

# クロッピングにロバストな3Dモデルに対する電子透かし埋め込み手法

Robust Watermarking for 3D Model against Cropping

侯書会<sup>1</sup>  
Shuhui Hou

飯山将晃<sup>2</sup>  
Masaaki Iiyama

角所考<sup>2</sup>  
Koh Kakusho

美濃導彦<sup>2</sup>  
Michihiko Minoh

京都大学大学院 情報学研究科<sup>1</sup>

Graduate School of Informatics, Kyoto University

京都大学学術情報メディアセンター<sup>2</sup>

Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

## 1 はじめに

電子商取引が盛んになるにつれて、3Dモデルの利用が進んでいる。メッシュで表現された3Dモデルの著作権保護に関する技術の一つとして「電子透かし」がある。従来、3Dモデルのメッシュの法線分布を利用して電子透かしを埋め込む手法[1]が提案されているが、モデル全体の特徴を利用するため、メッシュの一部だけクロッピングされた場合には問題がある。そこで本稿では、3Dモデルを領域分割し、複数の領域に同一情報を埋め込み冗長性を持たせることで、クロッピングされても電子透かしが消える確率が低い電子透かし埋め込み手法を提案する。

## 2 提案手法

まず、3Dモデルを手動で領域分割し、各領域の重心を計算する。その際、各領域の大きさが著作権を主張できる程度の大きさとなるように分割する。次に、各領域に対して、3Dモデルの重心から領域の重心へのベクトル $\vec{oo}_n$ を計算し、領域中の三角パッチの法線と $\vec{oo}_n$ とのなす角が最小となるものを起点パッチとして選択する。起点パッチをプリミティブとし、プリミティブに隣接する三角パッチと起点三角パッチの法線との成す角 $\theta$ が小さいものから順に三角パッチをプリミティブに追加する。この追加操作をプリミティブに含まれる三角パッチの数が一定数を超え、かつ、 $\theta$ が一定の値以下となるような三角パッチがなくなるまで繰り返す。

領域中の三角パッチの中でプリミティブに含まれなかったものの中で、法線と $\vec{oo}_n$ とのなす角 $\phi$ が最小となるものを新たに起点パッチとして、新たなプリミティブを構築する。このプリミティブの構築を領域中のすべての三角パッチがいずれかのプリミティブに含まれるまで繰り返す。

こうして得られた各プリミティブに対し、その重心からモデルの重心までのベクトルの各成分の大きさとモデルの外接矩形の各成分の大きさとの比を調整することで、二値情報を埋め込む。一つのプリミティブに対して1ビットの情報を埋め込むことができる。埋め込む情報が1の場合、この比が大きくなるようにプリミティブに含まれる三角形の頂点を外に移動させる。埋め込む情報が0の場合、逆に、頂点を内に移動させる。

これによって、各領域ごとに最大でプリミティブ数ピッ

トの情報を埋め込むことができる。各領域に対して同一の情報を埋め込むことにより、一部の領域が失われても電子透かしは保存されるようにする。つまり、3Dモデルに埋め込まれる情報のビット数は各領域に含まれるプリミティブ数の最小値となる。

## 3 実験結果

図1(a)に示す3Dモデルを五つの領域に分割し、領域からそれぞれ18,49,36,34,79個のプリミティブを構築した。各領域に対して18ビットの情報を埋め込み、そのモデルに対して、アフィン変換、クロッピング、両者の組み合わせを行ったモデル(図1(b,c,d))から電子透かしを取り出す実験を行った。どの場合においても電子透かしが正しく抽出できた。

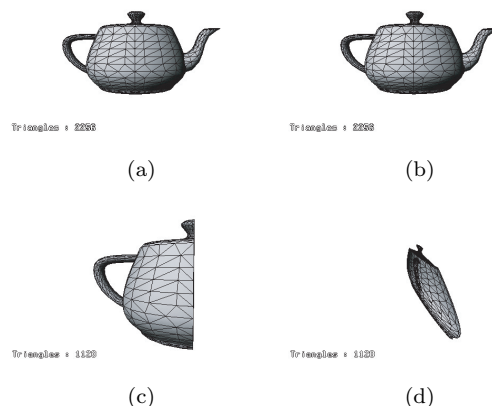


図1 (a) Original teapot model (b) Watermark embedded model (c) Cropped model (d) Cropped and affine-transformed model

## 4 おわりに

本稿では、3Dモデルをいくつかの領域に分割して、各領域に同じ情報を埋め込むことで、クロッピングに強い電子透かし埋め込み手法を提案した。

## 参考文献

- [1] O.Benedens "Geometry-Based Watermarking of 3D Models". IEEE CG & A, pp.46-55, January/February 1999.