

IV-201 フラクタル幾何学的手法による 景観透視図作成プログラム

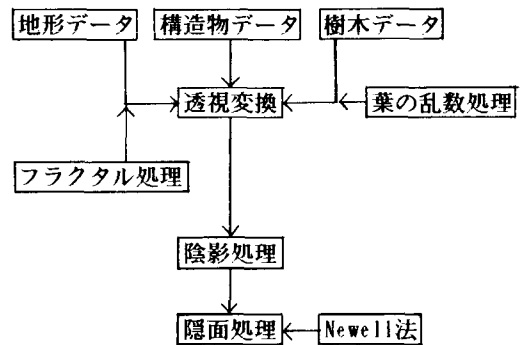
埼玉大学 正会員 窪田陽一
類設計室 浪田裕之

1. 研究の目的

CG (Computer Graphics) は、入出力機器並びに演算処理装置の飛躍的な進歩により、高精度の画像を高速に描出することが可能になり、CAD (Computer Aided Design) の強力な武器となってきた。しかしリアリティの高い映像を得ようとする、膨大な量のデータを作成しなければならなかったり、高価な専用システムを使用しなければならない、あるいは演算に長時間を要する等、未だに障害となる条件が残されている。これらに対処するために、アルゴリズムの一部のプロセッサ化 (CG 専用コンピュータの開発) とハードウェアのコストダウンが試みられている一方で、データ作成の簡略化や内部的な自動生成の手法、変換アルゴリズムの高速化等の研究が行われている。本研究は、地形・構造物・樹木からなる景観の透視図を陰影のあるカラー画像として汎用コンピュータのカラーグラフィックターミナルに出力させるためのプログラムを、フラクタル幾何学の理論を応用して開発したものであり、データ入力を省力化させながらもある程度のリアリティがある画像を得ることを目的としているものである。

2. プログラムの基本構成

本研究においては、メッシュ形式の数値地形モデル、凸多面体型の構造物モデル、ランダム性を考慮した樹木モデルの3種類を入力データとした。これらの3次元データに対して、透視変換を行い、隠面処理を施し光源を与えて陰影を付け、色彩を加えるという一連のプログラムを作成した。アルゴリズムの構成に際しては、先に出力した図に後から出力した図が重なる場合は前者の重複部分が自動的に消去されるという、カラーグラフィックターミナルの特性を考慮し、演算過程の簡略化をはかっている。



3. 地形データのフラクタル幾何学的処理

メッシュ形式の地形情報は離散的な構造を持つため、何らかの手法を用いて補間並びにスムージングを行う必要がある。通常は透視変換後の画面上で2次元的な関数曲線をあてはめるか、もしくは原データに対して3次元的な関数曲面による前処理を行ってから透視変換をすることが多い。本研究においては前者の手法を用いている。しかし一般にスムージングにおいて使用される曲線は、現実の地形に比べて滑らか過ぎる場合が多く、かえってリアリティが損なわれていることが少なくない。この欠点を補正する方法として、乱数を発生させることが考えられるが、スムージング曲線の考え方とは相容れない面があり、必ずしも良い結果を生むとは限らないところに問題を残している。2次元的なスムージングに用いられる手法には、Sprine曲線法、放物線混ぜ合わせ法、Bezier曲線法等があるが、いずれも地形表現に用いるには若干の不自然さが残ることが判明している(※1)。しかしBezier曲線の考え方に基づいてSprine曲線に特殊な条件を与えると、地形の輪郭をかなり正確に再現できることも知られている(※1)。本研究はこの曲線(L-Bez.曲線)を利用しつつ、地形表面の不規則な凹凸を表現するために、B. マンデルブローが提唱するフラクタル幾何学的手法の一つである、Wiener-Lévy 過程に基づくブラウン運動を適用することとした。

図-1 プログラムの基本構成

Wiener-Lévy 過程によるブラウン運動はランダムウォーク現象の極限形として記述することができる。この時ブラウン運動は統計的自己相似性を持ち、フラクタル性を有することになる。フラクタル性とは「無数の固有尺度を持ち」、「相似の中心が無数にある」ような幾何学的性質を言い、そのような性質を有する図形を非整数次元図形と呼ぶ。ブラウン運動による軌跡は厳密な意味における幾何学的自己相似性を有するものではないが、相似の概念を統計的なものに拡張することにより、自然界に見られる不規則な曲線も近似的にフラクタル性を持つものとみなすことが可能となる。この観点に立って、L-Bez. 曲線により滑らかなスムージングを施した地形の輪郭線（本プログラムの場合には視軸方向に対して鉛直断面の外形線の透視変換像）に対してブラウン運動を発生させ、不規則性の表現を行うこととした。

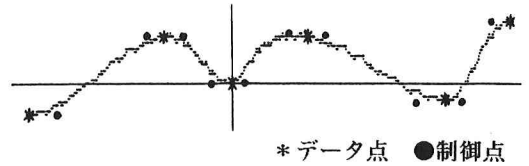


図-2 L-Bez. 曲線上のブラウン運動の例

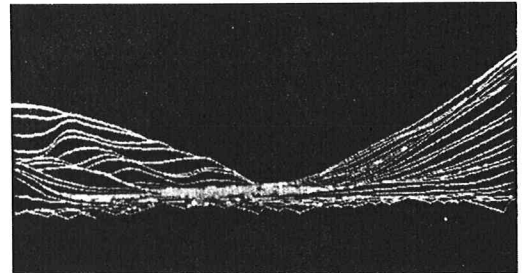


図-3 フラクタル処理を施した地形景観の例

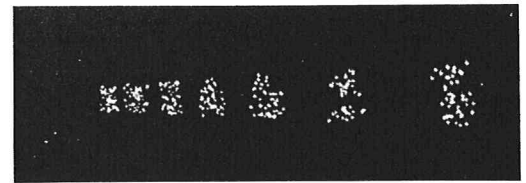


図-4 立体的乱数処理をした
樹木の葉の密度変化の例

4. 樹木データの立体的乱数処理

地形に次いで不規則性の表現が必要となる植生情報も、安易に乱数を適用すると現実性に乏しい表現しか得られない場合が多い。フラクタル幾何学においても、樹木の成育過程をシミュレートする試みが行われているが、樹種の表現まで行うには相当の記憶容量と演算時間を要することが多く、景観の一構成要素を描く手法としては現段階では余り効率の良いものではない。

本研究では、実際に成育している樹木の中から樹種を代表するような樹形のものを写真に撮影し、幹及び枝のデータを採取して基本データとする方法を採用した。1本1本の違いを出すために、葉の付き方は各々の位置を規定する鉛直方向座標を正規乱数、水平方向座標を一樣乱数で与えて、一定範囲の中で立体的に不規則化するように処理している。

5. Newell法による隠面処理

先に出力した図に後から出力した図が重なる場合は前者の重複部分が自動的に消去されるという、カラーグラフィックターミナルの特性を考慮したNewell法のアルゴリズムは、視点から奥行方向への物体の序列に関する情報を必要とする。グラフィックディスプレイにバッファメモリが設けられていれば、Zバッファ法による画素単位で判定が可能となり効率が良いが、現時点で一般に利用できる汎用コンピュータのターミナルでは記憶容量の点で問題が残る。今回は視軸方向座標に基づく順序判定を行い、最遠の要素から描出する通常の手順によった。

6. 結語

CGの精度は現在ではアルゴリズムとグラフィックターミナルの連携によって決まる側面が大きくなってきているが、理想的なハードウェアが得られない場合でも、データの加工処理によってその欠点を補う映像を得ることは必ずしも不可能ではないことが示された。

<参考文献>

- * 1 窪田陽一・岡田一天・川口隆尋「スムージングを考慮した地形透視図の自動作成の一手法」、土木学会第37回年次学術講演会講演概要集、1982.
- * 2 B. マンデルブロート／広中平祐監訳「フラクタル幾何学」、日経サイエンス社、1985.