

各生長段階の情報に基づいた植物の生長シミュレーション

7 P-4

猪飼亜紀子 岡智明 伊藤誠

中京大学情報科学部

1 はじめに

自然現象のシミュレーションはよく行われている。その中でも植物の生長は、公園などの景観をシミュレーションする場合には重要である。植物の中でも樹木に関する研究はよく行われているが、花壇等の詳細な設計をする場合には草花の配置も考慮すべきであり、今後草花の生長シミュレーションは必要になるであろう。

植物の生長過程には、遺伝的要素や環境など種々の要素が影響している。環境の影響を考えるには地形なども関連して複雑になると考えられるので、本研究では”遺伝”による個々の生長過程への影響を扱い、環境による影響は考えていない。遺伝子に含まれた情報によって、個々の植物は増殖する（子孫を残す）ための基本パターンを形成すると考え、その基本パターンをモデル化することで生長をシミュレーションする。本稿ではその基礎的実験を報告する。

2 植物の構造情報

これまで植物の形態をモデル化したいくつかの研究が報告されており、形態の基本パターンが遺伝子レベルで決定されているとする研究も提案されている[1, 2]。本研究では、植物が遺伝子レベルで持っている生長に関する情報を”遺伝子”というモデルで定義する。遺伝子モデルは、花や葉という形の情報、枝（茎）の付き方などの接続の情報、成長の仕方など変動の3つを備えている。

2.1 形の情報

同じ植物でも個体差があり形状も異なるが、基本的な形状パターンは突然変異でもない限り同じものだと仮定した。そこで、シミュレーションする植物を観察し、花や葉、つぼみなどの基本的な形状パターンの特徴を探しだし、それを基本形状モデルとした。例として葉の基本形状を図1に示す。

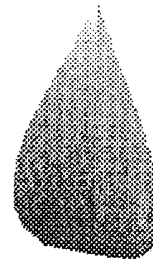


図1 葉の基本形状

2.2 接続の情報

本研究では、枝や幹がどのように生えているか、葉や花はどのように付いているかなど構造上の情報を接続情報としている。植物によって枝が生えてくる角度や位置は異なるが、形の情報と同様に、同じ植物であれば基本パターンが存在すると仮定してモデル化した。

樹木の枝分かれの情報は、まず幹から枝1・枝2と分かれ、次に枝1から小枝1・小枝2と分かれ、最終的には小枝1から葉1・葉2・葉3へと接続している階層構造として考える。以上の構造を図2に示す。

The simulation system of plants growth on the basis of each growth stage

Akiko Ikai, Tomoaki Oka, Makoto Itoh.

School of Computer & Cognitive Science, Chukyo University

枝が持つ接続情報として、接続位置（親に対して）と親と間の角度や小枝間の角度が挙げられる。角度には許容範囲を設けることによって自然さを表現する。

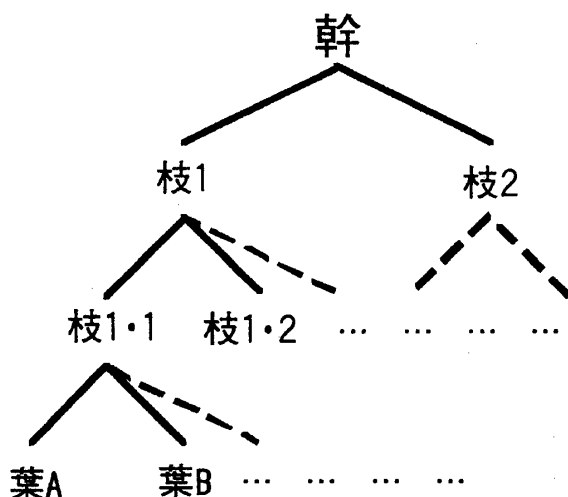


図2 枝の階層構造

2.3 生長による変動

植物は幹や枝、茎、花がすべて個々の生長の仕方を持っている。それぞれの生長の仕方を生長曲線としてモデル化することによって、個々の詳細な生長表現を可能にする。生長曲線は時間あたりの生長の割合としている。

3 シミュレーション

(a) ランダム変動

ランダム変動は各生長の初期の段階で乱数により定める。形状パラメータの乱数は正規分布とする。

(b) 生長率

各器官に対し、時間－生長の関係をグラフで与える。このグラフから各時刻の生長率を定める。

(c) 形状生成

ランダム変動を関与させ定まった基本形状のパターンは正規化座標系（0-1座標系）で作成し、この基本形状を生長率でスケールすることによ

て形状を定める。

(d) 基本形状の変化

基本形状が変化する場合、初期パターンと最終パターンの補間により中間のパターンを生成する。

(e) 各器官の接続

接続の情報は、2.2で説明したように階層構造となっていることから、各階層で変換行列を作成し下の階層が上の階層の変換行列を受け継いで決定する。

4 まとめと今後の課題

今回のシミュレーションでは、生長曲線を設定するにおいて植物の器官ごとに生長の特徴を探し出すことが必要となる。様々な植物をシミュレーションするには、個々の生長曲線のデータを収集し基本的な生長パターンを決定することで、それを基にしていくつかのパターン形成できるようにしなければならない。

今後の課題として、草花などの植物をシミュレーション出来るようにし、突然変異などの情報をどのように扱うか、他の種類の遺伝子の情報を交配することによって仮想的な植物を作り出せるようにしたい。

参考文献

- [1] Schneider, C.W., and Walde, R.E.: L-system computer simulations of branching divergence in some dorsiventral members of the tribe Polysiphonieae, *Phycologia*, 31(6), 1992, pp. 581-590.
- [2] 山下彰一, 日高東潮, 高井昌彰, 佐藤義治: 個体間の相互作用を考慮した樹群の形成シミュレーション, 第48回情報処理学会全国大会(1994)