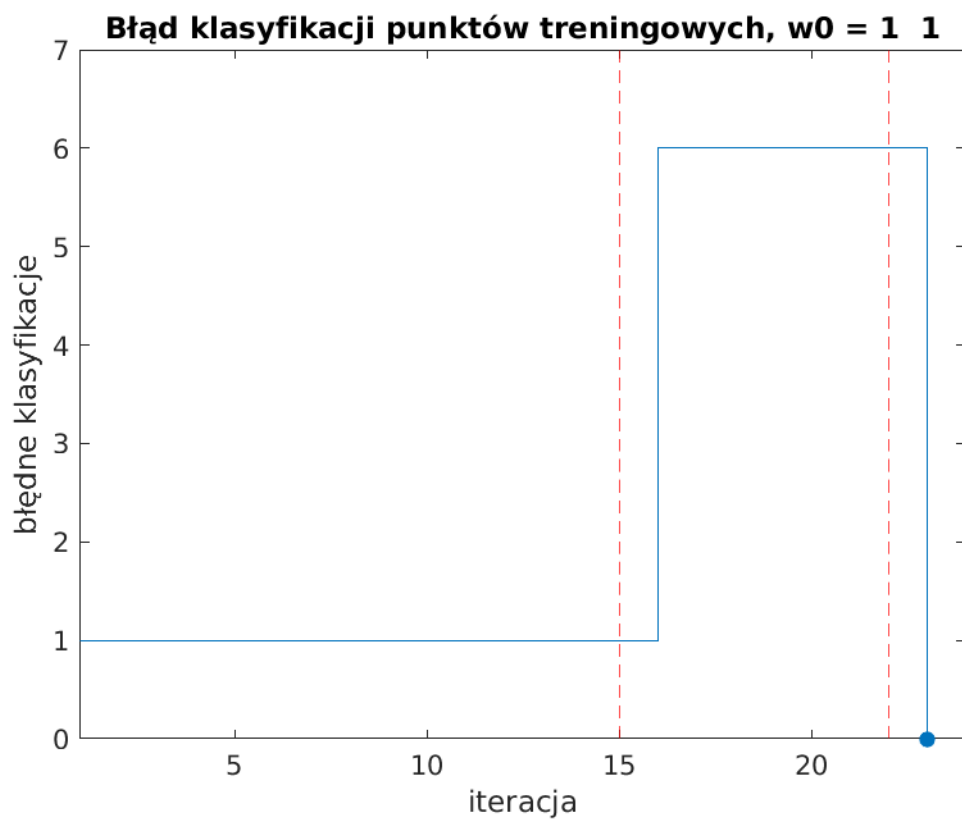
Dla  $w_0 = [0; 1]$  otrzymaliśmy już poprawny klasyfikator, więc nie zawierałem w sprawozdaniu wykresu błędu klasyfikacji.



Rys. 2.8. Zmiany parametrów klasyfikatora,  $w_0 = [1; 0]$

Rys. 2.9. Zależność błędu klasyfikacji od numeru iteracji,  $w_0 = [1; 0]$ Rys. 2.10. Zmiany parametrów klasyfikatora,  $w_0 = [0; 1]$

Rys. 2.11. Zmiany parametrów klasyfikatora,  $w_0 = [1; -1]$ Rys. 2.12. Zależność błędu klasyfikacji od numeru iteracji,  $w_0 = [1; -1]$

Rys. 2.13. Zmiany parametrów klasyfikatora,  $w_0 = [1; 1]$ Rys. 2.14. Zależność błędu klasyfikacji od numeru iteracji,  $w_0 = [1; 1]$