

# ウェーブレット変換と遺伝的アルゴリズムを用いた3次元形状モデルに対する電子透かし埋め込み法

(知能情報システム学) 村田真一

## 1. 序論

現在、3次元ポリゴン(多角形)の集合で登場人物を表現した、いわゆるポリゴンゲームが世界中でプレイされている。3次元形状モデルは企業の形状CADシステムから家庭に広がり、私たちの生活に浸透してきた。3次元グラフィックスで使われる3次元形状モデルには著作権があり、これを保護する必要がある。

著作権を保護するために用いられる技術の一つに電子透かしがある。電子透かしは透かしと呼ばれる何らかの情報をコンテンツに付加する技術である。

そこで本研究では、3次元形状モデルというデジタルデータに焦点をあて、「Digital Watermarking for 3D Polygons using Multiresolution Wavelet Decomposition」[1]を用いて、最も電子透かしの埋め込みによる品質劣化の少ないウェーブレット変換係数の配列を決定する最適化問題を作成し、遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて近似最適解を求めた。

## 2. 開発環境

- ・使用プログラム言語 : Visual C++6.0
- ・OS : Windows XP
- ・Dell Optiplex GX260
- ・CPU : PentiumIV 2.5GHz
- ・メインメモリ : 512MB

## 3. 処理手順

- ① 3次元形状モデルの頂点の並びをランダムに並び替え新しい頂点の並びを32パターン作る。
- ② GA処理で用いる初期集団を、設定した個体数だけ発生させる。それぞれの個体は全15ビットの遺伝子を持ち、上位5ビットが新しくつくった頂点の並びの中でどのパターンを使用するか決定領域、下位10ビットが頂点番号をずらす値を決定する領域とした。初期集団の発生はランダムであるが、この時点で条件を満たさない個体(制約条件として設定した埋め込み情報の検出率が一定値未満のもの)は致死遺伝子とみなし、条件を満たすものだけで設定した個体数の初期集団を構成する。
- ③ 発生した個体全てに対して埋め込みと検出を行い、適応度を求める。透かしの埋め込んだ3次元形状モデルの頂点の座標と原ポリゴンモデルの頂点の座標との距離の2乗誤差の総和の逆数を適応度とした。
- ④ 適応度の高い個体(親候補)が確率的に選ばれ易いルーレット選択によって、新しい個体集団を形成する。
- ⑤ 設定した交叉率に基づいて、親候補の個体集団から選出されたペアを用いて交叉を行う。

ここでは2点交叉を行った。

⑥ 設定した突然変異率に従って1点突然変異を行う。

③～⑥の処理を設定した世代数だけ繰り返し、最も適応度の高い個体を近似最適解とする。

#### 4. 実験

世代数 20、個体数 96、交叉率 0.6、突然変異率 0.2 とし、透かしの情報には画像(1ビットの20×20配列)を用いて実験を行った。得られた近似最適解を基に3次元ポリゴンモデルに対して電子透かしの埋め込み、検出を行い、検出率を求めた。電子透かしの埋め込み前[2]と、埋め込み後のポリゴンモデルを図1、図2に示す。透かし情報の検出率は図1、図2とも100%であった。

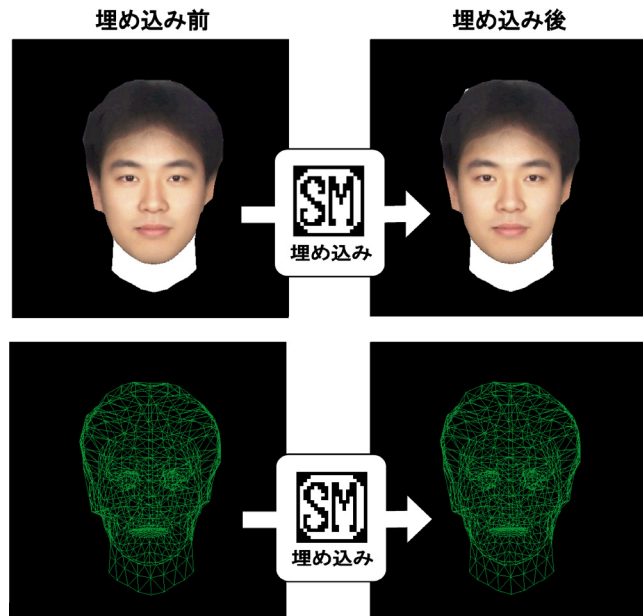


図1 埋め込み例-1

#### 5. 結言

3次元ポリゴンモデルの頂点の座標の並びから、最も電子透かしの埋め込みによる品質劣化の少ないウェーブレット変換係数の配列を決定するという最適化問題を作成し、遺伝的アルゴリズムを用いて、近似最適解を求めた。本法により、3次元ポリゴンごとに最適に近い埋め込み位置を決定することができる。また、得られた近似最適解は透かし情報抽出の際の秘密鍵としても用いることができる。

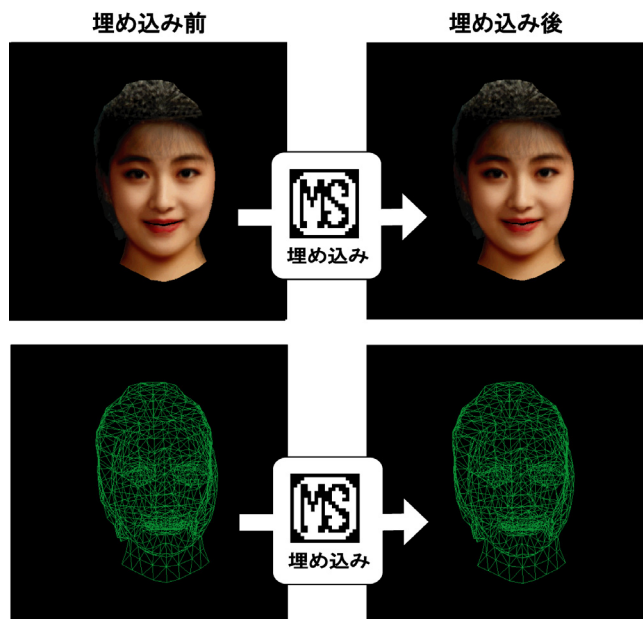


図1 埋め込み例-2

#### 参考文献

[1]S. Kanai, H. Date, and T. Kishinami, Digital Watermarking for 3D Polygons using Multiresolution Wavelet Decomposition, Proc. Sixth IFIP WG 5.2 GEO-6, pp296-307, Tokyo, Japan (December 1998)

[2]<http://www.Tokyo.image-lab.or.jp/aa/ipa/>