

## 木立性のバラの樹形のプロシージャルモデリング

梅澤 航† 向井 智彦†

東京都立大学 システムデザイン学部†

## 1. はじめに

樹木のプロシージャルモデリングを目的とする従来技術の多くは、自然な状態で成長する樹形を主な対象としている。例えば、文字列を再起的に変換することで樹形を作成する L-システム[1]や、枝が空間を取り合う空間コロニー化法[2]が挙げられる。しかし、庭園などで栽培するバラは人の手入れを通じて樹形を制御されることが一般的である。そこで我々は、庭園などにおける自立するバラを対象とした、剪定や花がら摘みなどの樹木の生育過程における人為的な樹形操作と、品種による成長の違いを考慮したバラの樹形のプロシージャルモデリング生成法について研究している。その結果、バラの樹形や剪定についての知識の有無を問わず、感覚的な操作によって多彩な樹形を表現できるシステムの開発を目指している。特に本稿では、不要な枝を取り除くことで生じる樹形の規則性を再現するための、再帰的なアルゴリズムについて報告する。

## 2. 提案手法

提案法では、バラのモデルを3階層で表わす。まず、最小単位は節で、葉や枝を出すための指標とする。つぎに節の集まりを枝とする。そして、枝の集まりを株と呼ぶ。また、提案手法では、枝を切断する「シュートのピンチ」、「冬の剪定」、「花がら摘み」と、枝の発生を抑制する「芽かき」の4つの手入れを考慮する[4, 5]。そして、これらの手入れによってバラの樹形には、花を咲かせる枝以外の先端は切れ、枝の間隔を保つために枝数が制限されるという特徴が作られる。

提案法によるモデリング過程を図1に示す。まず、冬の剪定後の樹形を生成する(図1 a)。次に、剪定後の樹形を元に花枝と花首を作り(図1 b)、花枝の節の位置と葉の出る向きを元に葉のモデルを配置する(図1 c)。最後に花首の先端に花のモデルを配置する(図1 d)。なお、葉と花のモデルは事前製作されているものとする。以降、これら4つのステップについて述べる。

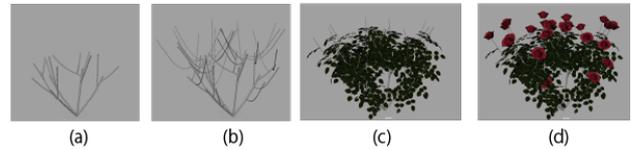


図1 生成過程

## 2.1. 樹形の生成

提案法では2種類の半楕円体の高さや幅を指定することで樹形を決定し、さらにいくつかの規則に沿って詳細な形状を決定する。まず、内側の半楕円体は、株の根元から出るシュートと呼ばれる枝の生育を制御する。これは、シュートのピンチを模したものである。次に、外側の半楕円体によって、前年までに出た枝を剪定する。これは、冬の剪定を模している。冬の剪定で切られた枝の先端には、春先に花を咲かす新しい枝が出る。

さらに、冬の剪定以外にも、シュートを除く外側の半楕円体の内側の枝の生育過程において、決められた数の節を越える場合、枝をその節の位置で切断する。これは、花がら摘みと呼ばれる、切断後の先端の節から複数の新しい芽を発生させるための作業を模している。したがって、花がら摘みを行った枝には、先端から2つの節に新しい枝を生成する。花がら摘みによる枝の生成は、剪定されるまで行う。さらに、シュートや前年までに出た枝の先端以外の節においても、ランダムで前年までの枝や花枝を生成する。

このように切断された枝に新しく枝を生成する際、下を向いて芽が出る場合と、新しい枝が伸びたときに他の枝との距離が一定以下の場合に枝を削除する。これは、枝の混雑の回避や、樹形を乱す枝をあらかじめ取り除く、芽かきと呼ばれる作業を模したものである。

## 2.2. 花枝

春先に出る花を咲かせるための新芽には、花が枯れるまで樹形を制御するための手入れは行われぬ。そうした新芽から伸びる枝は花枝と呼ばれ、本手法では一定数の節によって構成す

Towards procedural modeling of bush roses

† Wataru Umezawa, Tomohiko Mukai  
Tokyo Metropolitan University

る。そして、1本の花枝には複数の花が配置されるため、生成した枝の先端に一定数の花首を配置する。提案法では花首数を3とし、もし先端に全てを配置できない場合には、先端から2番目の節から順に新しい花枝を出す。ただし、花枝から出る新しい花枝の花数は3つを上限とし、伸ばす節の数は端からの節の数に等しいと仮定する。

### 2.3. 葉の配置

生成された花枝に対して葉を配置する。花枝の各節には、枝に対して株の外側を $0^\circ$ として、葉の水平方向の向きを設定する。各枝の葉の向きについては、次に出る枝が鑑賞に適した樹形になるように手入れされると仮定し、次のルールに従い先端の節の葉の向きを決定する。まず、 $0^\circ$ で枝を出した時に下を向かない場合は、 $0^\circ$ とする。次に、下を向く場合については、下を向かない角度に変更する。そして、先端以外の節については、3/8葉序[3]の知見に基づき、先端に発生した葉の方向から $135^\circ$ ずつずらすものとする。なお、シュートおよび、前年までに伸びた枝は、枝を出す時の水平方向の向きとして、葉の出る向きを使用する。

### 2.4. 品種による樹形の違い

品種によって異なる枝の伸びる時の曲率や、曲率の変化を、枝の伸びる傾き、枝の硬さ、変化の強さの3つのパラメータを通じて調整する。また、枝の生えやすさと手入れによる枝数の調整を1つにまとめ、枝数の制限を行う。そして、枝の長さは、枝の節の数と節の長さの2つのパラメータを介して制御する。

## 3. 結果



図2 剪定による生成結果の違い

品種による値は変えずに剪定を変えて生成した結果を図2に示す。左側では高さを抑えつつ、枝数を増やした。一方で、右側では枝数を抑え高く剪定する様子を再現するようにパラメータ



図3 品種による違い

を設定した。このように、手入れによる樹形の見せ方の違いを表現できていることがわかる。また、図3には、剪定だけでなく品種のパラメータも変えることで、品種と剪定による見せ方の違いを組み合わせた結果を示す。

図2、図3共に、先端が広がった樹形になっている。これは、本手法ではアルゴリズムとパラメータの設定の簡略化のために、枝の先端の芽を株の外側を向かせることを優先したためである。ただし、内側の芽を剪定時などで使うことで、よりコンパクトな樹形も生成可能である。

## 4. おわりに

本稿では、品種と手入れによる違いを考慮したバラの樹形のプロシージャルモデリング法を提案した。本手法は、春の開花した状態の樹形だけでなく、冬の剪定後の樹形も生成できる。しかし、本手法では、花の重みによって枝が垂れる樹形や、蕾や花を区別すること、春以降の樹形を生成することができない。また、バラには、自立するものだけでなくつるバラもある。今後は、そうした多様な樹形を生成できるシステムへの拡張が必要である。

## 謝辞

本研究はプラチナゲームズ株式会社の支援を受けた。

## 参考文献

- [1] P. Prusinkiewicz, J. Hanan, M. Hammel and R. Mech, L-systems: from the Theory to Visual Models of Plants, SIGGRAPH 2003 Course (2003)
- [2] A. Runions, B. Lane, and P. Prusinkiewicz, Modeling Trees with a Space Colonization Algorithm, Eurographics Workshop on Natural Phenomena (2007)
- [3] Phyllotaxis, Wolfram MathWorld <https://mathworld.wolfram.com/Phyllotaxis.html> (最終閲覧日 2022年1月4日)
- [4] 河合伸志, バラ講座 剪定と手入れの12か月, NHK出版, (2019)
- [5] 有島薫, 鈴木満男, イングリッシュローズのすべて, NHK出版, (2010)