

Zadanie 11

Opis:

Wykres wygenerowany za pomocą programu GNUpot. Program wykonany w języku C.

Kompilacja/uruchomienie programu:

Aby skompilować program, którego kod znajduje się na końcu tego dokumentu można skopiować go do wybranego IDE np.: CLion, Code Blocks itd. Bądź uruchomić z poziomu konsoli standardowymi komendami (gcc itd.), tak jak zwykły program w C.

Metoda rozwiązania/ dyskusja:

Zadanie 11 polegało na tym, aby Narysować zbiór $\{x_n : n > 100\}$ (atraktor) w zależności od parametru $k \in [2, 4]$ dla odwzorowania logistycznego.

$$x_{n+1} = kx_n(1 - x_n) .$$

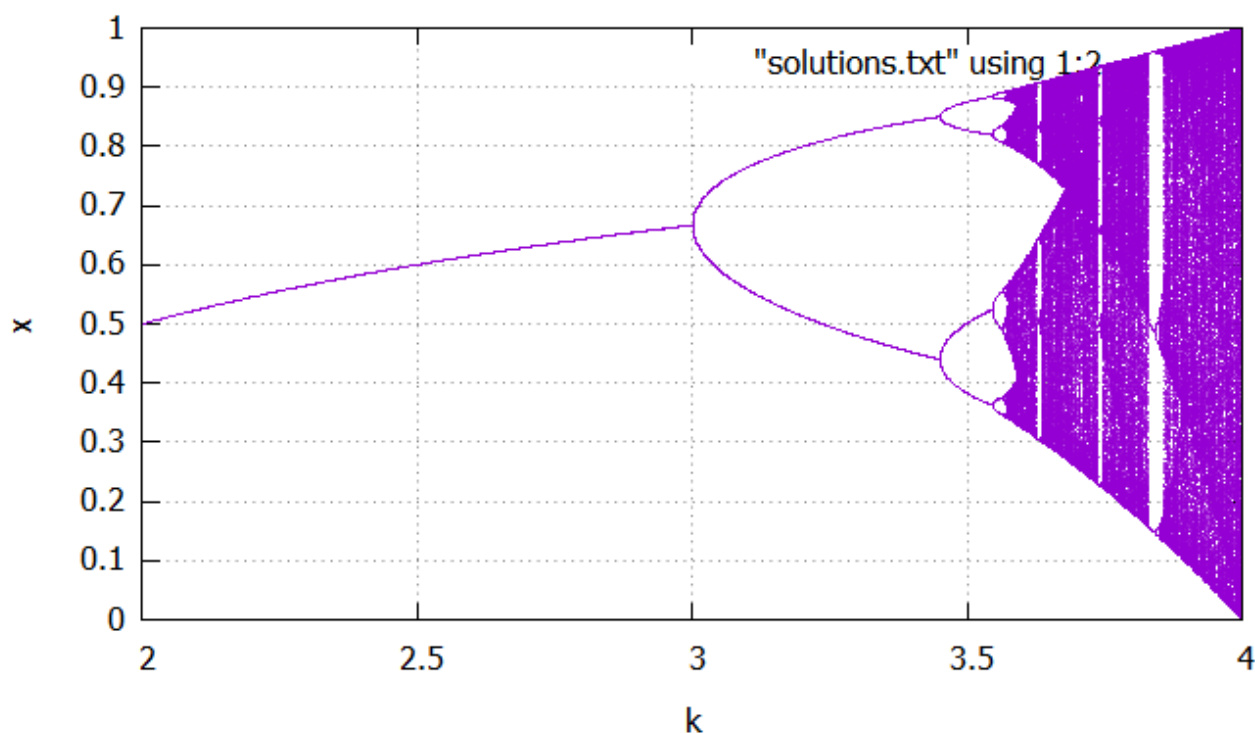
Wykres :

Wygenerowany w programie GNUpot komendą:

```
gnuplot> set ylabel "x"
```

```
gnuplot> set xlabel "k"
```

```
gnuplot> plot "solutions.txt" using 1:2 with dots
```



Opis rozwiązania:

Oś odciętych na wykresie odpowiada wartościom K na wskazanym przedziale $[2;4]$ z kolei oś rzędnych obejmuje zakres od $[0;1]$.

Aby w miarę dobrze zrozumieć co tak właściwie się stało na tym wykresie potrzebne do zrozumienia są pojęcia:

Bifurkacja –(def.Wikipedia) zjawisko skokowej zmiany własności modelu matematycznego przy drobnej zmianie jego parametrów czyli na naszym wykresie to będzie jakby “rozdzielenie na dwa”.

Atraktor - zbiór w przestrzeni fazowej, do którego w miarę upływu czasu zmierzają trajektorie rozpoczynające się w różnych obszarach przestrzeni fazowej. Atraktozem może być punkt, zamknięta krzywa (cykl graniczny) lub fraktal (dziwny atraktor). Atraktor jest jednym z podstawowych pojęć używanych w teorii chaosu.

Fraktal - obiekt samopodobny (tzn. taki, którego części są podobne do całości) albo „nieskończenie złożony” (ukazujący coraz bardziej złożone detale w dowolnie wielkim powiększeniu). Ma nietrywialną strukturę w każdej skali.

Niech x_0 będzie dowolnie wybraną liczbą z przedziału $(0,1)$. Dana rekurencyjna zależność definiuje ciąg wartości x po wybraniu x_0 . Odzworowanie logistyczne jest nieliniowe i jednowymiarowe.

Odzworowanie logistyczne ma istotne typy zachowań zależnie od wartości k . Gdy k przekracza wartość ok.3,008 pojawiają się dwa nowe punkty przyciągania dalszych punktów. Rozdwojenie to nosi nazwę bifurkacji. (def. Powyżej) . Podczas dalszego zwiększania K zachodzi (ok. 3.45) rozdwojenie się punktów atraktora. Odległość między kolejnym rozdzieleniem się na dwa jest teraz znacznie krótsza niż między pierwszym(ok.3.00), a drugim (3.45).Od (ok.3.58) mamy do czynienia z nieskończenie złożoną strukturą- fraktalem.

Kod programu:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>

double f(double x, double k){
    return k*x*(1-x);
}

int main(){

    FILE *solutions;

    double x = 0.5;
    int n;

    if ((solutions = fopen("solutions.txt", "w")) == NULL) {
        printf ("Blad tworzenia dokumentu!\n");
    }

    for (double i = 2; i <= 4; i+=0.002) {
        n = 100;
        while (n < 1000)
        {
            x = f(x, i);
            fprintf(solutions, "%.3f %.20f\n", i, x);
            n++;
        }
    }
    fclose(solutions);
    return 0;
}
```