

MASARYKOVA UNIVERZITA
FAKULTA INFORMATIKY



ChaAtra

Generátor chaotických atraktorů

UŽIVATELSKÁ PŘÍRUČKA

Autor: Tomáš Vlk

Předmět: Výtvarná informatika

Semestr: podzim 2014

Obsah

1	Úvod.....	3
2	Popis rozhraní.....	3
3	Ovládání.....	4
3.1	Způsob vykreslení	4
3.2	Nastavení atraktoru.....	4
3.3	Způsob zobrazení.....	5
3.4	Vykreslit	5
3.5	Uložit parametry	6
3.6	Načíst parametry.....	6
3.7	Parametry uložení	6
3.8	Uložit obrázek	6
3.9	O programu	7
4	Tutoriál	7
5	Ukázky	8
6	Použité funkce	9
6.1	Lorenz.....	10
6.2	Lorenz-84.....	10
6.3	Pickover	10
6.4	Polynomial, Type A	11
6.5	Polynomial, Type B	11
7	Použité zdroje.....	11

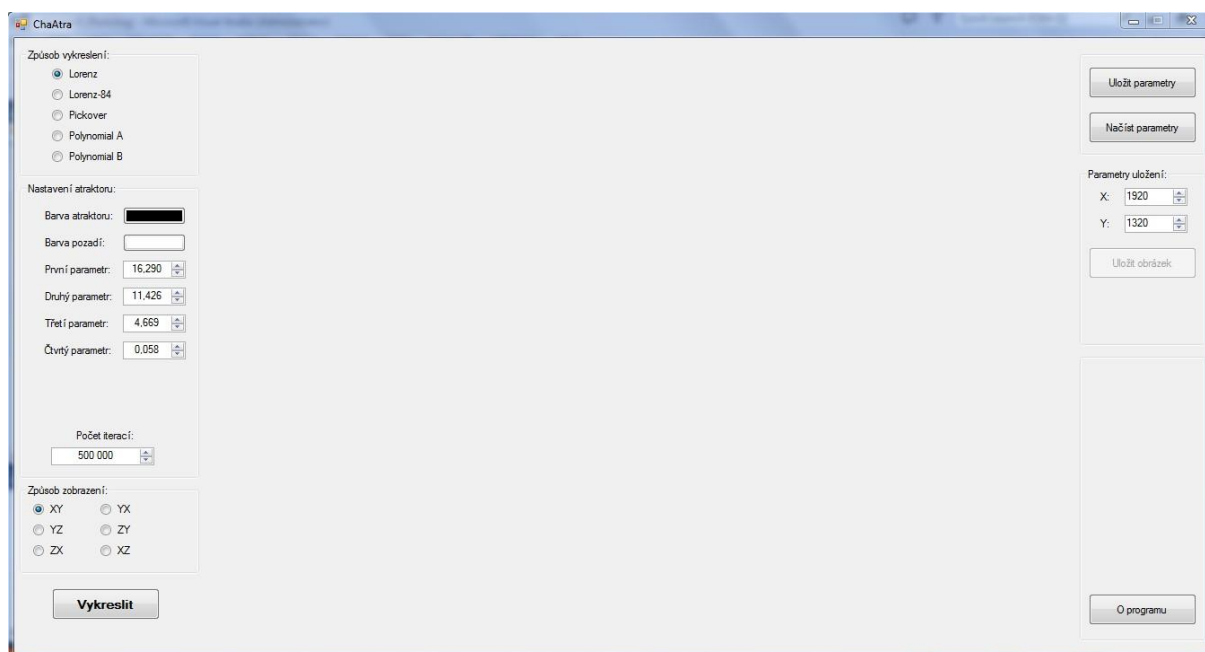
1 Úvod

Chaotické atraktory jsou jedním ze způsobů vizualizace chaotického pohybu. Tento pohyb je definován teorií chaosu pomocí jevu zvaného chaos. Tento jev je citlivý na počáteční podmínky a v tomto důsledku se jeho zobrazení jeví jako chaotické. Ve skutečnosti jde však o systém deterministický, který funguje na základě definovaných podmínek, nikoliv nějakého náhodného chování.

Cílem programu ChaAtra bylo tyto chaotické atraktory za pomoci několika parametrů vygenerovat. Program měl umět nejen atraktory generovat, ale také s nimi dále pracovat v podobě uložení (a následného načtení) nastavených parametrů či tvorby grafických výstupů. Součástí programu měla být také možnost grafický výsledek nejprve vykreslit před jeho samotným uložením.

2 Popis rozhraní

Program obsahuje pouze jednu (hlavní) obrazovku, na které jsou umístěny veškeré jeho funkce. Obrazovka je rozdělena na tři hlavní sekce. Levá sekce slouží k výběru parametrů a nastavení při generování atraktoru, prostřední sekce slouží k jeho samotnému vykreslení a sekce vpravo pak slouží k jeho ukládání, případně ukládání parametrů a obsahuje také možnost zobrazit základní informace o programu.

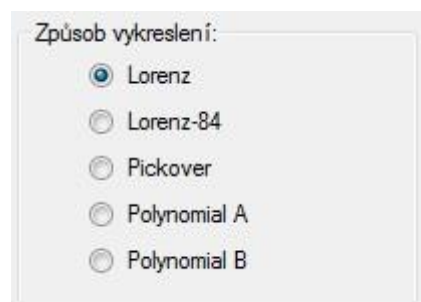


3 Ovládání

Jak už bylo zmíněno, hlavní obrazovka je rozdělena na tři základní sekce. První sekce (vlevo) slouží k výběru a nastavení parametrů při generování výsledného atraktoru a obsahuje tyto komponenty:

3.1 Způsob vykreslení

Tato skupina obsahuje 5 způsobů (Lorenz, Lorenz-84, Pickover, Polynomial A, Polynomial B) výpočtu výsledného atraktoru. Každá z těchto možností je založena na jiných matematických funkcích či rovnicích a v důsledku toho se tak liší i počet parametrů, které jsou k výpočtu jednotlivých funkcí potřebné. Tyto matematické rovnice jsou blíže specifikovány a vysvětleny v kapitole "Použité funkce" od strany 10 této příručky, kde je popsáno, kolik má která funkce parametrů a jaké je jejich využití ve výpočtu programu.



3.2 Nastavení atraktoru

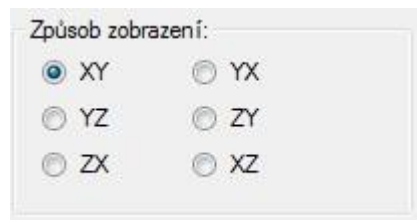
Zde dochází k nastavení většiny parametrů, které slouží k vytvoření daného atraktoru. Jak už bylo zmíněno výše, počet parametrů je závislý na zvoleném způsobu vykreslení. Některé parametry jsou však pro všechny způsoby vykreslování stejné. Konkrétně se jedná o volbu barev a počet iterací. Barvu lze zvolit jak pro samotný atraktor, tak pro pozadí, na kterém je atraktor vykreslen. Stačí kliknout na barevný čtverec (tlačítko) za nápisem Barva atraktoru (případně Barva pozadí) a otevře se dialog s výběrem barev. Barvu lze vybrat z barev základních nebo lze dokonce definovat barvu vlastní. Počet iterací jde ruku v ruce s počtem jednotlivých bodů, ze kterých se výsledný atraktor skládá. Platí tedy, že čím je počet iterací vyšší, tím výsledný atraktor obsahuje více bodů a z hlediska grafického je pak jeho barevné zobrazení výraznější. Minimální počet iterací je nastaven na 1 000, maximální potom na 10 000 000. Další číselné parametry, které se nachází v této skupině jsou nastaveny v rozsahu od -20 po 20. Pro bližší pochopení jejich významu a podílu na vykreslení výsledného atraktoru je dobré se podívat na kapitolu "Použité funkce" na straně 10 této příručky, kde jsou popsány funkce



těchto parametrů v jednotlivých rovnicích. K vytvoření pěkných výstupů se ale dá využít i principu náhody.

3.3 Způsob zobrazení

Všechny způsoby výpočtu atraktoru využívají 3D systém souřadnic, tedy souřadnice x , y , z . Vykreslování tohoto programu je však pouze ve 2D zobrazení, proto je tu možnost šesti různých vykreslení (XY, YZ, ZX, YX, ZY, XZ). Jedná se o vykreslení do 2D soustavy souřadnic, tedy na osu x a y , což zjednodušeně znamená, že jde o zobrazení pohledu, z kterého se na atraktor díváme. Výchozím nastavením je zobrazení XY, tedy klasické zobrazení. Toto lze ale změnit a například při zobrazení YZ jsou Y-ové souřadnice atraktoru vykresleny na osu x a Z-ové souřadnice pak na osu y . Tato změna pohledu může často také úplně změnit vzhled výsledného atraktoru, zvlášť pokud dojde k výměně zobrazení na obou osách.



3.4 Vykreslit

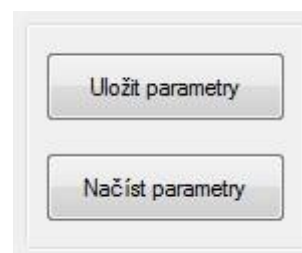
Toto tlačítko (jak už jeho název napovídá) slouží k vykreslení atraktoru pomocí nastavení a parametrů, zvolených výše. Po stisknutí tohoto tlačítka je atraktor vykreslen do volného prostoru uprostřed obrazovky. Zde je potřeba upozornit na dvě skutečnosti, týkající se tohoto vykreslování. První se týká doby vykreslování. Čím vyšší je zvolen počet iterací, tím déle samotné vykreslení trvá, proto je potřeba při vysokém číslu iterací trocha trpělivosti a na vykreslení chvíli počkat. Druhé upozornění se týká špatné volby parametrů. Díky tomu, že jsou chaotické atraktory velmi citlivé na změnu parametrů, dochází často při nevhodně zvolených parametrech k nežádoucímu chování funkce, která tak žádný atraktor nevykreslí. V případě, že se "podaří" zadat tyto špatné parametry, program nevykreslí atraktor, nýbrž prázdnou barevnou plochu.



Prostřední sekce obrazovky slouží k samotnému vykreslení atraktoru ve zmenšeném rozlišení (900x600) oproti rozlišení výsledného obrázku. Jedná se pouze o plátno, na které je atraktor vykreslen, nedá se s ním tedy nijak více manipulovat. Pravá část obrazovky pak slouží k práci s vygenerovaným atraktorem a konkrétně obsahuje tyto komponenty:

3.5 Uložit parametry

Toto tlačítko provede uložení všech parametrů, které se podílejí na tvorbě výsledného atraktoru. To se dá využít například pro opětovné vygenerování stejného atraktoru. Vzhledem k velkému množství parametrů je totiž z výsledného obrázku prakticky nemožné zpětně dohledat, pomocí kterých hodnot parametrů byl tento obrázek vygenerován. Proto je tu možnost parametry uložit do speciálního souboru a později je opětovně načíst. Po kliknutí na toto tlačítko se tedy otevře dialog se souborovým systémem počítače a možností vybrat místo uložení i jméno ukládaného souboru. Uložení parametrů probíhá ve speciálním formátu souboru zvaném Nastavení parametrů (.np), který se sice dá otevřít v textovém editoru, ale jelikož obsahuje pouze hodnoty parametrů, které jsou využitelné jen v tomto programu, je manipulace s ním mimo tento program zbytečná a z důvodu možného poškození parametrů také nežádoucí.



3.6 Načíst parametry

Jak už bylo zmíněno, program umožňuje uložit nastavení parametrů do souboru a s pomocí tohoto tlačítka je možné tyto parametry zpětně načíst do programu. Po stisknutí tlačítka je otevřen dialog se souborovým systémem, kde je potřeba vyhledat soubor typu Nastavení parametrů (.np) a po jeho otevření jsou do programu načteny parametry, které v tomto souboru byly uloženy. POZOR! Toto načtení přepíše současně nastavené parametry, takže je potřeba před načtením uložených parametrů uložit i ty současné, jinak budou po načtení ztraceny.

3.7 Parametry uložení

Jak už název napovídá, jedná se o parametry výsledného obrázku. Uživatel zde může nastavit rozlišení obrázku, který je programem vygenerován, a to pomocí dvou parametrů: X (minimálně 1920, maximálně 5464) a Y (minimálně 1080, maximálně 3072).

3.8 Uložit obrázek

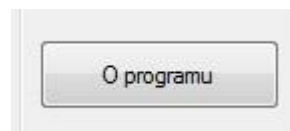
Toto tlačítko slouží k vygenerování a následnému uložení samotného obrázku. Zde je potřeba opět dbát na několik upozornění, týkajících se tohoto tlačítka. Tlačítko je zpřístupněno až tehdy, kdy dojde k nějakému vykreslení. Je tedy potřeba nejprve vykreslit atraktor doprostřed obrazovky a až poté jej ukládat. Po stisknutí tlačítka pro uložení je aktuální zobrazení atraktoru přepočítáno do



zobrazení odpovídajícímu nastavení dvou parametrů, umístěných nad tímto tlačítkem, tedy X a Y. Tento výpočet chvíli trvá, proto je nutné po stisknutí tlačítka počkat, než dojde k načtení dialogu se souborovým systémem. Čím vyšší rozlišení výsledného obrázku, tím delší dobu trvá načtení tohoto dialogu. V něm už je pak potřeba vyplnit pouze jméno výsledného obrázku a místo uložení. Obrázek je uložen ve formátu Bitmapy (.bmp), výběr přípony je však možný změnit. Je tedy možné změnit příponu například na (.jpg), (.gif) či další, ale na výsledném obrázku se vzhledem ke způsobu vykreslení změní opravdu jen přípona, přičemž se stále bude jednat o Bitmapu. Menším problémem při ukládání je pak také fakt, že vzhled atraktoru, zobrazovaný v programu, a vzhled výsledného obrázku se mírně liší a to v závislosti na zvolených parametrech uložení (rozlišení obrázku).

3.9 O programu

Toto tlačítko je umístěno v pravém dolním rohu obrazovky a podává základní informace o programu a jeho autorovi.

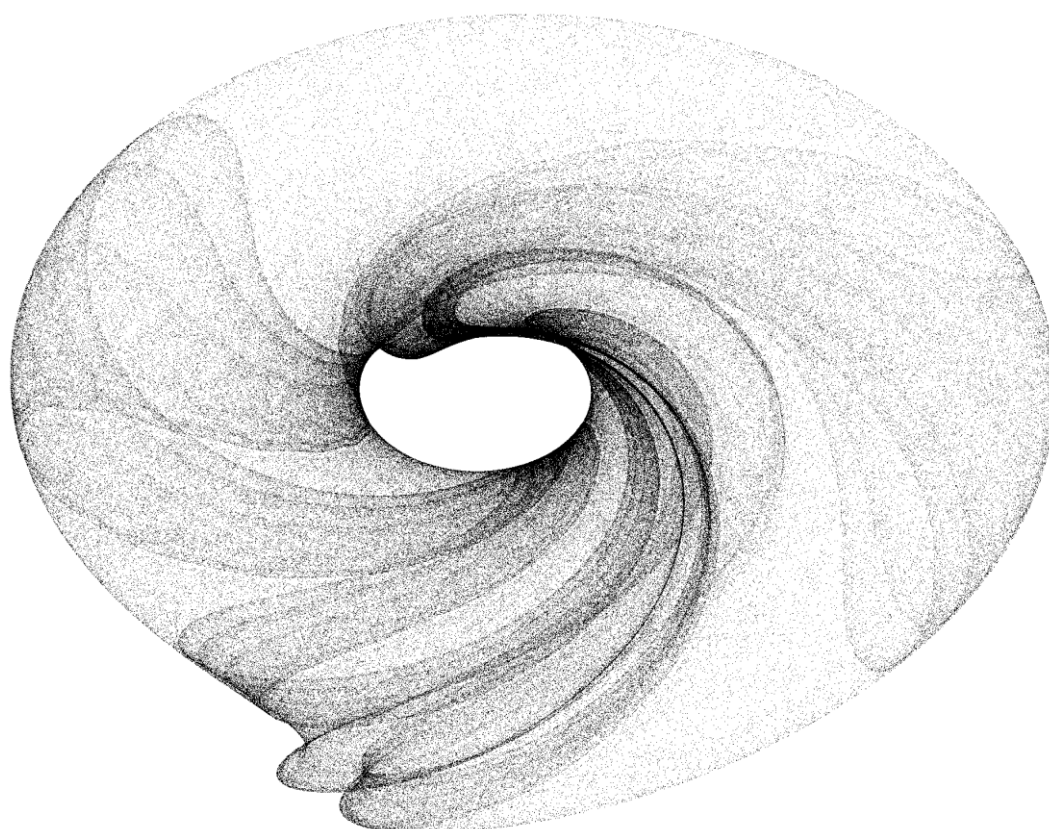
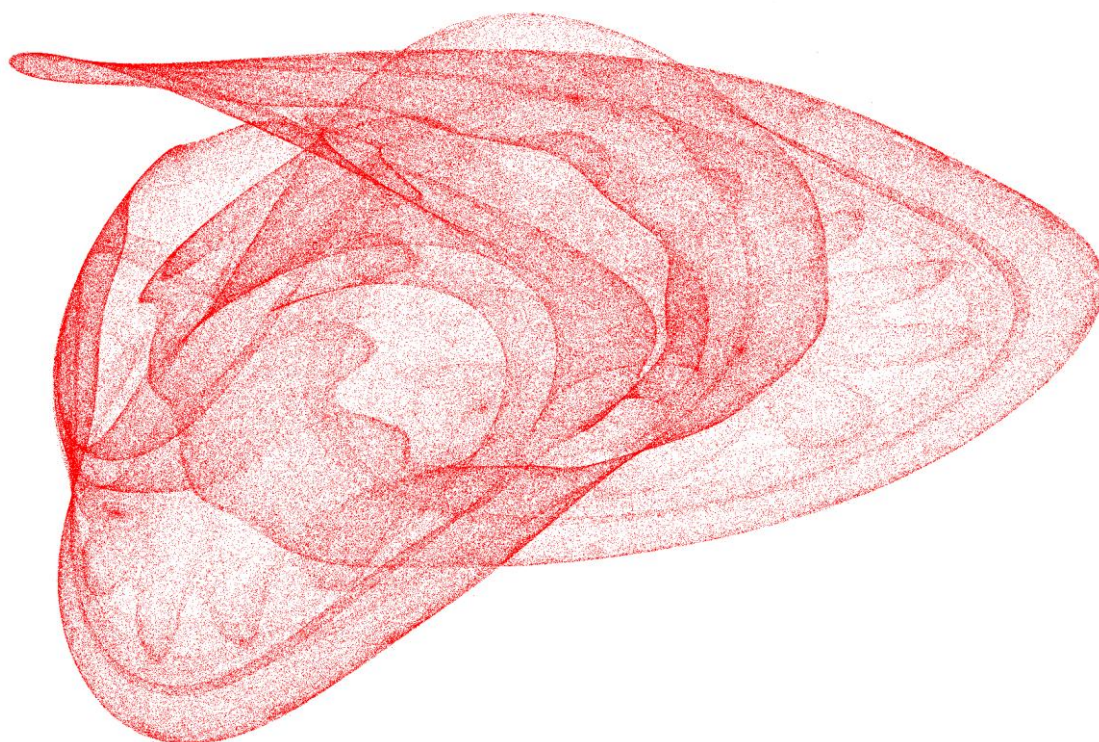


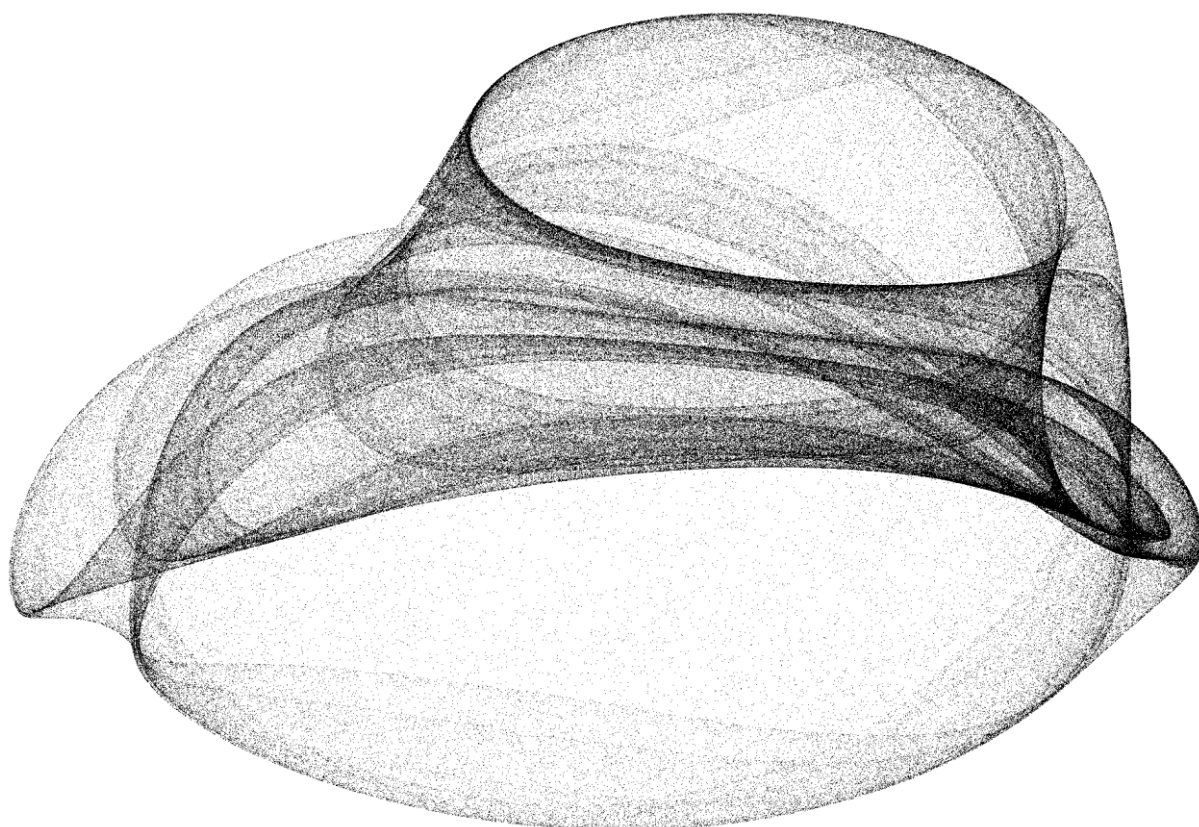
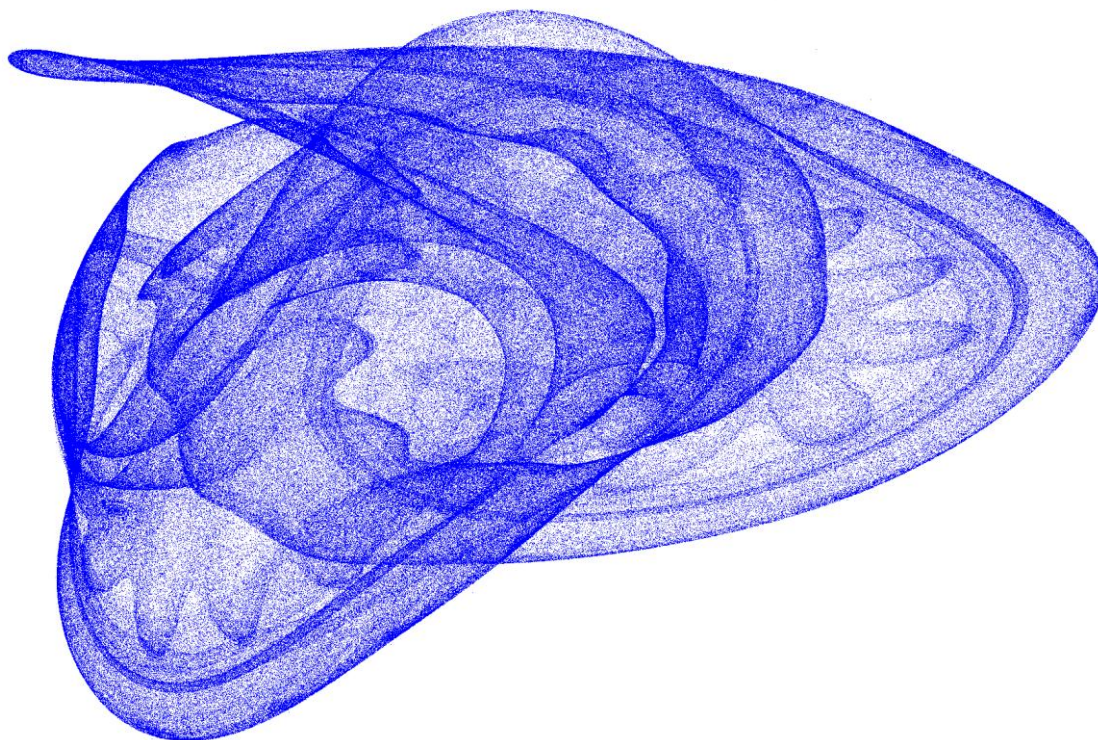
4 Tutoriál

Nejrychlejším a také nejjednodušším způsobem, jak vytvořit poměrně atraktivní výsledek, je využití již přednastavených hodnot parametrů. Dá se také využít uložená nastavení, která jsou uložena ve složce "img" tohoto projektu v souborech typu Nastavení parametrů (.np). Po načtení těchto uložených parametrů je stačí trochu pozměnit či upravit a nechat vykreslit. Vzhledem k chaotickému chování těchto atraktorů však spousta kombinací parametrů bohužel nevede k žádnému vykreslení, což znamená velkou loterii při výběru parametrů. Přesto se může při zadání náhodných parametrů zadařit. Je to pak ale spíše otázkou štěstí a pravděpodobně i složitějším a pracnějším způsobem generování.

5 Ukázky

Pro ukázkou některé zajímavé obrázky, vygenerované tímto programem:





Více obrázků je uloženo ve složce "img" tohoto projektu.

6 Použité funkce

6.1 Lorenz

Tato funkce využívá 4 parametry. V závislosti na použití v tomto programu se jedná o:

První parametr: **a**

Druhý parametr: **b**

Třetí parametr: **c**

Čtvrtý parametr: **d**

Rovnice, pomocí kterých dochází k výpočtu nových souřadnic:

$$\dot{x} = x + ad(y - x)$$

$$\dot{y} = y + d(bx - y - zx)$$

$$\dot{z} = z + d(xy - cz)$$

V tomto programu byly počáteční hodnoty nastaveny takto: $x = 1$, $y = 0$, $z = 0$.

6.2 Lorenz-84

Tato funkce využívá 5 parametrů. V závislosti na použití v tomto programu se jedná o:

První parametr: **a**

Druhý parametr: **b**

Třetí parametr: **f**

Čtvrtý parametr: **g**

Pátý parametr: **d**

Rovnice, pomocí kterých dochází k výpočtu nových souřadnic:

$$\dot{x} = x + d(-ax - y^2 - z^2 + af)$$

$$\dot{y} = y + d(-y + xy - bxz + g)$$

$$\dot{z} = z + d(-z + bxy + xz)$$

V tomto programu byly počáteční hodnoty nastaveny takto: $x = 1$, $y = 1$, $z = 1$.

6.3 Pickover

Tato funkce využívá 4 parametry. V závislosti na použití v tomto programu se jedná o:

První parametr: **a**

Druhý parametr: **b**

Třetí parametr: **c**

Čtvrtý parametr: **d**

Rovnice, pomocí kterých dochází k výpočtu nových souřadnic:

$$\dot{x} = \sin ay - z \cos bx$$

$$\dot{y} = z \sin cx - \cos dy$$

$$\dot{z} = \sin x$$

V tomto programu byly počáteční hodnoty nastaveny takto: $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$.

6.4 Polynomial, Type A

Tato funkce využívá 3 parametry. V závislosti na použití v tomto programu se jedná o:

První parametr: p_0

Druhý parametr: p_1

Třetí parametr: p_2

Rovnice, pomocí kterých dochází k výpočtu nových souřadnic:

$$\dot{x} = p_0 + y - zy$$

$$\dot{y} = p_1 + z - xz$$

$$\dot{z} = p_2 + x - yx$$

V tomto programu byly počáteční hodnoty nastaveny takto: $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$.

6.5 Polynomial, Type B

Tato funkce využívá 4 parametry. V závislosti na použití v tomto programu se jedná o:

První parametr: p_0

Druhý parametr: p_1

Třetí parametr: p_2

Čtvrtý parametr: p_3

Pátý parametr: p_4

Šestý parametr: p_5

Rovnice, pomocí kterých dochází k výpočtu nových souřadnic:

$$\dot{x} = p_0 + y - z(p_1 + y)$$

$$\dot{y} = p_2 + z - x(p_3 + z)$$

$$\dot{z} = p_4 + x - y(p_5 + x)$$

V tomto programu byly počáteční hodnoty nastaveny takto: $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$.

7 Použité zdroje

Pro seznámení s tematikou:

http://is.muni.cz/th/173268/fi_b/atraktory.pdf

http://cs.wikipedia.org/wiki/Teorie_chaosu

Pro matematickou stránku problematiky:

<http://www.chaoscope.org/doc/attractors.htm>

Pro samotné programování:

<https://msdn.microsoft.com/cs-cz/library/kx37x362.aspx>

<http://www.itnetwork.cz/c-sharp-programy-hry-zdrojaky>