

3次元モーフィングのための対応付け自動化に関する研究 A Study on Automatic Matching for Three-Dimensional Morphing

山下 主税† 西尾 孝治‡ 小堀 研一‡
Chikara Yamashita Koji Nishio Ken-ichi Kobori

1. はじめに

近年、映画やCM、ゲームなどにCGを用いたアニメーションが広く用いられている。特に、2つの異なる形状に対して補間を行い、アニメーション化するモーフィング技術が注目されている。従来は実写画像などの2次元画像を対象に用いられてきたが、CG技術の進歩により、3次元形状に対しても行えるようになった。

3次元形状のモーフィングを行う際、対象となる2つの形状の頂点同士の対応付けが必要となる。これを手作業で行うと膨大な時間が必要となるため、自動化が求められている。しかし、自動で対応付けを行う場合、形状の特徴を考慮する必要がある。

そこで本研究では、モーフィングで主に用いられる動物モデルを対象として、形状を頭や四肢などの特徴的なパーツに分解し、パーツの対応付けを自動で行う手法を提案する。本稿では、Katz^[1]の手法を用いて動物モデルを複数のパーツに分解し、各パーツの部位を認識、頭部、四肢、尾部の部位に分類することで、パーツの対応付けを行う。さらに提案手法の有効性を実験により検証する。

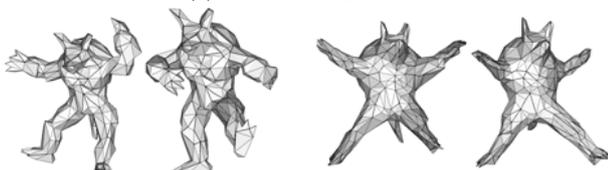
2. パーツ分解

2.1 パーツ分解の概要

まず形状の姿勢による影響を抑えるために、測地距離をもとに多次元尺度法を用いて入力形状の引き伸ばしを行う。これを引き伸ばし形状と定義する。つぎに引き伸ばし形状の凸包を求め、その凸包を構成する頂点の中から先端点を抽出する。最後に球面ミラーリングを用いて切断面を決定し形状をパーツに分解する。

2.2 形状の引き伸ばし

測地距離をもとに形状全体に引き伸ばし処理を行う。引き伸ばし形状を用いることで、形状の姿勢による影響を抑えたパーツ分解の結果を得ることができる。図1(a)に示す形状の場合、同図(b)のように引き伸ばされる。



(a) 入力形状 (b) 引き伸ばし形状

図1 引き伸ばし形状の生成

2.3 先端点の抽出

引き伸ばし形状の凸包をもとに、先端点を抽出する。ここで、図2に示すように、凸包を構成している点を凸包点、

凸包点と稜線を共有している点を近隣点と定義する。

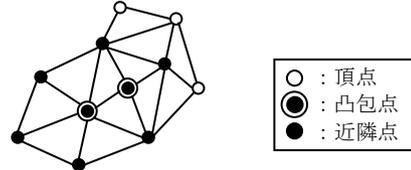


図2 先端点の決定

つぎに、凸包点および近隣点から他のすべての頂点への測地距離の総和を求める。この測地距離の総和の値を、凸包点とその近隣点で比較する。このとき、凸包点の測地距離の総和が各近隣点の測地距離の総和より大きい場合、この頂点を先端点として抽出する。

2.4 切断面の決定

球面ミラーリングを用いて、形状をパーツに分解するための切断面を決定する。球面ミラーリングとは、図3に示すように、形状の外包球を鏡とし、外包球の中心から頂点を外包球の外側に投影することで反転した形状を生成する処理である。

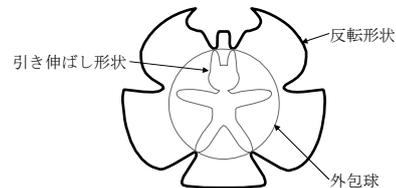
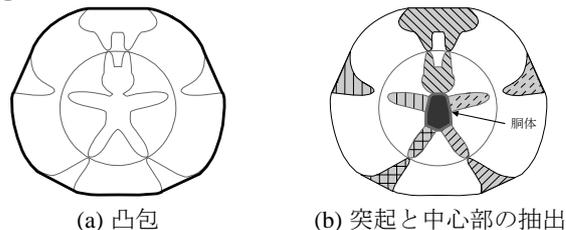


図3 球面ミラーリング

まず、引き伸ばし形状を外包する球を生成する。つぎに、形状を外包する球の中心と形状の各頂点を結ぶ直線との交点を生成し、この交点が中点となるように外包球の外側に頂点を生成する。この処理をすべての頂点で行い反転形状を生成する。

つぎに、反転形状をもとに切断面を決定する。この処理を図4に示す。まず、反転形状の凸包を求める。このとき、凸包を構成していないくぼみの部分の頂点群は、同図(b)に示すように、同じ網かけで示す引き伸ばし形状の頭部や四肢の頂点群と対応する。そこで、先端点からこれらの頂点群を結合することで、頭や四肢に該当する突起部分を抽出する。



(a) 凸包

(b) 突起と中心部の抽出

図4 切断面の決定

† 大阪工業大学大学院 情報科学研究科

‡ 大阪工業大学 情報科学部 情報メディア学科

つぎに、同図(b)の黒い部分の頂点群を結合する。提案手法ではこのパーツを胴体部分とする。最後に、この結果を入力形状に適用する。

3. 部位の認識

提案手法では動物形状の対称性に着目し、パーツ分解によって得られる各パーツの部位を認識し、頭部、四肢、尾部の部位に分類する。

3.1 頭部の認識

前処理として、各パーツの切断面部分と胴体部分の中心にそれぞれ頂点を生成する。切断面部分に生成した頂点を付け根の点、中心部分に生成した頂点を中心点とそれぞれ定義する。図5に頭部認識の処理手順を示す。

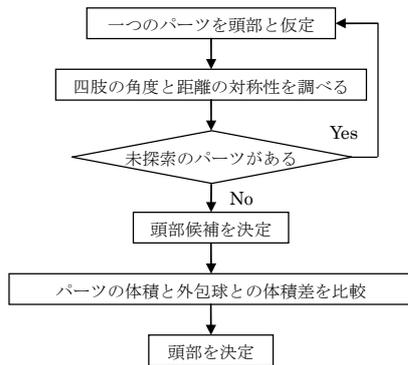


図5 頭部認識の処理手順

まず、図6のAからEのどれか一つのパーツを頭部と仮定する。同図では、Aを頭部と仮定したものとする。このとき、Aに対応する付け根の点を注目点と定義する。つぎに、同図(a)に示すように、中心点から注目点へと向かうベクトルと、中心点から注目点以外の付け根の点へと向かうベクトルのなす角を求めることで四肢の角度の対称性を調べる。また、同図(b)に示すように、注目点からそれ以外の付け根の点へと向かうベクトルの長さを求めることで距離の対称性を調べる。

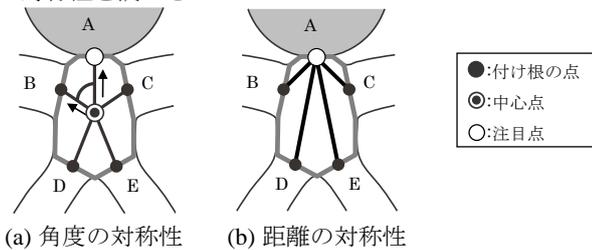


図6 頭部候補の決定

この二つの処理をすべてのパーツに対して行う。動物の四肢は左右対称であるため、頭から見た両手および両足の角度と距離はほぼ等しくなると考えられる。そのため、これらの条件を満たしているパーツを頭部候補とする。頭部候補が複数存在する場合は、図7に示すように、そのパーツの体積と外包球との体積差を比較する。動物モデルにおいて体積差を比較した場合、一般的に頭部は体積差が小さくなるため、最も体積差の小さいパーツを頭部と認識する。

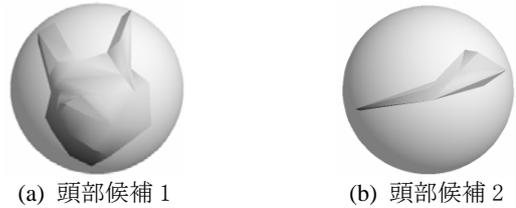


図7 頭部の決定

3.2 頭部以外の部位の認識

頭部と認識したときの角度を用いて四肢の部位を認識する。これらには左右の区別がないため、入力形状の向きから左右を区別する。最後に、残ったパーツを尾部と認識する。

4. 実験

本研究の有効性を検証するために実験を行った。提案手法によってパーツの部位を認識することで、パーツでの対応付けを行った。結果を図8に示す。

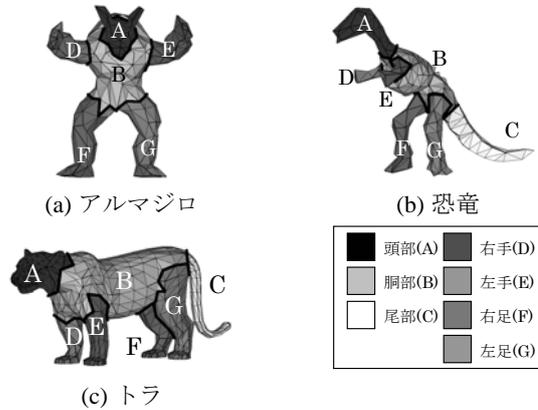


図8 実験結果

また、kanaiらの手法^[2]を用いて頂点同士の対応付けを行い、その結果をもとにモーフィングを行う。

5. おわりに

本研究では、動物モデルを自動で特徴的なパーツに分解し、これらのパーツの部位を自動で認識することで、パーツの対応付けを自動化する手法を提案した。提案手法では、Katzの手法を用いて動物形状を複数のパーツに分解した。そして、動物形状の対称性を用いることでパーツの部位を認識した。そして、実験により本研究の有効性を確認した。今後の課題として、四肢や尾部以外の部位を認識する方法を考案することが挙げられる。

<参考文献>

[1] Sagi Katz, George Leifman, and Ayellet Tal, "Mesh Segmentation using Feature Point and Core Extraction", The Visual Computer, Vol.21, pp.649-658, (2005)
 [2] Takashi Kanai, Hiromasa Suzuki, Fumihiko Kimura, "Three-dimensional Geometric Metamorphosis Based on Harmonic Maps", The Visual Computer, Vol.14, Issue 4, pp.166-176 (1998)