

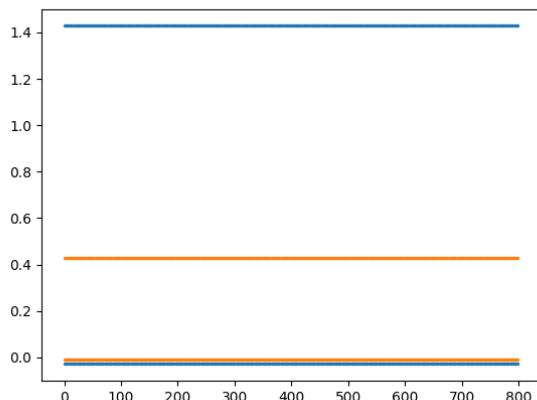
# Modelowanie układów dynamicznych: laboratorium nr 9

Kacper Połuszejko, 412183

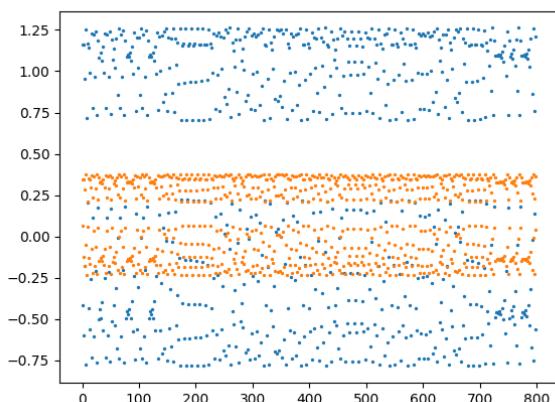
## 1 Zadanie

Rozpatrujemy układ równań:

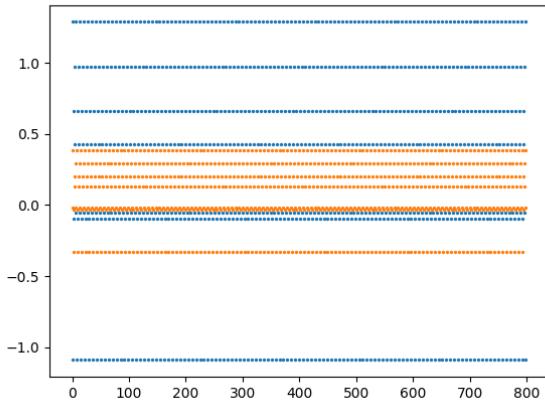
$$\begin{aligned}x_{n+1} &= 1 - ax_n^2 + y_n \\y_{n+1} &= b * x_n.\end{aligned}\tag{1}$$



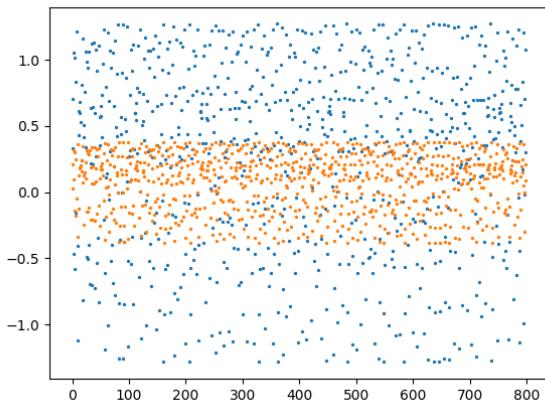
Rys. 1: Wykresy  $x_n$  oraz  $y_n$  dla  $a = 0.50$ .



Rys. 2: Wykresy  $x_n$  oraz  $y_n$  dla  $a = 1.10$ .



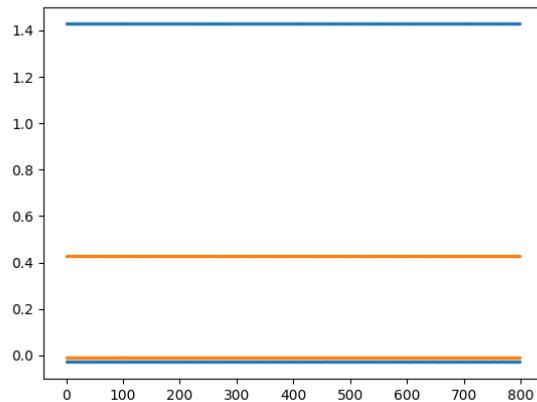
**Rys. 3:** Wykresy  $x_n$  oraz  $y_n$  dla  $a = 1.25$ .



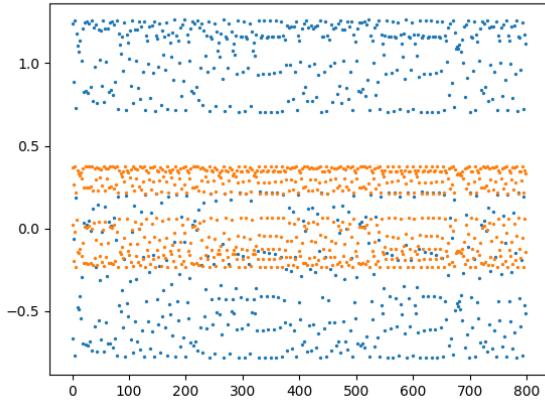
**Rys. 4:** Wykresy  $x_n$  oraz  $y_n$  dla  $a = 1,40$ .

## 2 Zadanie

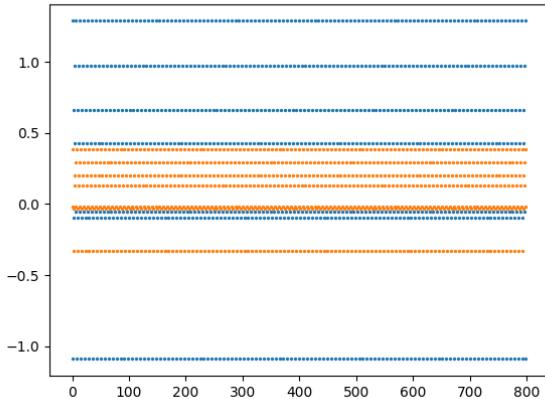
Robimy to samo co w zadaniu 1, ale stosujem typ zmiennej "float".



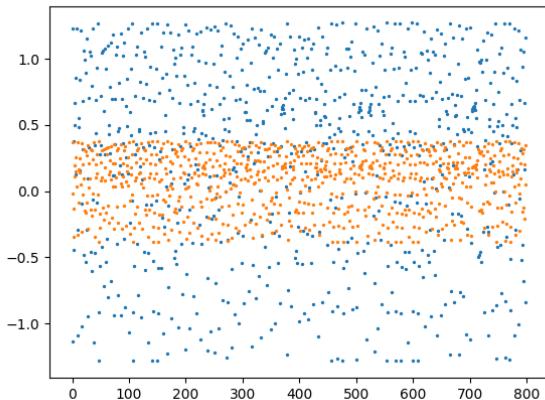
**Rys. 5:** Wykresy  $x_n$  oraz  $y_n$  dla  $a = 0.50$  (float).



**Rys. 6:** Wykresy  $x_n$  oraz  $y_n$  dla  $a = 1.10$  (float).



**Rys. 7:** Wykresy  $x_n$  oraz  $y_n$  dla  $a = 1.25$  (float).

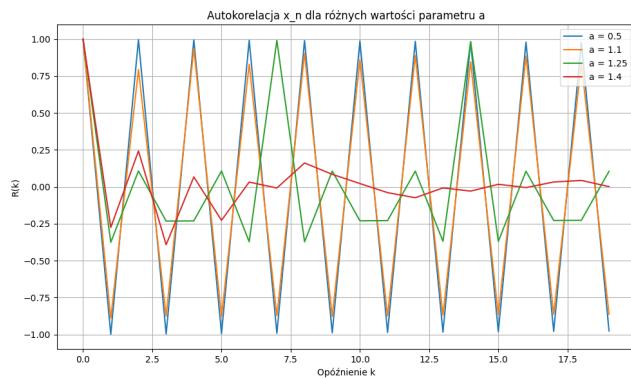


**Rys. 8:** Wykresy  $x_n$  oraz  $y_n$  dla  $a = 1.40$  (float).

Wyniki otrzymane na typie float są niemal identyczne jak w przypadku użycia typu double. Rozwiązania cykliczne (wizualnie) prezentują się identycznie, natomiast rozmieszczenie punktów w przypadkach chaotycznych ulega delikatnej zmianie. Tak czy inaczej oba typy dobrze pokazują chaos.

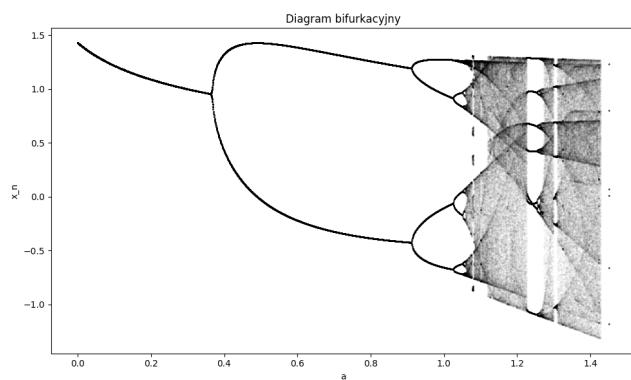
### 3 Zadanie

Liczymy funkcję autokorelacji  $x_n$ .



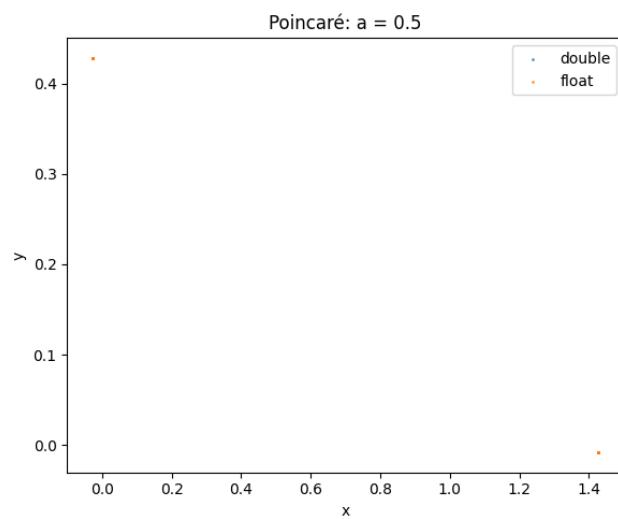
Rys. 9: Funkcja autokorelacji dla  $x_n$ , dla różnych  $a$ .

### 4 Zadanie

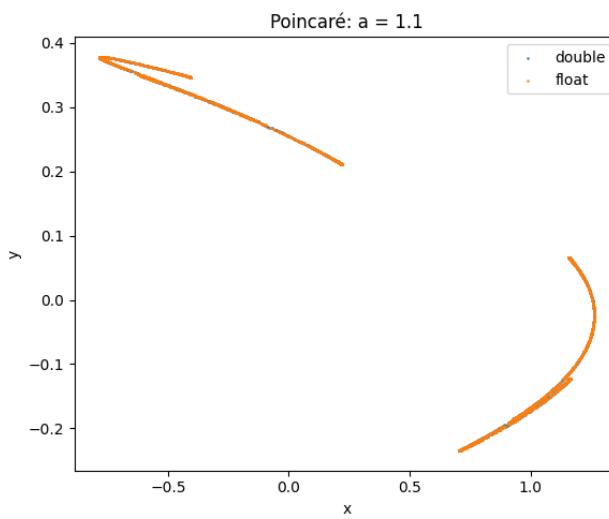


Rys. 10: Diagram bifurkacyjny.

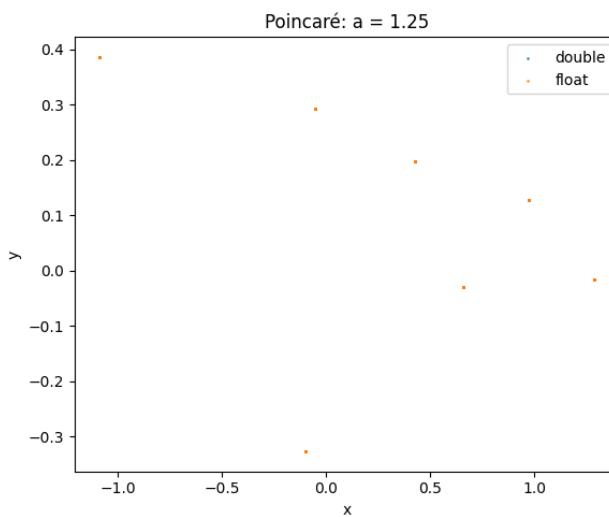
### 5 Zadanie



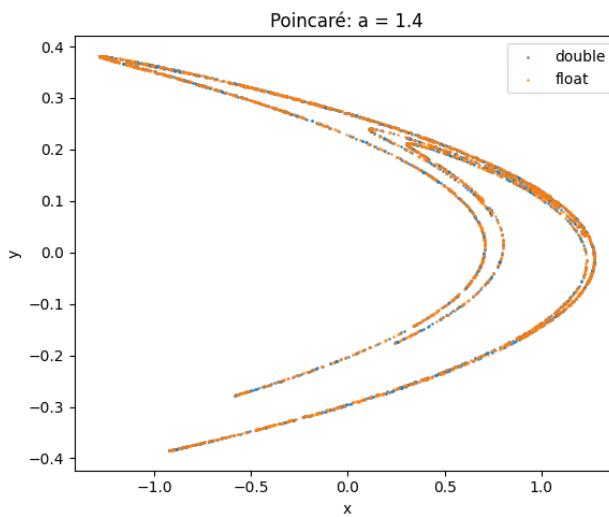
Rys. 11: Przekrój Poincare dla  $a = 0.5$ , dla double oraz float.



Rys. 12: Przekrój Poincare dla  $a = 1.1$ , dla double oraz float



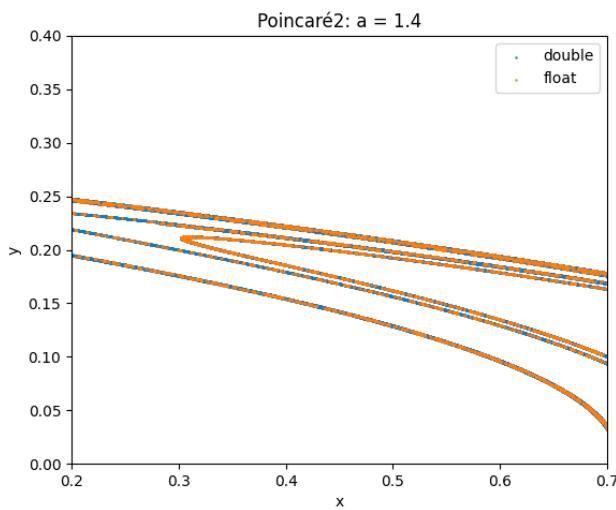
Rys. 13: Przekrój Poincare dla  $a = 1.25$ , dla double oraz float



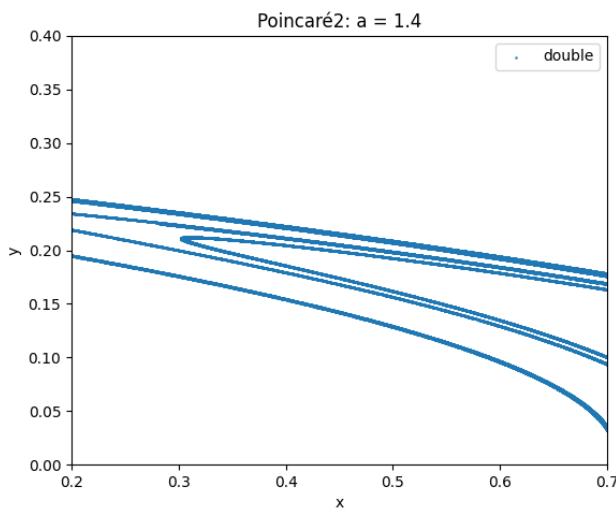
Rys. 14: Przekrój Poincare dla  $a = 1.4$ , dla double oraz float.

## 6 Zadanie

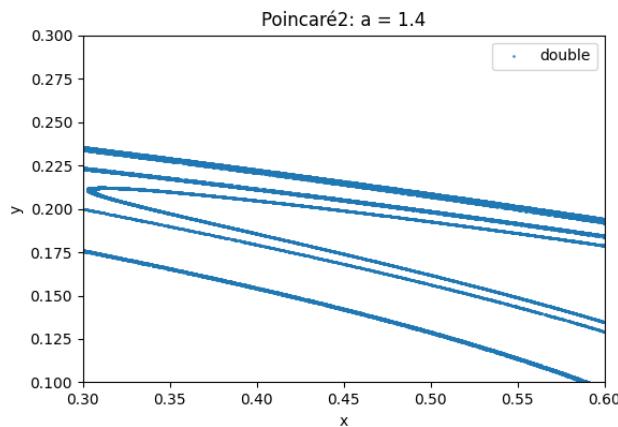
Przybliżamy ostatni wykres z poprzedniego zadania.



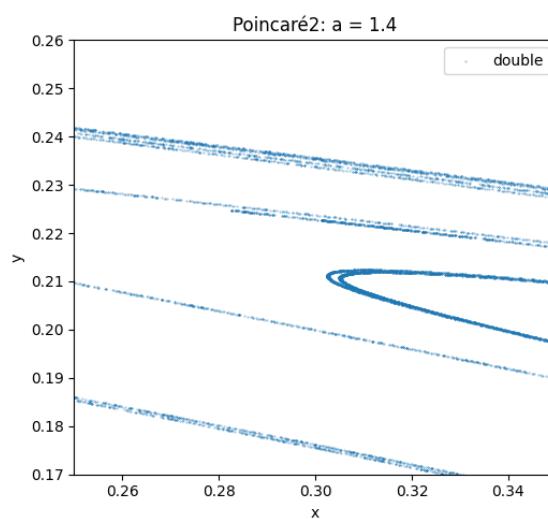
Rys. 15: Przekrój Poincare (przybliżenie) dla  $a = 1.4$ , dla double oraz float.



Rys. 16: Przekrój Poincare (przybliżenie) dla  $a = 1.4$ , dla double.



Rys. 17: Przekrój Poincare (przybliżenie) dla  $a = 1.4$ , dla double.



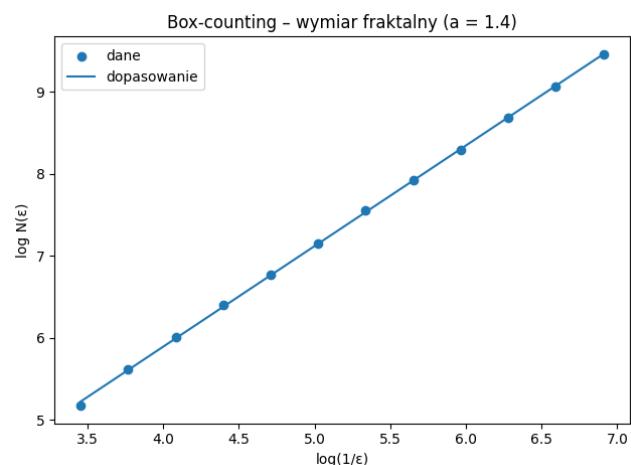
Rys. 18: Przekrój Poincare (przybliżenie) dla  $a = 1.4$ , dla double.

## 7 Zadanie

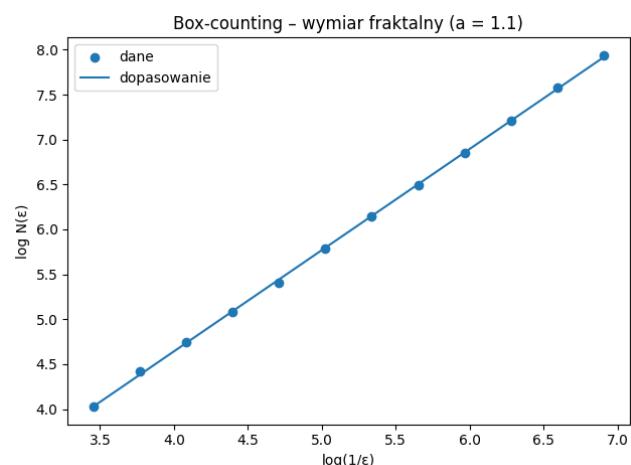
Wyznaczono pudełkowy wymiar fraktalny:

- Dla  $a = 1.4$  -  $D_1 = 1.226 \pm 0.006$

- Dla  $a = 1.1$  -  $D = 1.127 \pm 0.005$



Rys. 19: Dopasowanie prostej do punktów ( $a = 1.4$ ).



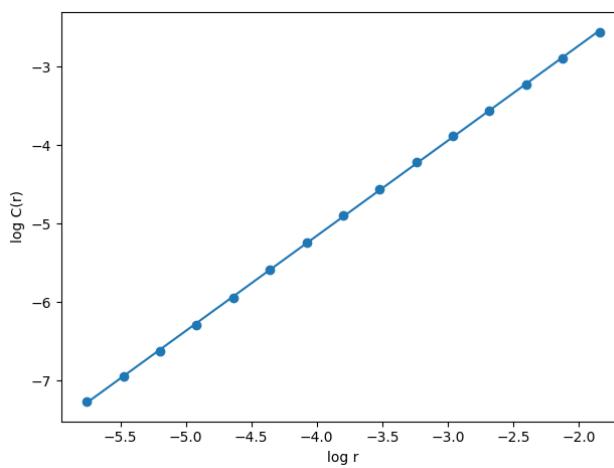
Rys. 20: Dopasowanie prostej do punktów ( $a = 1.1$ ).

## 8 Zadanie

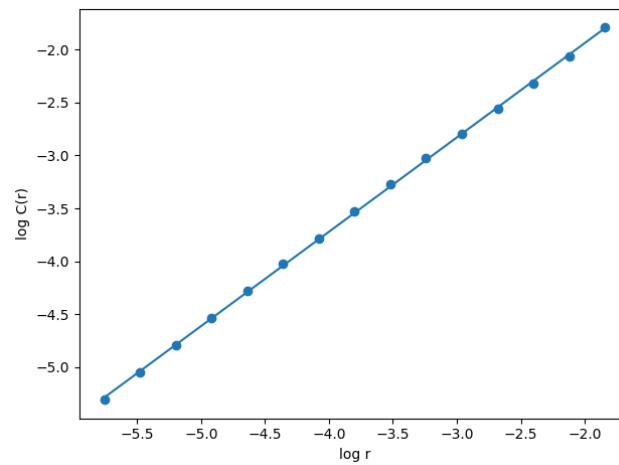
Wyznaczono korelacyjny wymiar fraktalny:

- Dla  $a = 1.4$  -  $D_2 = 1.2110.003$

- Dla  $a = 1.1$  -  $D_2 = 0.8920.003$



Rys. 21: Dopasowanie prostej do punktów ( $a = 1.4$ ).



Rys. 22: Dopasowanie prostej do punktów ( $a = 1.1$ ).