

Evolutionäre L-System

Stefan Urech

21. Februar 2006

Inhaltsverzeichnis

1	Projekt-Ziel	2
2	L-Systeme	2
2.1	Definition	2
2.2	Beispiele	3
3	Evolution	3
3.1	Mutation	3
3.2	Selektion	4
3.2.1	Erster Versuch: Pixelabgleich	4
3.2.2	Zweiter Versuch: Durchschnittsvergleich	4
3.3	Fazit	5
4	Bedienungsanleitung	6
4.1	Installation	6
4.2	Bedienung	6

2.2 Beispiele

Die folgende drei Bilder zeigen das L-System $F+F-F+F$ mit einem Winkel von **60 Grad**.



3 Evolution

3.1 Mutation

In meiner Implementation besteht ein L-System aus folgenden Parameter, welche bei der Mutation verändert werden können:

string system	Zeichenkette, welche das L-System definiert
int iterationDeep	Anzahl Rekursionen
double startLineLength	Linienlänge zu Beginn
double stretchFactor	Faktor bei der Veränderung der Linienlänge (+ und -)
double winkelFactor	Faktor bei der Veränderung des Winkel (< und >)
int x, int y	Position des Turtle beim Start
int dir	Ausrichtung des Turtle beim Start

Alle Variablen ausser dem System werden mit einer Wahrscheinlichkeit von 70% um einem bestimmten Faktor verändert. Das L-System wird mit einer speziellen Funktion mutiert, welche im Prinzip wie folgt abläuft:

```
1 mutSystem
2 foreach( char in system )
3 {
4     if( delete element? )
5         continue
6
7     if( mutate char? )
8         mutSystem.Add( MutateChar( c ))
9
10    if( add char? )
11        mutSystem.Add( NewChar )
12 }
```

3.2 Selektion

3.2.1 Erster Versuch: Pixelabgleich

Bei meinem ersten Versuch verglich ich die beiden Bilder Pixel für Pixel. Dabei zählte ich alle ungleichen Pixel. Je weniger unterschiedliche Pixel die beiden Bilder haben, desto identischer sind diese.

Es stellte sich aber heraus, dass dieser Vergleich zu genau war. Das hatte zur Folge, dass die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Mutation sehr klein war, und somit praktisch keine Generation einen besseren Nachkommen vorbringen konnte. Trotzdem würde diese Fitness-Funktion bei ausreichend vielen Generationen ein perfektes Resultat hervorbringen.

3.2.2 Zweiter Versuch: Durchschnittsvergleich

Statt die einzelnen Pixel zu vergleichen, berechne ich im zweiten Versuch die durchschnittliche Anzahl schwarzer Pixel in einzelnen Sektoren. Je kleiner die Differenz zwischen zwei Sektoren, desto besser die Übereinstimmung der Bilder. Mit dieser Methode sieht man bereits nach 5-7 Generationen eine Entwicklung des L-System.

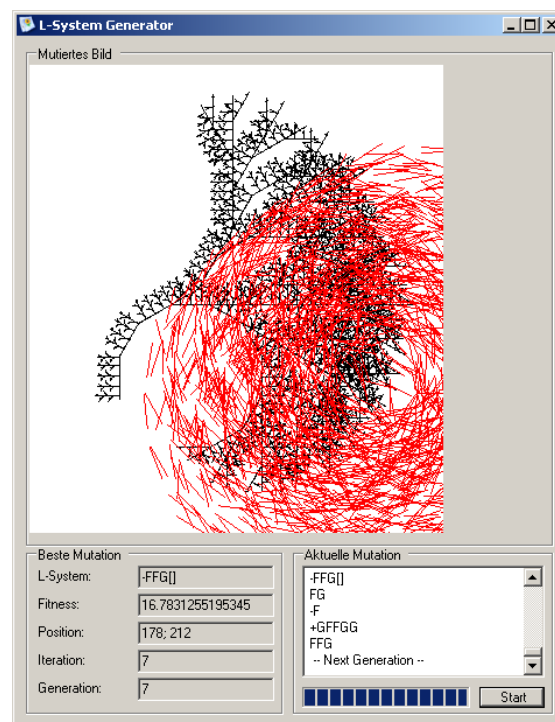


Abbildung 1: Beste Mutation nach 7 Generationen

3.3 Fazit

Das Ziel, für ein beliebiges Bild ein passendes L-System zu finden, kann mit diesem Programm durchaus erreicht werden. Die Frage ist nur, wann. Selbst bei der zweiten, verallgemeinerten Fitnessfunktion zeichnet sich keine konkrete Annäherung der Mutationen an das Zielbild an. Nach einer gewissen Anzahl Mutation scheinen die Verbesserungen zu stagnieren. Ab diesem Zeitpunkt wird einfach kein besseres Bild mehr gefunden. Möglicherweise müsste die Fitness-Funktion weiter verbessert werden, um diese Grenze zu durchbrechen. Oder der Mutation müssten grössere Spielräume eingeräumt werden, um einen wirklichen Sprung in der Evolution zu ermöglichen.

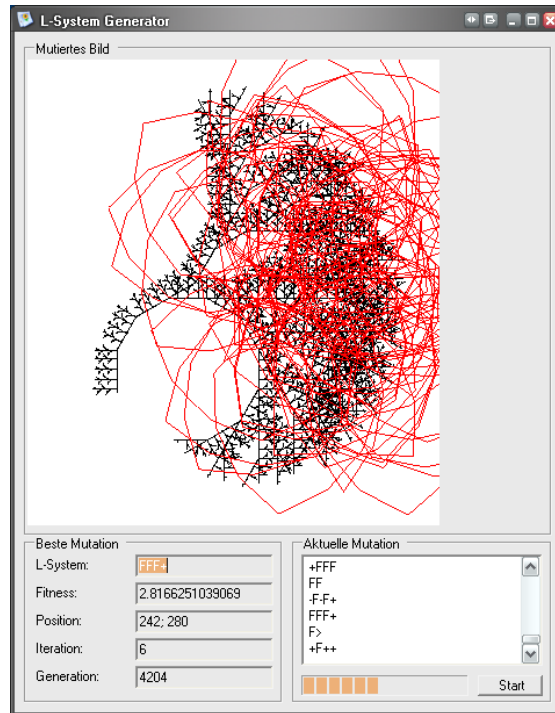


Abbildung 2: Beste Mutation nach 4204 Generationen

4 Bedienungsanleitung

4.1 Installation

Sämtliche benötigten Dateien können von der Projekt-Seite im Internet heruntergeladen werden:

<http://www.surech.ch/projekte/l-system-generator/>

Das Programm stellt folgende Anforderung an das System:

Windows: .Net Framework 1.1 oder höher

Linux: Mono 1.1 oder höher

4.2 Bedienung

Das Programm kann durch einfaches Ausführen der Datei *LSystemGenerator.exe* gestartet werden: Mit dem Knopf *Bild laden...* kann ein Bild ausgewählt werden, welche durch

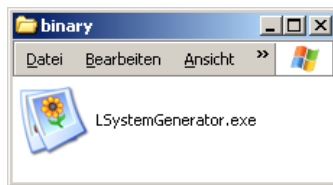


Abbildung 3: Programm-Icon

ein L-System abgebildet werden soll. Aus diesem wird eine Schwarz/Weiss-Version erstellt und auf der rechten Seite dargestellt. Die Fitnessfunktion wird jeweils versuchen, die Mutation mit diesem Monochrom-Bild zu vergleichen.

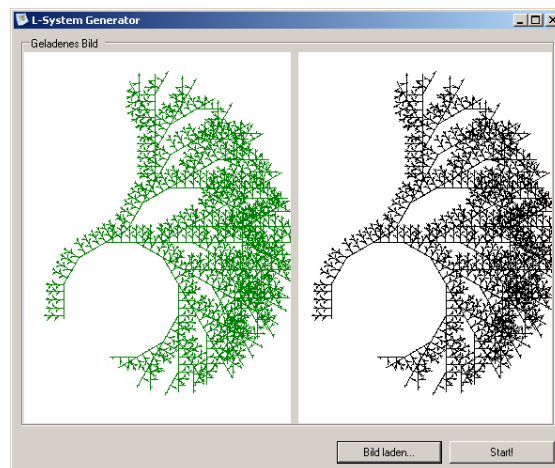


Abbildung 4: Bild laden

Nach einem Klick auf den Knopf *Start* erscheint der Mutationsbildschirm. Auf hier muss nochmal *Start* gedrückt werden, um den Vorgang auszulösen. Der Bildschirm besteht aus drei Teilen:

Mutiertes Bild: Die schwarzen Linien zeigen das zu erreichende Bild. Die in Rot gehaltene Linie zeichnen das beste L-System der letzten Generation.

Beste Mutation: Alle Daten zum besten L-System der letzten Generation. Das Feld *Generation* zeigt an, wieviele Generationen bereits erstellt wurden.

Aktuelle Mutation: Zeigt in einer Liste alle erstellten Mutationen an. Mit dem Knopf *Start* kann der Prozess gestoppt bzw. wieder gestartet werden.

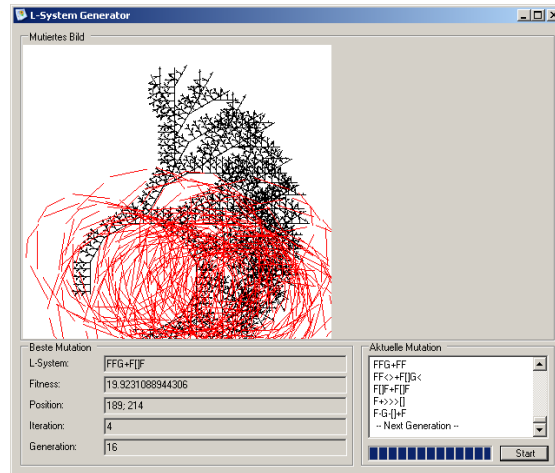


Abbildung 5: Mutationsbildschirm