

テクスチャマッピングを用いた3次元電子透かし法の提案

The Proposal of the 3-Dimensional Digital-Watermarking Method Using Texture Mapping

西村 輝義

Teruyoshi Nishimura

勅使河原 可海

Yoshimi Teshigawara

1. はじめに

近年、高速ネットワークの発達と普及により、静止画や音声だけではなく映像コンテンツや3次元画像などデジタルコンテンツの配布が簡単に行えるようになってきた。しかし、それらがネットワーク上でどのように配布され、利用されるか予測できず、不正利用される恐れもある。

3次元画像は企業のCADシステムから家庭に広がり、さらに携帯電話でも表示可能となった。これだけ普及した3次元画像に知的所有権を見出し、これを保護・管理する技術として3次元電子透かしの技術が必要となる。

本稿では、テクスチャマッピングの利点を考慮した新しい3次元電子透かし法を提案する。

2. 電子透かし

電子透かしとは、人間の知覚（視覚、聴覚）特性を利用して、画像データや音声データなどのデジタルコンテンツに、その冗長性を利用して、コンテンツとは別の情報を、人間に知覚できないように埋め込む技術のことである [1]。

2.1 電子透かしの要件

電子透かしには以下の要件を満たす必要がある。

- ・ 情報をコンテンツの中に、不可視の状態に埋め込むことができること
- ・ 透かし情報を必要ときに抽出することが可能であること
- ・ 透かし情報はコンテンツに加工が加えられても残ること
- ・ コンテンツの利用価値を保ったまま、第三者が透かし情報を除去することが困難であること
- ・ 透かしが記録されたコンテンツの品質をほとんど損なわないこと。

3. 3次元画像とアニメーション

3.1 3次元画像の作成

3次元画像は主に4つの手順から作成される。

- 1) 物体の生成 (モデリング)
- 2) 表面情報の貼り付け (マッピング)
- 3) 視点, 光源の設定
- 4) 画像の作成 (レンダリング)

アニメーションを作成する場合、あらかじめひとコマひとコマをレンダリングしておき、それらを再生する場合と図1のようにアニメーション実行時にリアルタイムにレンダリングし高速描画するものがある。

前者の場合、時間をかけてレンダリングすることが可能なので高品質なアニメーションを作成できるが、完成した映像は2次元画像の集まりであり、多くの3次元情報は失われる。したがって、ユーザは製作者が設定したカメラアングルから映像を受動的に眺めるだけとなる。後者の場合

ある程度のプロセッサ能力やメモリ容量がなければ十分滑らかな動きが確保できない。しかし、動いているオブジェクトを色々な視点から見たり、近づいてオブジェクトの軌道を変えたりとアニメーションを柔軟に変化させることができるという利点がある [2]。

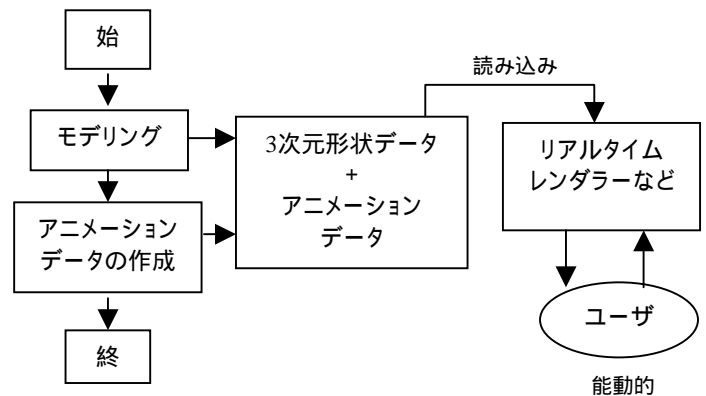


図1. リアルタイムレンダリングでのアニメーション

3.2 マッピング

3次元物体の表面に表面情報を貼り付ける技術をマッピングという。表面情報は、その物体の材質と表面状態を表し、それは以下の情報を組み合わせて表現される。

- 1) 色に関する情報
- 2) 質感に関する情報
- 3) 割り当て情報

そのなかでも物体表面の色（模様）や光沢などの属性を持つ2次元画像などをマッピングすることをテクスチャマッピングと呼ぶ。

3次元画像を作成する上でテクスチャマッピングの利点は次の3点である。

- すべてをポリゴンでモデリングする場合に比べ、仮想世界を簡単にモデリングすることができる。
- 壁のざらつきや複雑な木目など、ポリゴンだけでモデリングするよりもリアルなモデリングが可能である。
- テクスチャマッピングをうまく利用することで、少ないポリゴンでモデリングするよりも、レンダリングに時間がかからず快適なウォークスルーが可能となる。

4. テクスチャマッピングを用いた電子透かし

本稿で提案する電子透かし埋め込み法は前節で述べた利点および下記に示す電子透かしでの利点からテクスチャマッピングを利用する。

- ・テクスチャは画像であり、透かし情報を簡単に作成し埋め込むことが可能である
- ・テクスチャと頂点や頂点関係の自由度は高く、頂点関係に依存しないで埋め込むことが可能である
- ・複数の透かし画像を用いることで、透かしの多重化が可能である

4.1 電子透かしの埋め込み

埋め込み手順を以下に示す。

- 1) 3次元物体の生成や表面情報の貼り付け、視点、光源の設定
- 2) 電子透かし用の画像の作成
- 3) アニメーションの設定
- 4) 鍵の設定

鍵は透かし表示用の鍵であり、3次元物体の移動経路や速度、時間などを設定する。

4.2 透かし情報の表示

埋め込み済み3次元画像の用意をし、埋め込み時に決定した鍵が正の時にリアルタイムレンダリングによりテクスチャマッピングを用いて電子透かし画像を物体に貼り付けることで表示する。

5. 実行結果

透かし用画像、埋め込み物体、表示画像を以下の図2、図3、図4に示す。透かし用画像や3次元画像の作成には特別なソフトウェアを必要とせず、透かし用画像、表面情報はJPG画像であり、3次元物体はJava3Dで作成した埋め込み物体は「自転する地球」を作成し、透かし画像を埋め込んだ。

鍵は本稿ではある決定された自転速度とした。図3の下のスクロールバーで自転速度を調整できるようにし、決定された速度のときに透かし画像である図2を表示させた。

NSUT

図2．透かし用画像



図3．埋め込み対象物体



図4．透かし画像の表示

普段使用する場合は鍵が正でないときであり、透かし情報が必要なときに鍵を正とし、表示させる。次に編集された場合としてアフィン変換された場合を図5、図6に示す。

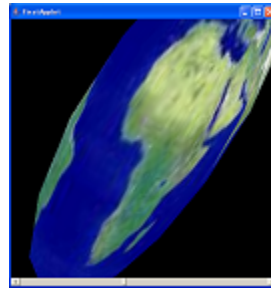


図5．埋め込み対象物体



図6．透かし画像の表示

頂点関係に依存しないため、頂点の位置がずれるアフィン変換などには耐性がある。透かし画像が読み取れないくらいに編集された場合(限りなく細くなる場合や小さくなる場合)は元の対象物体の使用価値も落ちるため、意味をなさない。

6. 考察と今後の課題

本稿で述べた電子透かし法の特徴を以下に示す。

- 1) 鍵で透かしを表示させるため、元の3次元画像を必要とせず、透かし情報を表示させることが可能である。
- 2) 3次元画像に存在する、多くの表面情報群に透かし用の画像を追加するだけで、電子透かしを簡単に埋め込むことが可能である。
- 3) ある1つの物体だけではなく、背景やほかの物体に対してもテクスチャを貼り付けることが可能であり、異なる電子透かし情報を埋め込むことも可能である。また、複数の透かし画像を同一物体に埋め込むことも可能である。

既存の3次元画像に対する電子透かし法では、透かし抽出時に元の3次元画像が必要であったが、本稿で提案する電子透かし法では必要がない。しかし、鍵で表示非表示を切り替えるため、その鍵が悪意のある人に発見された場合、それを除去されてしまえば透かし画像が表示されることはない。この場合、鍵をある速度のときにある経路とするなど、複雑にすることで除去を困難にすることができる。電子透かし法の評価は、コンテンツの種類や電子透かしの使用形態にもよるが、コンテンツに対する各種の改変操作に対して耐性を有するかであり、3次元画像の場合、色々な視点から見た耐性実験や空間情報への耐性実験などを行う必要がある。また現段階では透かし情報の“表示”であり、情報の“抽出”ではない。透かし情報を幅広く利用していくためには、情報の“表示”から“抽出”にする必要がある。これらの問題を解決していくことが今後の進展につながっていく。

参考文献

- [1] 小松尚久他：電子透かし技術，電機大出版局，2004.1
- [2] 荒屋真二：明解3次元コンピュータグラフィックス，共立出版，2003.9