

植物根系の生長シミュレーション

5 N-8

金山 知俊 増山 繁

豊橋技術科学大学 知識情報工学系

1 はじめに

近年、自然物や自然現象をCGで表現する研究が盛んに行なわれている。自然物の中でも植物は最も身近なものの一つであり、植物の形状データ生成に関する研究は従来から数多く行なわれている[1]。近年では周囲の環境や植物ホルモンの作用を採り入れることで、より現実に近い植物の形状データを得ることができる生長モデルも提案されている[1]。しかし、従来はCG画像生成が主な目的であったこともあり、植物の生長および形状維持に不可欠な根系のシミュレーションはほとんど行なわれてこなかった。現実の植物では根系の発達が生長に大きな影響を与えており、生長シミュレーション自体を目的とすれば根の生長を考慮することは不可欠といえる。本研究では植物の地上部だけでなく地下の根系を考慮することでシミュレーションの精度を高め、より現実に近い植物の生長シミュレーションを実現することを目的とする。今回はその前段階として植物根系のみの形状生成モデルを作成し、シミュレーションを行なった。

2 根のモデル

植物の根系は、まっすぐ下に伸びた主根とそれに付随する側根、支根からなる主根系と、一定の太さの細い不定根のみからなるひげ根系とに大きく分けられる。ひげ根系は被子植物の単子葉類に多く見られ、双子葉類や裸子植物、木本の類は主根系となるものが多い。本研究では主根系、ひげ根系両方を表現可能とする根のモデルを考案した。以下にその概要を示す。

2.1 根の構造

一般的な根の構造は図1のようにになっている[3]。根の先端は根幹によって保護され、その内側の分裂組織で細胞が増加し、伸長帯で細胞が伸長する

A Growth Simulation of Root Systems of Plants
Chishun Kanayama and Shigeru Masuyama
Department of Knowledge-Based Information Engineering,
Toyo-hashi University of Technology
1-1 Hibarigaoka, Tempaku, Toyo-hashi, Aichi 441, Japan

ことによって根は生長する。生長した根の表面の細胞からは根毛が伸びる。根毛は根の表面積を大幅に拡大し、水分や無機養分の吸収に大きな役割を果たしている。さらに生長すると根毛は脱落し、根の役割は吸水ではなく水や養分の輸送と地上部の支持へと移行する。本研究では根を図2のように、複数の屈曲点を持つ根の部分が接続点を介して階層構造をつくるモデルで表現している。各部分は世代毎に生長・分岐を行ない、根毛は最新の世代にのみ存在する。

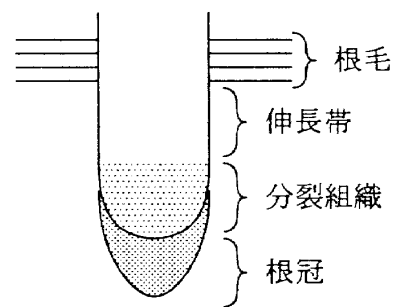


図1. 根の構造

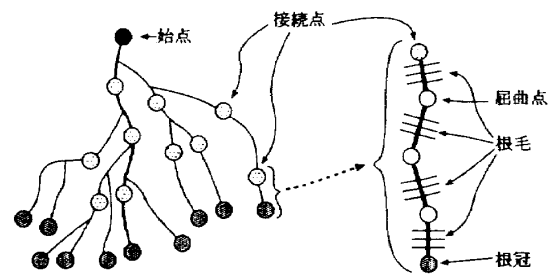


図2. 根のモデル

2.2 根の分岐

植物の枝には節という部分があり、葉や、新しい枝は必ず節から発生する[2]。それに対して根には明確な節というものはなく、側根の発生位置は定まっていない。側根の発生には水分や養分、ホルモンなどが関与していると考えられるが、今回は単純に乱数によって新たな根の発生位置を求めている。また、根の方向は一定の方向を中心として乱数により変動させている。

2.3 根の屈曲

根には下方方向に生長しようとする重力屈性という性質と、水分を求めて曲る水屈性という性質がある。今回は一定の割合で下方方向に曲りながら根を生長させることで重力屈性を実現し、水屈性は考慮していない。

根は障害物のない地上部の枝とは異なり、土の中で石などを避けながら生長するため、複雑に屈曲しながら生長する。今回は一定の長さごとに乱数で生長方向を変動させるという簡単な方法で根の屈曲を表現した。

3 シミュレーション

本研究のモデルによる根系の生成画像を図3,4に示す。図3は主根系、図4はひげ根系の画像である。ここでは細かい根毛は表示していない。重力屈性により上、横方向に分岐した根も下方方向に曲っていることが分かる。また、生長方向を変動させることで根の屈曲の表現を実現している。図3の主根系では太い主根から多数の側根、枝根が分岐している。図4のひげ根系では太さが一定で、主根系ほど細かい分岐はない。

4 まとめ

本研究はより現実に近い植物の生長シミュレーションを実現するために従来ほとんど考慮されてこなかった根系のシミュレーションを導入することを目指す。その前段階として今回は根系のみの生長モデルを作成してシミュレーションを行ない、根系らしい画像を得ることができた。

現状では根の分岐頻度や生長量、屈曲角などを乱数で処理しているが、これらを水分量や養分、ホルモン等で制御することでより現実に近い根系の生成が可能になると考えられる。また、根系だけでなく地上部の生長制御と組み合わせることで植物全体の生長シミュレーションが可能となる。ただ、根自体は通常目に見えないため、形態のシミュレートをどこまで厳密に行なうかは十分に考慮する必要がある。

今後は根系のモデルを改良しつつ、樹木のシミュレーションに組み込んでその効果を確認する予定である。



図3. 根系の生成画像 (主根系)



図4. 根系の生成画像 (ひげ根系)

参考文献

- [1] 金山知俊, 阪田省二郎, 増山 繁 : “分枝規則を再現し, 光, ホルモンの影響を考慮した樹木の生長モデル”, 信学論 (D-II), Vol.J79-D-II, No.8, pp.1362-1373 (Aug. 1996).
- [2] 原襄, 福田泰二, 西野栄正 : “植物観察入門 [花・茎・葉・根]”, 培風館 (1986)
- [3] 高橋英一 : “「根」物語 - 地下からのメッセージ-”, 研成社 (1994)