

茶碗のフォトリアリスティックレンダリング

世良 京平[†] 高木 友和[†] 蔡 東生[‡]

筑波大学 電子情報工学 システム情報工学研究科[†] 工学研究科[†] 電子情報工学系[‡]

1 はじめに

本研究では、自己組織化臨界現象 (Self-Organized Criticality) という観点から CG への応用、すなわち陶器における釉薬の貫入を、フォトリアリスティックに表現する為にシェーダを開発することが目的である。また、シェーダ作成の際に本研究では、ポロノイダイアグラムを利用する。さらに、レイトレーシング法を用いる事により、陶器の物理特性に基づいた、より現実的な表現を試みる。

2 自己組織化臨界現象と 1/f ノイズ

2.1 自己組織化臨界現象

自己組織化とは、外部からコントロールを受けることなく自発的に自然とシステムがある構造を形成し、無秩序な状態から秩序だった状態に時間発展していく現象であり、臨界現象とは 2 次相転移が起こる相転移点 (臨界点) において見られる、ゆらぎの発散、相関長の発散、スケール不変性、冪乗則、フラクタル構造と言った物の総称で、温度、圧力あるいは磁場など外部パラメータを調節し、臨界点に対応した時にだけ見られる特徴的な現象である。

2.2 1/f ノイズ

自然界には多くのゆらぎの現象が見られる。例えば夕焼けが赤く見えるのは、気体分子の熱運動によるゆらぎが原因であるとされ、また木目における濃淡の変化 1/f スペクトルになると言われている。また、ゆらぎ現象は人間が作り出したものにも数多く存在する。代表的な物と

して音楽が挙げられる。ビジュアルディの四季、ベートーヴェン交響曲第 3 番「英雄」などが 1/f ゆらぎになっている事が分かっている。人間の脳波や、心拍間隔、手拍子の間隔など生理的リズム自体がパワースペクトルが周波数の逆数にしたがって逆比例する。この様に自然界のゆらぎと人体のゆらぎが共に 1/f ゆらぎという点で深く関わっており、また人間が心地よく感じるとされている。

3 描画手法

3.1 シェーダ

本研究では先行研究[1]とは異なる手法、テクスチャマッピングではなく Pixar[3] が提供する RenderMan シェーダを開発する。テクスチャの場合、解像度の限界を持つ。もしオブジェクトが取り込んだ画像よりも大きければ、マッピングした際の繋ぎ目や繰り返しが目立つという欠点を持つ。しかし、Procedural Texture はこれらの問題を解決する。

3.1.1 ひび割れとポロノイ図

本研究のひび割れ作成にポロノイ図を用いた。最適施設配置問題を解く鍵が”ポロノイ図”と呼ばれる幾何図形であると一般に知られている。また、玄武岩のひび割れ(Stoyan,1987) にポロノイ図を当てはめると、食い違う面積の量は 4.4%であったという報告もなされている。この様に自然界にも似たような図がいくつか観察されている。ひび割れ作成にポロノイ図を用い、これらに 1/f 揺らぎ要素を加える事で、ひび割れを表現を試みる。

3.2 レイトレーシング

これまで貫入の生成だけに注目してきた。さらにここでは、陶器におけるひび割れの特性も考慮に入れるために、ひび割れの表面構造(図 1)

The Photo-Realistic Rendering Of The Tea Bowl
[†]Kyouhei Sera, The University of Tsukuba, Systems & Information Engineering [†]Tomokazu Takagi, The University of Tsukuba, Engineering [‡]Dongsheng Cai, The University of Tsukuba, Information Sciences and Electronics

を分析し、レイトレーシングを用いる。

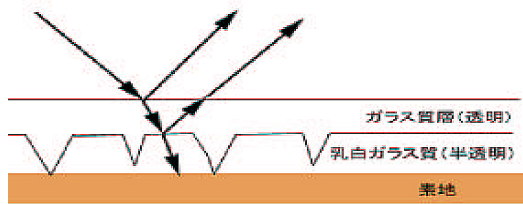


図1：陶器の表面構造

4 実行結果

実行結果を以下に示す。



図2：シェーダ実行結果



図3：レイトレーシング実行結果

5 考察

先行研究ではテクスチャマッピングを用いてひび割れ作成を行っていたが、本研究ではひび割れシェーダの開発を試みた。ひび割れ作成のためにボロノイダイアグラムを利用し、ゆらぎ要素を加える事で貫入模様を表現した。主観的ではあるが、ひび割れとしての写実性は増したように思われる。人の観点にもよる所も大きいですが、ひび割れのシミュレーションへのアプロー

チ法としては、結果から見てもなかなか良いものであったと思われる。そして、次にレイトレーシングを用いたひび割れ作成を行った。ひび割れの特性を考慮に入れると、碗表面は3層構造をなしていることが分かる。シェーダにおいてはレイトレーシングをサポートしていないため、今回は先ほどとは違い、ボロノイダイアグラムを用いて作成したひび割れテクスチャをマッピングし、その上層にガラス質を表現することにより、微妙な光の反射等を表現した。光を追跡することによってレンダリング時間は今まで以上に増すが、陶器としての質感表現として、より雰囲気が出せる。

6 終わりに

レイトレーシングにおいてはテクスチャをマッピングするのではなく、シェーダのように実際のオブジェクト上にひび割れを表現する必要がある。シェーダではレイトレーシングをサポートしていない為、今回はテクスチャマッピングを行ったが、物体の外観や質感を表現するシェーダにおいて RenderMan の持つ可能性を最大限に利用出来れば、レイトレーシング同様の効果を表現できるかもしれない。そうする事により、ガラス層を通った光は、乳白ガラス質層(ひび割れ層)で反射するだけでなく、ひび割れ内部にまで光りは届き、反射するといった、より現実的な表現ができるようになるであろう。つまり完全物理モデルによる表現が望ましい。

ガラス質層で透過、鏡面反射、乳白ガラス質層で内部拡散反射、素地で表面拡散反射をモデル化する為には、反射率、屈折率が曖昧な為、より正確なデータが必要であり、層の厚みも考慮すべき点である。本研究では大井戸茶碗のひび割れに限定したが、様々な陶器のひび割れに応用出来る様にし、アーティスティックな表現も可能にしたい。

参考文献

1. 高木友和, 自己組織化されたひび割れ, 筑波大学大学院 博士課程 工学研究科 修士論文, 2000
2. 日本の名陶十撰(2), 毎日新聞社, 1994
3. PIXAR, <http://www.pixar.com>
4. 世良京平, 陶芸における貫入紋様のシェーディング, 筑波大学 情報学類 卒業論文, 2000
5. Anthony A. Apodaca, Larry Gritx, Advanced RenderMan Creating CGI Motion Pictures, MORGAN KAUFMANN PUBLISHERS, 1999