

Lispによる動的な生成規則を持つ

4G-1

L-systemsの記述

五月女 孝

山本 強

北海道大学工学部 北海道大学大型計算機センター

1 はじめに

L-systems は、生物の成長の数学的モデルの一つとして知られているが、生成規則の適用や、生成される記号列等の形式・形状から、Lisp で記述することに非常に適しているモデルといえる。本研究では、Common Lisp 処理系の上で L-systems を構築したが、その際に Lisp の特徴を生かして、記号列の生成中に生成規則を動的に変更することが可能なものを目指した。

- 生成される記号列 $a_1 a_2 a_3 \dots$
 - リスト $(a_1 a_2 a_3 \dots)$
- 生成規則 $p : a_0 \rightarrow a_1 a_2 a_3 \dots$
 - リスト $(a_0 (a_1 a_2 a_3 \dots))$

なお、生成規則 $p : a_0 \rightarrow a_1 a_2 a_3 \dots$ において、 a_0 を predecessor、 $a_1 a_2 a_3 \dots$ を successor と呼ぶ。さらに、 p_1, p_2, p_3, \dots を生成規則のリストとすると、生成規則の集合は次のように記述される。

2 LispによるL-systemsの記述

- 生成規則の集合 $P = \{p_1, p_2, p_3, \dots\}$
 - リスト $(p_1 p_2 p_3 \dots)$

2.1 S式による定義

L-systems は形式的には、アルファベット Σ 、生成規則の集合 P 、公理 $S (\in \Sigma)$ の3項組 (Σ, P, S) で定義され、 S から始めて、 P 中の規則を次々に適用して Σ 上の記号列を生成していく。規則の適用は並列に行なわれ、この点が形式文法とは異なっている。

L-systems の定義を Lisp で記述することについては、S式を利用することが考えられる。本研究では次のように記述した。

- Σ 中の要素 a
 - アトム a

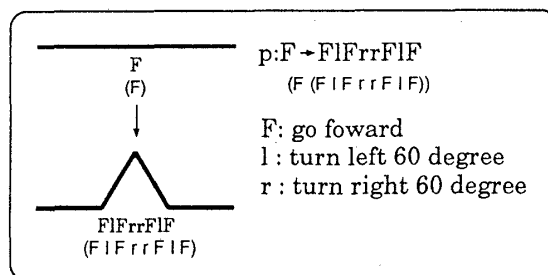


図 1: S 式による L-systems の定義

以上のように定義した。なお、具体的な S 式での記述の例を図 1 に図示している。

2.2 記号列の生成

生成規則を適用して記号列を生成することを成長過程と呼ぶが、次のような手順で行なう。書

Implementation of L-systems
with Dynamic Production Rule in Lisp
Takashi Saotome, Tsuyoshi Yamamoto
Hokkaido University

き換える前の記号列リストの各要素を各生成規則リストの第1要素と比較し、比較した要素をこれが等しい生成規則リストの第2要素に書き換えればよい(図2)。これを各要素について並列に行なうことで1回の書き換えが終了する。以下、これを同様に繰り返してゆけば良い。

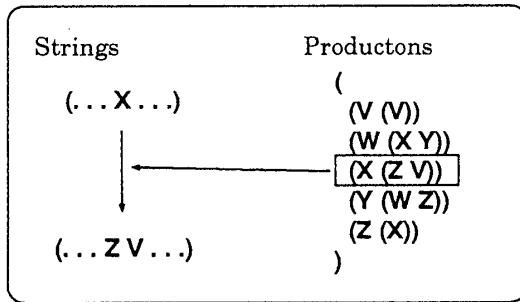


図2: 記号列の書き換え

2.3 モデルの可視化

生成された記号列の各要素をタートルグラフィックの1命令と解釈して描画を行なうことでモデルの可視化をおこなうことができる。

3 動的な生成規則

生成される記号列と生成規則はどちらもS式で記述されている。さらに、生成規則リストの第2要素は、生成される記号列リストと同じ構造である。このことに着目し、生成規則リストに他の生成規則を適用させることで、生成規則リストを動的に変化させることが可能となる。生成規則リストに適用させる新たな生成規則は、元の生成規則自身でも良いし(図3)、別に用意しても良い。生成規則の書き換えのタイミングは、生成すべき記号列の書き換えが終わった直後に行なうことにした。

4 まとめ

以上、Common Lisp 処理系上でL-systemsを構築した。さらに、成長過程に生成規則を動的に変更させることを可能にした。なお、使用した言語はHokkaido Common Lisp (HCL)で、描画にはCLXを利用した。

今回は非常に簡単なL-systemsを題材にし、Common Lisp上で構築したが、将来的にはパラメトリックL-systems等の複雑なL-systemsにも対応したい。

参考文献

- [1] Przemyslaw Prusinkiewicz, James Hanan. *Lindenmayer Systems, Fractals, and Plants. Lecture Note in Biomathematics. Vol.79*, Springer-Verlag, 1989.
- [2] Przemyslaw Prusinkiewicz, Mark S. Hammel, Eric Mjolsness. *Animation of Plant Development. SIGGRAPH 93 Conference Proceedings, in COMPUTER GRAPHICS Annual Conference Series 1993*, pages 351-360, ACM SIGGRAPH, 1993.

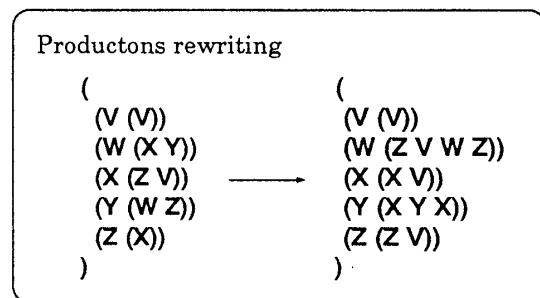


図3: 生成規則の書き換え