

FRACTALS, COMPUTERS AND DNA

Peter Oppenheimer

New York Institute of Technology, Old Westbury, NY 11568, USA

ABSTRACT

The goal of science is to understand why things are the way they are. By emulating the logic of nature, computer simulation programs capture the essence of natural objects, thereby serving as a tool of science. When these programs express this essence visually, they serve as an instrument of art as well.

This paper presents a fractal computer model of branching objects. This program generates pictures of simple orderly plants, complex gnarled trees, leaves, vein systems, as well as inorganic structures such as river deltas, snowflakes, etc. More than just a visual simulation, this program models the growth process by mimicking the logic of an organism's genetics. By manipulating the genetic parameters, one can modify the geometry of the object in realtime, using tree based graphics hardware. The random effects of the environment are taken into account, to produce greater diversity and realism.

The program provides a study in the structure of branching objects that is both scientific and artistic. The results suggest that organisms and computers deal with complexity in similar ways, and that the fractal nature of an organism has evolved as a critical means for the survival of the species.

RESUME

Le but de la science est de comprendre le pourquoi des choses. En imitant la logique de la Nature, les logiciels de simulations informatiques permettent cerner l'essence des objets naturels, et deviennent ainsi des outils scientifiques. Lorsque ces programmes de simulation expriment leur résultats de façon graphique, ils deviennent aussi des modes d'expression artistique.

Cette communication présente un modèle informatique pour la génération d'objets fractals arborescents. Le logiciel permet de générer des images de plantes de faible degré de complexité, des arbres noueux, des feuilles d'arbres, des systèmes ramifiés, mais aussi des systèmes du monde inerte comme des deltas de rivières, des

cristaux de neige, etc... Au delà de la simple modélisation visuelle, ce programme simule le processus de croissance de ces formes en imitant la logique génétique de ces organismes. En manipulant les divers paramètres de ce code génétique, on peut contrôler en Temps Réel la géométrie de l'objet, grâce à l'exploitation d'un matériel capable pour la gestion de structures de données en arbre. Les perturbations aléatoires rencontrées dans les formes de croissance réelles contribuent à renforcer le réalisme des images générées et augmentent la diversité des formes ainsi produites.

Le logiciel permet d'étudier des objets à structure arborescente aussi bien du point de vue scientifique que du point de vue artistique. Les résultats obtenus suggèrent que les organismes vivants et les ordinateurs présentent certaines analogies vis à vis de la gestion de structures de croissances complexes, et que la nature fractale de certains organismes a évolué vers un équilibre optimum permettant la survie de ces espèces.

1. INTRODUCTION

Benoit Mandelbrot recognized that the relationship between large scale structure and small scale detail is an important aspect of natural phenomenon. He gave the name *fractals* to objects that exhibit increasing amount of detail as one zooms in closer. [9][10] If the small scale detail resembles the large scale detail, the object is said to be self-similar.

The geometric notion of fractal self-similarity has become a paradigm for structure in the natural world. Nowhere is this principle more evident than in the world of botany. Recursive branching at many levels of scale, is the primary mechanism of growth in most plants. Analogously, recursive branching algorithms, are fundamental to computers. Many high performance processing engines specialize in tree data structures.

