

EVOLUTIONARY DESIGN OF FRACTAL IMAGES

Zbyšek GAJDA, Master Degree Programme (5)
Dept. of Computer Systems, FIT, BUT
E-mail: xgajda00@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Ing. Lukáš Sekanina, Ph.D.

ABSTRACT

This paper describes a system for evolution of fractal images. The system is composed of the following components: an engine based on genetic programming for evolving parse-trees and an engine which renders fractal images from the parse-trees. Also a graphical user interface (GUI) is implemented to allow interaction between a designer and the system. The project is realized as a Java Applet.

1 ÚVOD

Před několika lety se počítače při návrhu používaly jen jako náhrada rýsovacího prkna. V současnosti se však začíná prosazovat návrh s využitím poznatků o evoluci. Návrhář už nemusí své návrhy vymýšlet a pak je přenášet do počítače, návrhář dnes může nechat nový návrh „vymyslet“ přímo počítač, podle pravidel stanovených návrhářem. Pak už záleží jen na návrhářovi či cílové skupině, zda-li se mu návrh líbí nebo nelíbí. Předkládaná práce se zabývá evolučním uměním, které je jedním z odvětví evolučního návrhu [1], a jeho implementací do systému zobrazitelného na webové stránce. Systémy evolučního návrhu s oblibou a téměř výhradně využívají pro evoluci tzv. evoluční algoritmy [2], které principy evoluce dobře popisují a využívají. K návrhu obrazů s fraktály [3] je výhodně použito konkrétně genetické programování. Algoritmy tohoto typu pracují obecně se syntaktickým stromem, s jehož vhodnou definicí se dá fraktál nejlépe popsat. Takovýto syntaktický strom se pak dá s využitím poznatků o dynamických systémech zobrazit jako obraz s fraktálem. K uplatňování evolučních principů poslouží návrhářovi grafické uživatelské rozhraní implementované v jazyce, který umožňuje interakci přímo z webové stránky.

2 NÁVRHOVÝ SYSTÉM GEFRA

Název systému Gefra je odvozen ze slovního spojení genetické fraktály. Je to systém určený k evolučnímu návrhu obrazů s fraktály s využitím operátorů genetického programování. Syntaktický strom (výraz) představuje genotyp a obraz s fraktálem představuje fenotyp. Tento systém patří do kategorie evolučního umění.

System je naimplementován v objektově orientovaném jazyce Java, což má nemalé výhody. Především schopnost zobrazení klientské aplikace přímo na webové stránce.

2.1 GENETICKÉ PROGRAMOVÁNÍ

System k evolučnímu návrhu využívá technik genetického programování a objektově orientovaného návrhu. Chromozom je tvořen syntaktickým stromem, který je implementován s využitím charakteristických vlastností programovacího jazyka jako je rekurze, dědičnost a polymorfismus.

Základním stavebním prvkem syntaktického stromu je abstraktní třída *GefraNode*. Ze třídy *GefraNode* jsou pak odvozeny další abstraktní třídy *NodeLeaf*, *NodeUnary* a *NodeBinary*, které určují strukturu syntaktického stromu. Nad třídami *NodeUnary* a *NodeBinary* jsou implementovány funkce pro přidávání, pro získávání a pro generování podstromů, které jsou nezbytné pro implementaci genetických operatorů. Od těchto tříd jsou pak odvozeny konkrétní třídy (např. *NodeSin*) definující vyhodnocení podstromů a sebe sama.

Speciální třídou je třída *NodeRoot*, odvozená od *NodeUnary*, nad kterou jsou definovány genetické operátory jako generování, mutace a křížení. Instance této třídy charakterizuje konkrétní syntaktický strom.

2.2 OBRAZY S FRAKTÁLY

Implementované fraktály spadají do kategorie dynamických systémů v komplexní rovině. Fraktály jsou zobrazovány podobně jako Juliovy množiny (nebo Mandelbrotova množina), liší se však od nich počátečními podmínkami, tak i použitým výrazem pro výpočet úniku od atraktoru. Výraz, ze kterého je vykreslen fraktál, je výsledkem genetických operací nad syntaktickým stromem. Takovýto syntaktický strom využívá jen operací nad komplexními čísly, které jsou bezpečné (nepoužívají se nebezpečné operace dělení).

Obraz s fraktálem je tvořen souhrnem vlastností jako jsou souřadnice, přiblížení, rozlišení, iterační výraz, maximální počet iterací, barevná mapa a podmínky úniku.

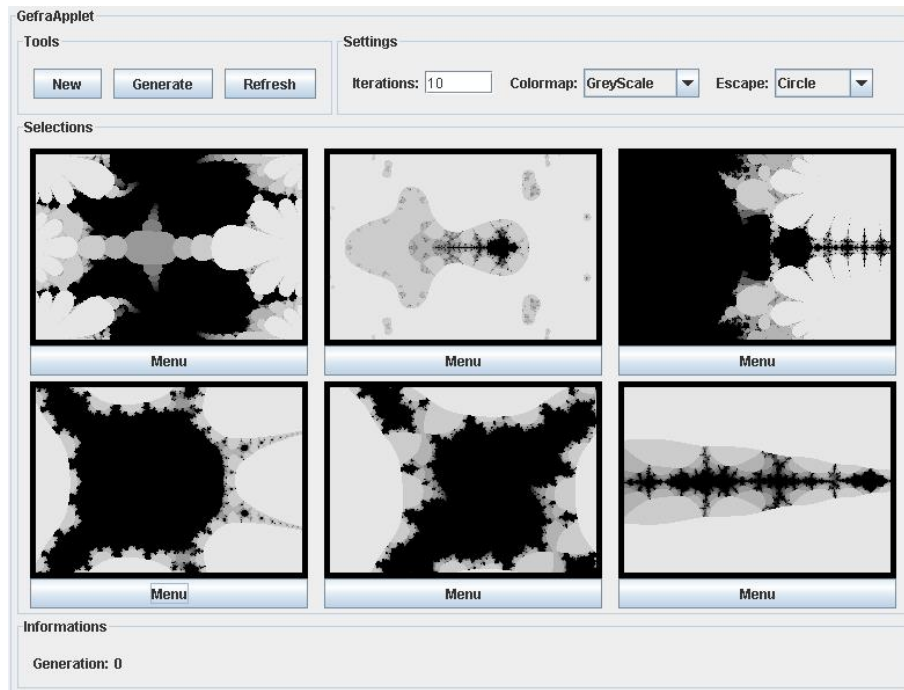
2.3 GRAFICKÉ UŽIVATELSKÉ ROZHŘANÍ

Při spuštění systému je vygenerováno několik jedinců populace, kteří jsou znázorněni jako obrazy s fraktály. Návrhář (umělec) vybírá obrazy, jejichž rysy se mu líbí a které by chtěl mít v další generaci. Návrhář provádí selekci populace. Takto vybraní jedinci jsou reprodukováni (zkopírováni) do další generace a zbytek populace jedinců je generován křížením, příp. mutací vybraných jedinců.

Návrhář může, kromě uplatňování genetických operací, měnit způsob vykreslování fraktálů. Může měnit jak maximální počet iterací, tak barevnou paletu a v neposlední řadě i podmínku úniku bodu v komplexní rovině od atraktoru. Kombinací těchto parametrů umělec získá zajímavé tvary i z původně nepříliš zajímavého fraktálu. System umožňuje také změnu přiblížení fraktálu, a tím nalezení nejzajímavější oblasti ve zkoumaném fraktálu.

Grafické uživatelské rozhraní (GUR) bylo implementováno s použitím knihoven AWT a JFC Swing [4], které jsou součástí platformy Java2SE. Tyto knihovny umožňují definovat grafické prvky, jejich vzhled a chování.

Vzhled GUR s vygenerovanými obrazy s fraktály je na obrázku 1.



Obrázek 1: Ukázka vzhledu grafického uživatelského rozhraní systému Gefra

3 ZÁVĚR

Zpracování syntaktického stromu definovaného rekurzí a obecně vykreslování obrazů s fraktály je na výkon náročná operace. Rychlost vykreslování je závislá jak na struktuře syntaktického stromu, tak i na maximálním počtu iterací. Proto je vhodné zpočátku mít nastavenou hodnotu maximálního počtu iterací na malou konstantu a po nalezení zajímavého obrazu tuto hodnotu zvýšit a aplikovat ji.

Při hledání zajímavého obrazu dochází po několika generacích k viditelné degeneraci genetické výbavy populace, proto je výhodné v takovém případě využít operace mutace a nebo rovnou nahradit nějakého zdegenerovaného jedince zcela novým.

REFERENCE

- [1] Bentley, P.: Evolutionary Design By Computers, Morgan Kaufmann, 1999.
- [2] Kvasnička, V., Pospíchal, J., Tiňo, P.: Evolučné algoritmy, STU Bratislava, 2000.
- [3] Tišnovský, P.: Fraktály. Dokument je dostupný na URL: <http://www.fit.vutbr.cz/tisnovpa/fract/uvod.html>.
- [4] Walrath, K., Campione, M.: The JFC Swing Tutorial, Addison-Wesley Pub Co, 1999.