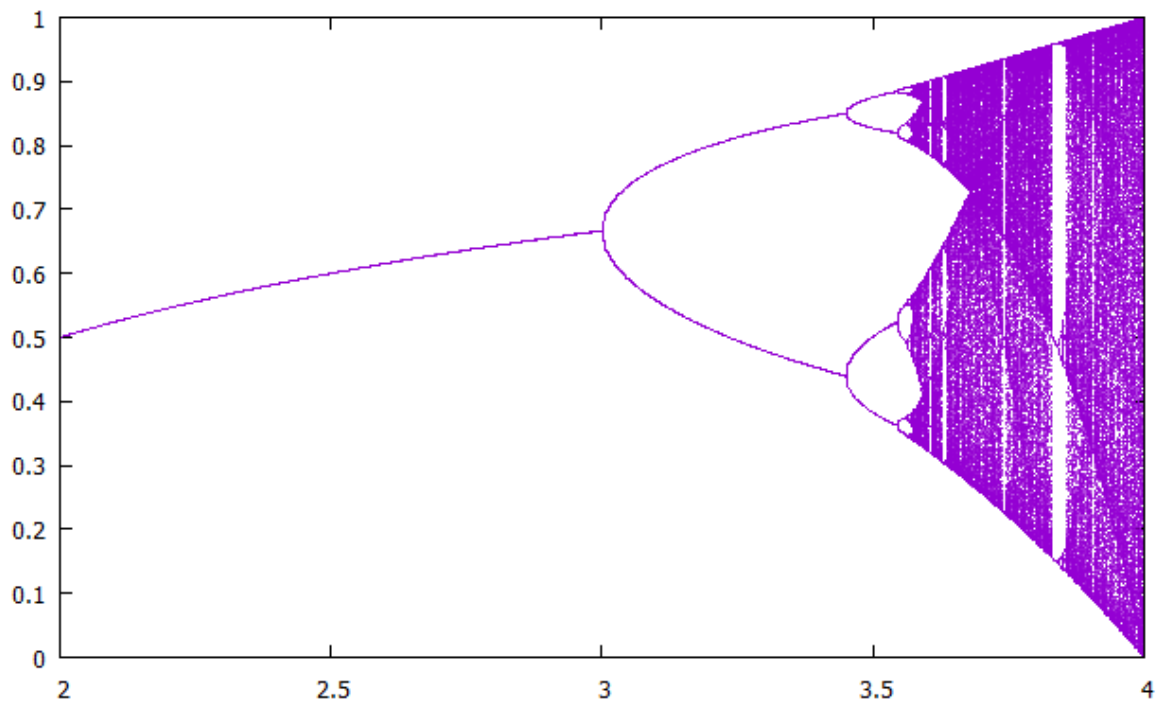


Zadanie Numeryczne 11

Zadanie zostało napisane w c++ aby je skompilować i uruchomić można skorzystać z komendy++ ZN11.cpp

Zadanie polegało na narysowaniu zbioru $\{x_n : n > 100\}$ (atraktor) w zależności od parametru $k \in [2,4]$ dla odwzorowania logicznego.

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



Na wykresie oś pozioma odpowiada wartościom parametru k , zaś oś pionowa odpowiada wartościom x od 0 do 1.

Atraktor - mat. punkt lub zbiór, który w trakcie pewnego procesu „przyciąga” punkty leżące w jego otoczeniu.

Podana funkcja to klasyczny przykład prostego układu dynamicznego zachowującego się chaotycznie. Niech x_0 będzie dowolnie wybraną liczbą z przedziału $(0,1)$. Dla różnych wartości początkowych x_0 otrzymuje się różne ciągi. Jednak okazuje się, że ogólny charakter ciągu nie ma związku z wartością początkową, ale zasadniczo zależy od wartości parametru k odwzorowania. Gdy parametr k przekracza wartość 3 pojawiają się dwa nowe punkty przyciągania. Rozdwojenie to nosi nazwę bifurkacji. Bifurkacja to zjawisko skokowej zmiany własności modelu matematycznego przy drobnej zmianie jego parametrów. Przy dalszym zwiększaniu parametru k zachodzą kolejne rozdwojenia punktów atraktora. Przy tym są one coraz częstsze. Gdy parametr osiągnie wartość ok. 3.57, atraktor staje się dziwny, liczba punktów atraktora rośnie do nieskończoności, zaś sam atraktor staje się fraktalem (zbiorem samopodobnym).

```

#include<iostream>
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<math.h>
#include<fstream>

using namespace std;
double odwzorowanie(double x, double k) {
    return k * x * (1 - x);
}

int main()
{
    fstream plik;
    plik.open("zad11.txt", ios::out);
    plik.precision(6);
    int n;
    //punkt początkowy z przedziału (0,1)
    double x = 0.1;

    for (double k = 2; k <= 4; k+=0.002) {
        n = 100;

        while (n < 700) {
            x = odwzorowanie(x, k);
            plik << k << " " << x << endl;
            n++;
        }
    }
    plik.close();
    return 0;
}

```