

手書き線をガイドラインにするイラスト向け樹木生成システム

眞間 梓[†] 中島 克人[†]東京電機大学大学院未来科学研究科[†]

1. はじめに

樹木イラストの描画は、細かい枝葉で構成されるために、人手では時間の掛かる作業である。加えて、並木の構成を目的とする場合など、形状は異なるが同類であると感じさせる樹木を複数描くことは容易ではない。そこで、樹木イラストの自動作成手法に期待がかかる。

樹木の枝の、似た構造が繰り返し現れる規則性に着目した樹木生成手法として、線分を短くしながら再帰的に図形を描画する樹木曲線や、手続き型表現を利用したL-system[1]などが知られている。手続き型表現は複雑な構造を容易に表現できるため、この手法を利用した樹木の3次元モデルの生成に関する研究は多い[2][3]。しかし、これらの手法は生成される樹形を予測できないため、思い通りの樹木を得ることは容易ではない。この問題を解決するために、写真やユーザーの入力によって樹形を制御する手法[4][5][6]が研究されている。

樹木のイラストを得る場合、これらの3次元モデルを2次元へレンダリングすることでも可能だが、樹木の中心部に枝葉が密集することから、平板な表現のイラストを得ることは難しい。

そこで我々は、樹形のみならず、平板さの度合いの調整も可能な2次元の樹木描画システムを開発した[7]。本システムは、エネルギーで樹木の生育度合いを、そして、枝葉の密度情報で枝の重なり具合を制御できることを特徴とするが、今回、枝ぶりが揃った並木を構成するための複数の樹木のイラストを効率よく生成することを目的に、ユーザーの手書き線をガイドラインにした樹形制御機能を追加した。

本稿では、システムの概要を述べた後、ガイドラインによる樹形制御の手法とその評価について報告する。

2. 提案手法

本システムでは、樹木曲線のような再帰的描画により、樹木を生成する。生成する樹木のタイプは、2方向へ枝分かれを繰り返す樹木Aと、3方向へ枝分かれを繰り返す樹木Bの2種類を用意した。樹木Aは、主枝と側枝の区別なく成長し、樹木Bは主枝を中心にその周りに側枝を伸ばしながら成長する。

2.1 エネルギーモデル

再帰が無限に繰り返されることを防ぐため、終了条件としてエネルギー量を定義する。はじめに与えられたエネルギーは枝の分岐毎に分配され、エネルギーが一定量以下になった時点で再帰を終了し、枝の先に葉(もしくは花)を描画する。

枝の分岐先を小枝、分岐元を親枝とすると、枝分岐の

A Tree Illustration Generator Guided by Handwritten Lines
[†] Azusa MAMA, [†] Katsuto NAKAJIMA
[†] Graduate School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

時点で親枝が持つエネルギーは小枝に分配される。エネルギーの分配は乱数で決定し、エネルギーを多く分配された枝は長く伸びるため、分配の割合によって、最終的な樹形が大きく変わり得る(後述の図5 実験1・実験2)。

2.2 枝の重なり具合の制御

枝の重なり具合を制御するために、密度を定義する。描画面を指定されたピクセル幅のメッシュ状に分割し、枝の分岐点・終端点に位置するメッシュに(枝の太さに応じた)密度値を加算する。

枝を伸ばす時に複数の成長先候補を生成し、密度値が最も低い座標の候補を選択することで、枝同士の空間の取り合いを行う。また、成長先候補全ての密度値がユーザーの指定した閾値以上だった場合、その時点で枝の成長を終了(枝落ち)させることもできる。空間の取り合いと枝落ちを行うことで、枝の重なり具合を制御する(図1)。



(a) 密度の考慮なし (b) 密度の考慮 (c) 密度の考慮と枝落ちの許可
 図1 枝の重なり具合を制御した生成結果

2.3 手書き線による樹形制御

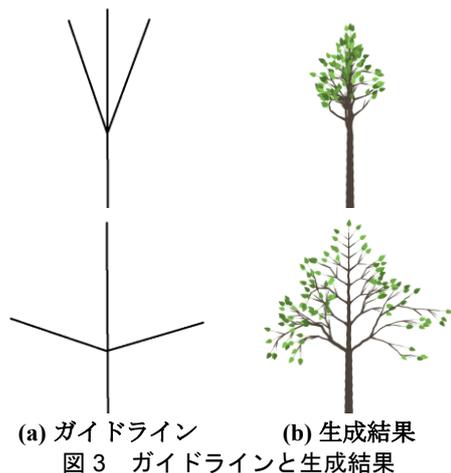
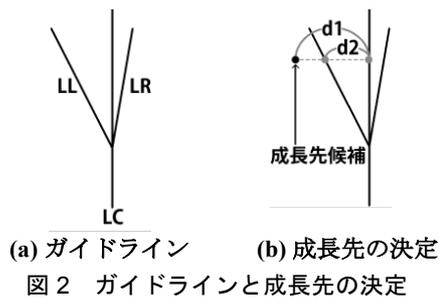
今回、オプションとして、ユーザーによって書かれた線(以下ガイドライン)で樹形を制御できるようにした。ガイドラインは3本の直線(図2(a))とし、これらの角度や長さによって、樹形を制御する。中央のガイドライン(LC)の長さは樹高に影響し、左右のガイドライン(LL,LR)のなす角度が枝の広がりに影響を与える。この角度が鋭角の場合、枝は上方向に伸びやすくなり(図3上)、鈍角の場合、横方向へ伸びやすくなる(図3下)。具体的には以下のように制御する。

・樹高

LC,LL,LRの長さの比から2.1で述べたエネルギーの分配を決定する。そして、エネルギーの分配とLCの長さにより最初に描画する枝の長さを決定し、樹高に反映する。

・枝の広がり

前述の枝の重なり具合の制御も行いながら、LL,LRで指定した範囲内に可能な限り収まるように確率的に枝を成長させる。2.2で述べた成長先候補生成において、LCからの距離d1がLLまたはLRまでの距離d2以下の候補がある場合、これらの候補内で最も密度値が小さい座標の候補を選択する(図2(b))。この条件を満たす候補がない場合、d1が最小となる候補を選択する。このとき、d1に重みとして候補点の高さかけることで、より上位置にある候補を優先し、枝の成長に伴って徐々にガイドライン内へと戻るように制御する。



3. ガイドラインによる樹形制御効果の評価

並木の構成といった、類似形状の樹木を複数生成する必要がある場合、ユーザーによる入力線をガイドラインとすることで、望ましい結果群をより速く得ることが出来ると予測される。そこで、ガイドラインを用いる場合と用いない場合で、与えられた見本画像と組み合わせると並木を構成しても不自然でない樹木を9本生成するまでに何回の試行が必要か実験した。実験は樹木A(実験1,2)と樹木B(実験3,4)でそれぞれ行い、9人の被験者に実験させた試行回数の平均を図4に示す。また、使用した見本画像とガイドラインを用いた場合の生成結果の一部を図5に示す。

実験2,4では、ガイドラインを用いることで試行回数が減少した。しかし、実験1,3では、ガイドラインを用いない場合とほぼ同じ試行回数となった。この結果は、実験1においては、2.3で述べた枝の広がり具合の制御が弱いため、ガイドラインの範囲外に伸びる枝が生じやすかったためであり、実験3においては、ガイドラインを用いない場合でも容易に生成できたためだと考えられる。

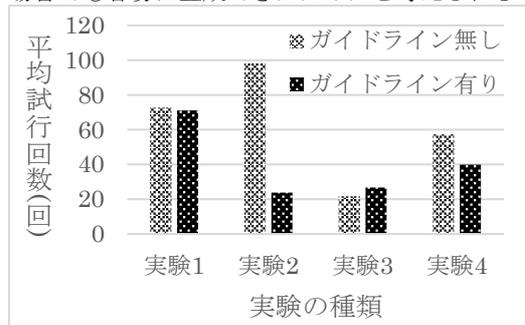


図4 平均試行回数

なお、樹木の生成時間は、8GBのメモリを搭載したIntel Core i7-3540M (3.00GHz 3.00GHz)のPCで樹木Aは約0.15秒、樹木Bは約0.56秒(30回生成した平均時間)であった。

	実験1	実験2	実験3	実験4
見本				
生成結果例				

図5 見本と生成結果例

4. まとめ

本研究では、樹木描画システム[7]にユーザーの手書き線をガイドラインとする樹形制御機能を追加した。

一部の実験では、ガイドラインを用いることで任意の樹形を生成できるようになり、似た樹木から成る並木の作成が容易になった。しかし、目標とする樹形によっては、ガイドラインが目標樹形の効率的な生成に余り寄与しないという結果になった。

今後の課題として、ガイドラインと生成結果の関係をユーザーの直感に近づけるために、ガイドラインによる制御の度合いを調整することや、より細かい樹形の指定を可能にすることなどを考えている。

参考文献

- [1] A.Lindenmayer, "Mathematical models for cellular interactions in development I. Filaments with one-sided inputs" Journal of Theoretical Biology, pp.280-299 (1968).
- [2] J.O.Talton, et al. "Metropolis procedural modeling." TOG, Vol.30, Issue 2, No.11 (2011).
- [3] W.Palubicki, et al. "Self-organizing tree models for image synthesis." TOG, Vol. 28, No. 3 (2009).
- [4] S.Longay, et al. "Treesketch: interactive procedural modeling of trees on a tablet." Eurographics Association, pp.107-120 (2012).
- [5] B.Neubert, et al. "Approximate image-based tree-modeling using particle flows." TOG. Vol. 26, No. 3 (2007).
- [6] X.Chen, et al. "Sketch-based tree modeling using Markov random field." Siggraph Asia and TOG, Vol. 27. No. 5, p.109-117 (2008).
- [7] 眞間 梓, "エネルギーモデルに基づくイラスト向け樹木描画システム", 第12回情報科学技術フォーラム講演論文集1-040 (2013).