

木材経年変化のビジュアルシミュレーション法

尹 新[†] 藤本 忠博[†] 村岡 一信^{*} 千葉 則茂[†]
[†]岩手大学 ^{*}東北工業大学

Visual Simulation of Wood Weathering

Xin Yin[†] Tadahiro Fujimoto[†] Kazunobu Muraoka^{*} Norishige Chiba[†]
[†]Iwate University ^{*}Tohoku Institute of Technology

yinxin@cis.iwate-u.ac.jp; fujimoto@cis.iwate-u.ac.jp; muraoka@tohtech.ac.jp; nchiba@cis.iwate-u.ac.jp

アブストラクト

素材の経年変化はよく見られる自然現象であるため、金属の腐食や石の風化などの表現法の開発が活発に行われてきている。本論文では、木材の経年変化のビジュアルシミュレーション法について提案する。本文では、まず分枝を考慮した木材モデルの表現手法について述べ、次に木材の色および形状の経年変化を表現する手法について述べる。さらに、これらに基づくいくつかのシミュレーション例により手法の有効性を示し、最後に今後の課題について言及する。

Abstract

The aging process of material is an unavoidable natural phenomenon. Thus, several CG techniques for representing aging phenomena, such as metal corrosion and stone weathering, have been studied. In this paper, we propose a visual simulation method of wood weathering. First, we present the wood model in consideration of branching. Then, we give the algorithm for representing the weathering of the color and shape of wood. Several simulation examples show the availability of the proposed method. Finally, we conclude this paper and mention the future work.

キーワード： 木材，経年変化，侵食，ビジュアルシミュレーション，モデリング，ソリッドテクスチャ

Keywords: wood, weathering, erosion, visual simulation, modeling, solid texture

1. はじめに

コンピュータグラフィックス (CG) による風化・侵食、腐食・錆および汚れなどの経年変化の表現[1, 2, 3]は、建設物を含むリアルな景観シミュレーションや映像製作において重要な役割を果たす。本論文では、木材の経年変化のシミュレーション法について提案する。

2. 木材の劣化

木材は多様で優れた科学的性質を有しているが、腐れ、虫害、および力学的低下などの劣化作用をうけ、その性能は次第に低下していく。木材の劣化は、生物、水、空気、光および熱などによって引き起こされる[4]。劣化の外見的特徴としては、木材表面の色の変化や、形状の変形などが見られる。

3. 分枝を考慮した木材モデル

分枝を考慮した木材モデルとしては、木目を表現するための手法[5]が提案されているが、本論文では、木材

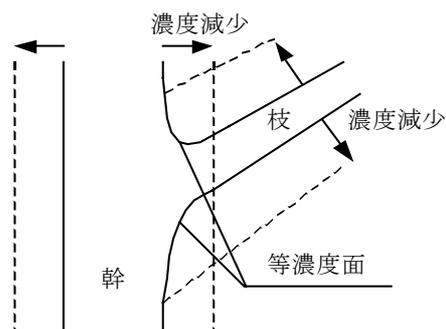


図1. 木の幹と枝

の経年変化の表現を目的とした、濃度円柱体を用いたシンプルなモデルを提案する。濃度円柱体とは、円柱体の表面から外側へ、濃度が距離に反比例するような濃度分布を持つ円柱体である。図1に示すように、木の幹を一つの濃度円柱体で設定し、枝も一つの濃度円柱体で設定する。空間の各点における濃度は、濃度円柱体の濃度を

加算することによって求める。求めた濃度分布について等濃度面を求め、これを年輪を表す面とする。

4. 木材の経年変化シミュレーション

木材の経年変化は、木材の種類や環境によって異なるが、本論文では、一つの例として、屋外に置かれた木材の変化をシミュレーションした。木材の経年変化のシミュレーションは、木材表面の色の変化と、形状の変化から成る。

4. 1 木材表面の色の経年変化シミュレーション

屋外に置かれた新しい木材が古くなる過程では、酵素活性低下により表面の輝度が低くなり[6]、そして日射と菌類などにより赤色成分が減少し灰色化していく[4]。この色彩変化を表現するため、カラーテレビ信号で用いられているYIQ表色系を用いる。木材の輝度の変化はY(輝度)を変化させ、赤色成分の減少はI(皮膚の色)を減少させることにより表現する。Qは皮膚以外の色を表現しているが、木材の色変化にとっては影響が少ないため定数としている。

4. 2 木材形状の経年変化シミュレーション

木材の形状の経年変化は、風化により表面の軟らかい組織(早材部)が分解されて硬い部分(晩材部)が浮き上がってくる。また、木材の腐朽の進行は、切線方向や半径方向より繊維方向への進行が速い[4]。

本手法では木材の形状定義にボクセル表現を用いる。すなわち、連続系で定義されている木材モデルを、離散的なボクセル表現に変換する。これは、木材モデルが定義されている空間を立方格子状に分割し、分割されたそれぞれの空間(ボクセルと呼ぶことにする)に濃度を与えることにより行う。

木材の経年変化は、木材の表面を構成しているボクセルの濃度を、時間とともに減少させることにより表現する。木材表面ボクセルの濃度の単位時間あたり変化量は次式で表される。

$$w = \frac{wat}{sel \cdot E} W \quad (1)$$

ただし、

w: 単位時間あたりの変化量

W: 定数, 基本的な変化量

w a t: 水分の影響

s e l: セルロースの影響

E: 密度の影響

である。

ここで、水分は日の当たる領域より当たらない領域の方が多くなるように分布させた。また、水の浸透速度は繊維方向で速く、それ以外では遅くした。

5. 木材のレンダリング

木材のレンダリングは次のように行う。

(1) ボクセルで表された木材データから、文献[7]の手法で木材の表面に相当する面を求め、それをポリゴンで近似する。

(2) ポリゴンをZバッファ法でレンダリングする。

文献[7]の手法は、濃度が登録されたボクセルによって表されたボリュームデータから等濃度面を求め、それをポリゴンで近似する手法である。

6. 木材経年変化シミュレーションの結果

図2に本手法による屋外に置かれた木材表面の色変化のシミュレーション例を示す。(a)から(c)までの変化はYの値で制御され、(c)から(e)までの変化はIの値で制御されている。図3に、木口面や柃目面および板目面で合成された直方体の経年形状変化のシミュレーション例を示す。この例では、木材の上部は日光や風雨による風化を、下部は水分が多いことによる腐朽菌の繁殖で腐朽して行くようすを表現した。実際の木材の風化では、年輪と年輪の間の密度の低い部分が先にやせ、腐朽は繊維方向ほど速く進行する。シミュレーション例より、このような特徴が表現されていることがわかる。

7. 終わりに

本論文では、木材の経年変化のシミュレーション法として、YIQ表色系による木材の色の経年変化法、および、ボクセルを用いた木材形状の経年変化法を提案した。また、シミュレーション例により、その効果を示した。

今後の課題としては、木材のひび割れおよび表面生物の生長などの現象を組み込むことや、木材のレンダリング法の改良、木材定義のデータ量の削減、計算の高速化などが挙げられる。

謝辞

本研究の一部は、通信・放送機構「地域提案型研究開発制度」に係わる研究開発課題による。

参考文献

- [1] Julie Dorsey .etc : Modeling and Rendering of Weathered Stone, Proc. SIGGRAPH 99, pp. 225-234, (1999)
 [2] S. Gobron and N. Chiba: 3D Surface Cellular Automata

and their Applications. The Journal of Visualization and Computer Animation, Vol. 10: No. 3, pp. 143-158, (1999)

[3] 尹新, 藤本忠博, 村岡一信, 千葉則茂: 木材経年変化のビジュアルシミュレーション法, 2002年NICOGGRAPH春季大会論文予稿集 pp. 19-20, (2002)

[4] 屋我嗣良 ほか: 木材科学講座12 保存・耐久性 海青社 (1997)

[5] 桃井貞美: 枝分かれを考慮した木目の表現手法, 情報処理学会論文誌, Vol. 35, No. 3, pp. 461-467, (1994)

[6] 城代進 ほか: 木材科学講座4 化学 海青社 (1993)

[7] 土井章男, 小出昭夫: 等関数値曲面生成のための四面体格子法, 第三回NICOGGRAPH論文コンテスト論文集, pp. 55-61, (1987)



図2. 木材色の経年変化

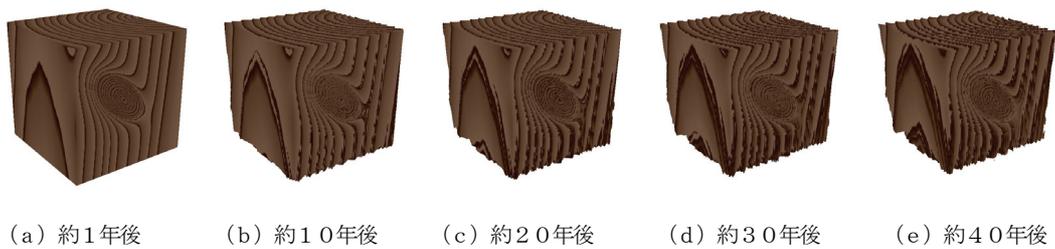


図3. 木材形状の経年変化 (直方体)