

Ćw 1. (7 pkt), data oddania: do 18.10.2021 - Zagadnienie przeszukiwania i podstawowe podejścia do niego
 Zaimplementować metodę gradientu prostego dla funkcji jednej zmiennej. Zbadać działanie metody w zależności od parametrów wejściowych: - punkt startowy - współczynnika uczenia Eksperymenty przeprowadzić dla funkcji z jednym minimum oraz dla funkcji z minimum lokalnym, czyli np.: x^2+3x+8 , x^4-5x^2-3x

Nie trzeba implementować liczenia pochodnej z funkcji wejściowej - podajemy jako już znaną funkcję, hint: $f(x)$ i $\nabla f(x)$ najlepiej przekazać jako argument funkcji np.: # lambda x: x^2+3x+8 , x^4-5x^2-3x

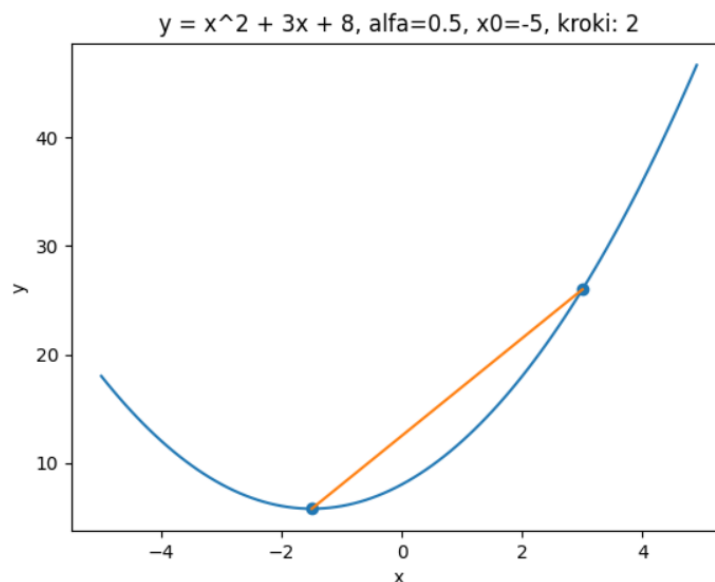
Testy:

Dla funkcji x^2+3x+8 :

Na początku znalazłem optymalny współczynnik uczenia alfa dla konkretnego x_0 :

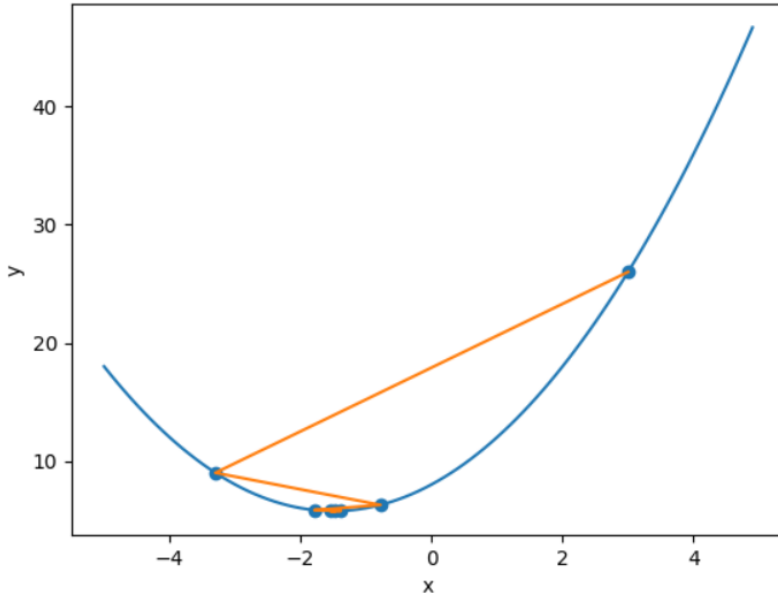
```
wynik: -1.5709644585665583; alfa: 0.05; kroki: 38
wynik: -1.5504403158265496; alfa: 0.1; kroki: 20
wynik: -1.53391115364245; alfa: 0.1500000000000002; kroki: 14
wynik: -1.535271936; alfa: 0.2; kroki: 10
wynik: -1.52734375; alfa: 0.25; kroki: 8
wynik: -1.514336; alfa: 0.3000000000000004; kroki: 7
wynik: -1.52835; alfa: 0.3500000000000003; kroki: 5
wynik: -1.528; alfa: 0.4; kroki: 4
wynik: -1.5035; alfa: 0.45; kroki: 4
wynik: -1.5; alfa: 0.5; kroki: 2
wynik: -1.4965; alfa: 0.55; kroki: 4
wynik: -1.472; alfa: 0.6000000000000001; kroki: 4
wynik: -1.52835; alfa: 0.65; kroki: 5
wynik: -1.5143360000000001; alfa: 0.7000000000000001; kroki: 7
wynik: -1.47265625; alfa: 0.75; kroki: 8
wynik: -1.464728064; alfa: 0.8; kroki: 10
wynik: -1.4660888463575499; alfa: 0.8500000000000001; kroki: 14
wynik: -1.4495596841734504; alfa: 0.9; kroki: 20
wynik: -1.429035541433441; alfa: 0.9500000000000001; kroki: 38
```

Najlepsze rezultaty otrzymałem przy użyciu $\alpha=0.5$, niezależnie od wybranego punktu startowego algorytm znajduje minimum tej funkcji w dwóch krokach (licząc punkt startowy x_0)

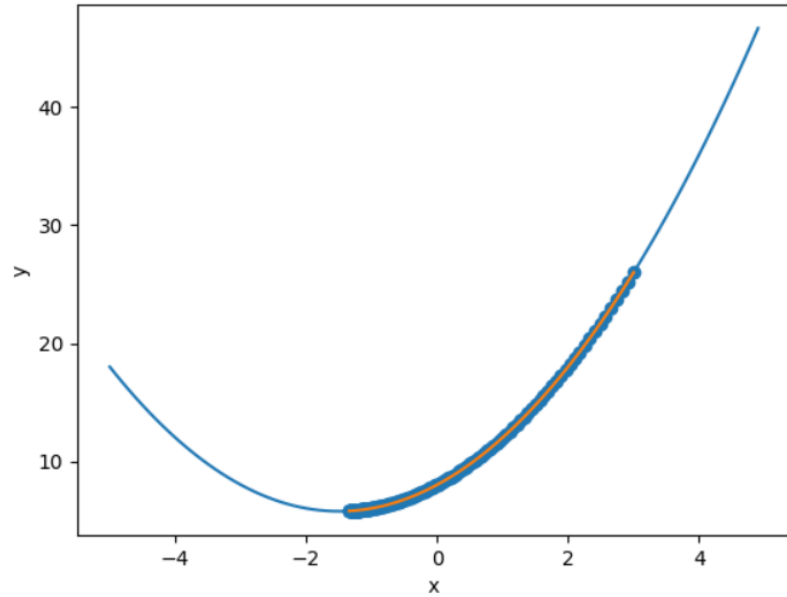


Dla większych wartości współczynnika uczenia (np. 0.7) krok jest zbyt duży, przez co pojawiają się oscylacje.

$y = x^2 + 3x + 8$, $\alpha=0.7$, $x_0=-5$, kroki: 7



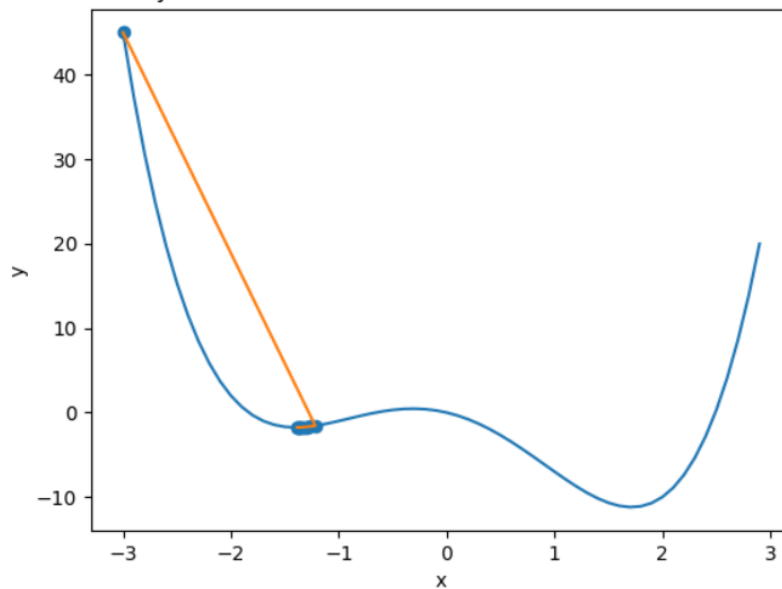
$y = x^2 + 3x + 8$, $\alpha=0.01$, $x_0=3$, kroki: 167



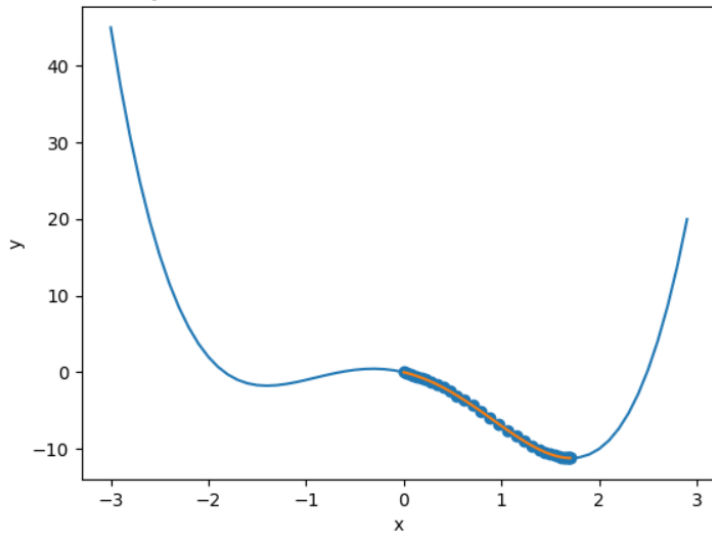
Dla mniejszych wartości alfa kroki są mniejsze, więc algorytm wolniej zbiega do minimum.

Dla funkcji $x^4 - 5x^2 - 3x$

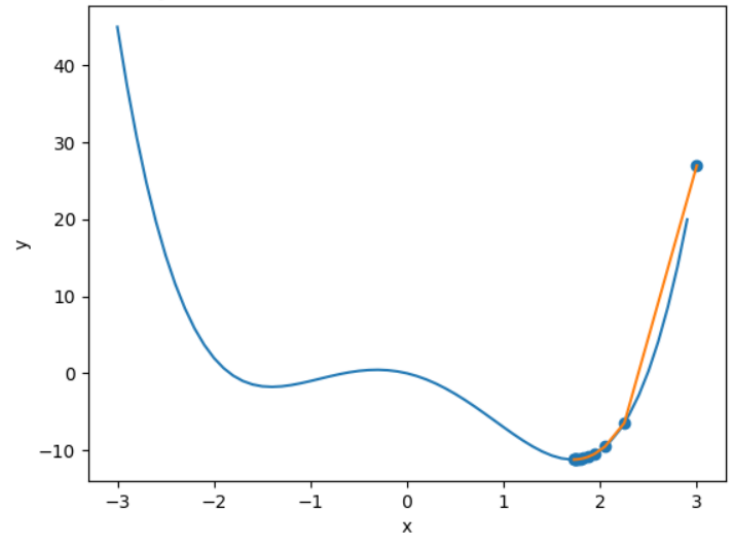
$y = x^4 - 5x^2 - 3x$, $\alpha=0.022$, $x_0=-3$, kroki: 10



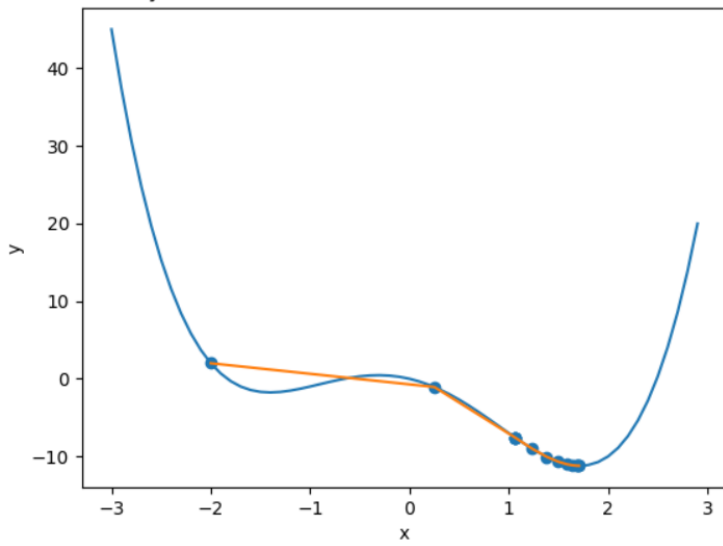
$y=x^4 - 5x^2 - 3x$, $\alpha=0.01$, $x_0=0$, kroki: 35



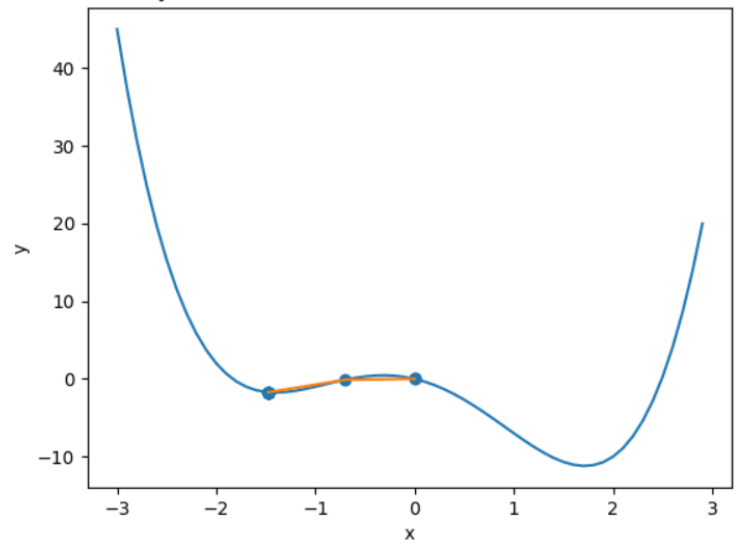
$y=x^4 - 5x^2 - 3x$, $\alpha=0.01$, $x_0=3$, kroki: 13



$y=x^4 - 5x^2 - 3x$, $\alpha=0.15$, $x_0=-2$, kroki: 15

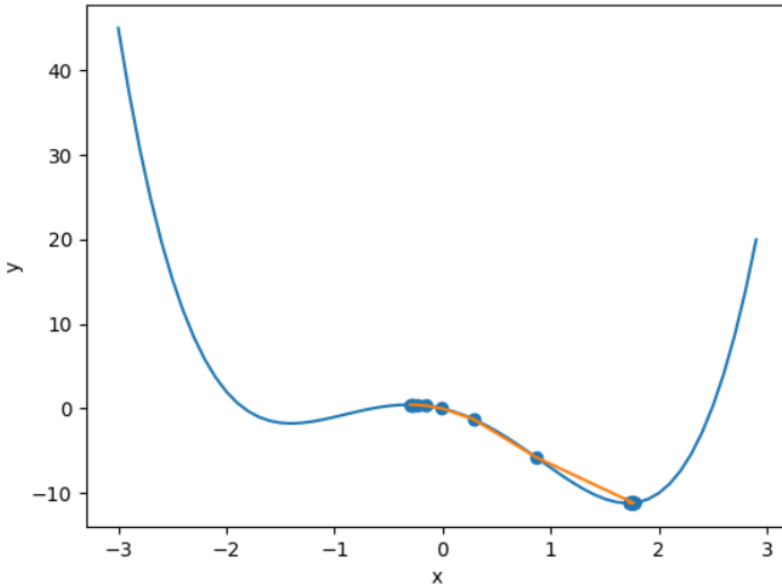


$y=x^4 - 5x^2 - 3x$, $\alpha=0.18$, $x_0=0$, kroki: 13

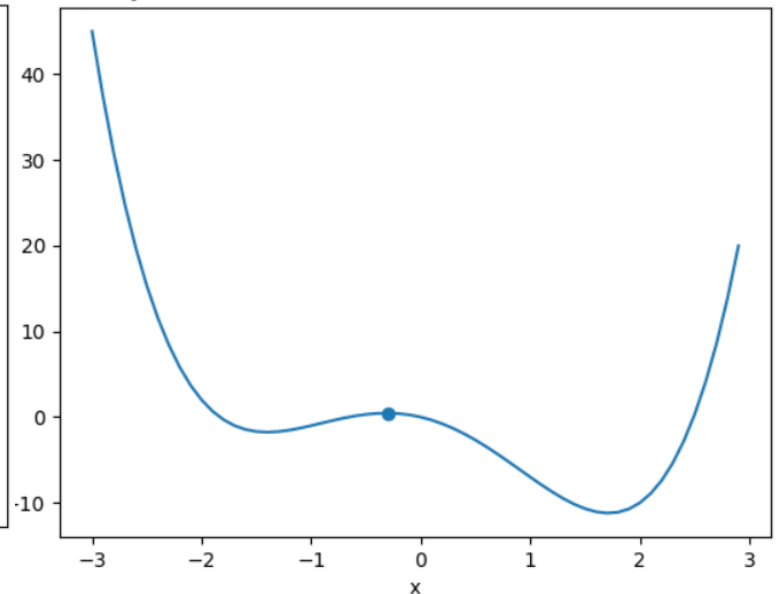


Algorytm znacznie trudniej sobie radzi z trudniejszymi funkcjami, gdzie jest wiele ekstremów. Gdy punkt startowy jest w okolicy maksimum lokalnego oraz alfa jest zbyt małe, algorytm nie znajduje minimum i „wpada” w bliskie temu punktowi maksimum lokalne, gdyż gradient jest zbyt mały; należy wtedy zwiększyć współczynnik uczenia alfa. Zbyt duży współczynnik powoduje rozbieżność algorytmu.

$y=x^4 - 5x^2 - 3x$, $\alpha=0.1$, $x_0=-0.3$, kroki: 20



$y=x^4 - 5x^2 - 3x$, $\alpha=0.01$, $x_0=-0.3$, kroki: 1



Wnioski:

Metoda gradientu prostego nie zawsze znajdzie minimum globalne funkcji, które mają więcej niż jedno ekstremum. Algorytm jest w stanie znaleźć tylko jedno z nich, zależnie od kombinacji punktu początkowego i współczynnika uczenia. Gdy krok jest zbyt duży, algorytm przeskoczy najbliższe minimum, a gdy jest zbyt mały może dłużej do niego zbiegać. Algorytm może również niepożądanie „utknąć” w maksimum, gdyż gradient tam jest równy 0.