

テクスチャ付き 3DCG モーフィングのための UV マップ調整手法 Influence of UV Map on Surface Texture for 3D-Morphing

飯田 英輔[†] 渡辺 大地[‡]
Eisuke Iida Taichi Watanabe

1. はじめに

近年、アニメーションやビデオゲームでは、3次元コンピュータグラフィクス(以下 3DCG)が利用されることが多くなっている。3DCG の技術の 1 つにモーフィングがある。モーフィングとは、ある 3DCG モデルから別の 3DCG モデルへ時間の経過とともに滑らかな形状変形を行うものである。モーフィングは映画「ターミネーター2」の作品中で使用され、話題にもなった。2004 年に発売された携帯ゲーム機「プレイステーション・ポータブル」には、モーフィングをサポートする機能が組み込まれている。アニメーションの現場では 3DCG モデルを用いた作品も多く、モーフィングを使用する場面は数多く考えられる。

本研究では、三角メッシュモデルを対象とする。モーフィングを行う上で問題になるのは、対応問題と補間問題である。対応問題とは、3DCG モデルを構成するメッシュの各頂点をソースモデルとターゲットモデルの間で、1対1の対応関係を構築することである。モーフィングを行うことを前提にせずに用意したソースモデルとターゲットモデルを使用するには、この問題が大きく関わってくる。この問題には、湯本ら[1]の提案がある。補間問題とはソースモデルとターゲットモデルの間で構築した対応関係の頂点をどのように補間するかというものである。この補間の方法によって、変形途中の形状に差がでたり、形状の一部分だけの変形を行ったりすることができる。この問題に対しては、川井ら[2]の提案がある。これらの2つの問題は主に形状に関わる問題である。

ゲームやアニメーションなどの映像作品でモーフィングを使用する際には、形状については様々な手法があり、比較的容易に出来る。しかし、3DCG モデルの模様や柄といった表面画像は、モーフィングによる変形に伴って、その形状に適した表面画像を作成しなければならなくなり、それを作成するには時間や手間が掛かる。また、3DCG モデルの形状の表面画像が適した位置に表れるようにしなければならない。これらのことより、表面画像も形状と同時にモーフィングを行うのは非常に手間が掛かる。

本研究は、モーフィングを行う際の表面画像に焦点を当てた。3DCG モデルのモーフィングを行う際に、形状だけではなく表面画像も同時にモーフィングを行うことを目的とする。その際には、ソースモデルとターゲットモデルの形状の特徴箇所のみならず、表面画像の特徴箇所も対応が取れ、実行することが重要である。筆者ら[3]はこの問題について問題点を挙げ、モーフィング時に UV 座標値を固定して行うことによりテクスチャがずれるのを

防ぐ手法を提案した。本研究では、補間用 UV マップを調整する際に三角形の裏返りによる不都合な UV マップが出来上がるのを防ぐ手法を提案する。本研究により、3DCG モデルの表面画像も含めてモーフィングを行うことが容易になり、3DCG を用いたゲームやアニメーションなどの映像作品で表現の幅が広がる。

2. 三角メッシュモデル

本研究では三角メッシュモデルを対象としている。UV マップの作成方法は様々だが本研究で対象としたのは、形状のある 1 点を基準として、その点から切り開いて平面にした展開図である。また、ソースモデルとターゲットモデルは同一の頂点数であり、特徴箇所を考慮して頂点関係を構築してあるものを前提としている。

3. テクスチャ付きモーフィングの問題点

図 1 はソースモデルに猫、ターゲットモデルに象を使用し、形状、UV 座標値、テクスチャ画像をそれぞれ線形的に補間しモーフィングしたものである。時間経過とともに左から右へ変形していき、中央の画像は時間 $t = 0.5$ のときの状態である。中央の画像から目の表れる位置がずれてしまっているのがわかる。このテクスチャ画像上の特徴箇所の移動に対して、補間途中の形状の各頂点が持つ UV 座標値が適した位置を示さないことが原因である。そのためソースモデルとターゲットモデル間で形状とテクスチャ画像をそれぞれ補間しても、形状の頂点に変化していくテクスチャ画像上の適した位置を UV 座標値として適切な値を示すことが必要になる。

この問題の解決のため提案した手法[3]では、補間途中の形状とテクスチャ画像のずれを防ぐために、モーフィング実行時には UV 座標値が変化せずに固定した状態で行える手法を提案した。補間用の UV 座標値はソースモデルとターゲットモデルの UV 座標値から調整する。モーフィング実行時に形状の頂点は補間用の UV 座標を参照することで、形状の特徴箇所に対応するテクスチャ画像上の特徴箇所の位置を保つことにした。



図 1. テクスチャ画像のずれ

4. モーフィング実行前の UV マップ変換

モーフィング実行前に、補間用の UV マップをソースモデルとターゲットモデルの UV マップから調整する。補間用

[†] 東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科
Graduate School of Bionics, Computer and Media Science,
Tokyo University of Technology

[‡] 東京工科大学メディア学部
Faculty of Media Science, Tokyo University of Technology

UV マップの調整として、ソースモデルとターゲットモデルの UV マップを線形補間しただけでは不都合な場合がある。先に述べたように本研究で扱う UV マップは三角形メッシュになるものを対象としているが、ソースモデルとターゲットモデルの UV マップの状態によって、三角形が裏返ってしまう場合がある。

三角形の裏返りを防ぐために本研究では、各三角形について三角形の各頂点が調整前と同じ並びになるように補間用 UV マップを調整した。ソースモデルとターゲットモデルの対応する UV 座標値から式 4.1 を使って、補間用 UV マップの仮の UV 座標値を求める。 \mathbf{V}_{src} がソースモデルの 1 つの UV 座標、 \mathbf{V}_{trg} はターゲットモデルの 1 つの UV 座標、 \mathbf{V}_{con} は補間用 UV 座標となる。 t の値によってソースモデルとターゲットモデルの混合率を変えるが、最初に仮 UV マップを調整するときは $t=0.5$ として計算する。

$$\mathbf{V}_{con} = (1-t)\mathbf{V}_{src} + t\mathbf{V}_{trg} \quad (4.1)$$

UV マップに含まれる全 UV 座標値に対して行う。この UV 座標値を頂点として三角形を構成するが、このときに三角形ごとに 3 頂点に対して ID を振り、頂点の並び順を記憶しておく。次に仮の UV 座標値で出来上がる三角形を頂点の ID 順に構成したときに、調整前と頂点の並び順が逆になっていないかを UV 座標値から調べる。このとき頂点が逆の並び順だった場合は、その三角形に含まれる頂点の UV 座標値を再計算する。再計算時は、式 4.1 の t の値を 0.5 から徐々に減少または、増加させて行う。この再計算とチェックを全ての面の向きが正しくなるまで、再計算ごとに t の値を変えて行う。全ての三角形の頂点の並び順が正しくなったときに、補間用 UV マップの完成となる。図 2(a)、(c) はそれぞれソースモデル、ターゲットモデルの UV マップ、(b) が調整した補間用 UV マップである。

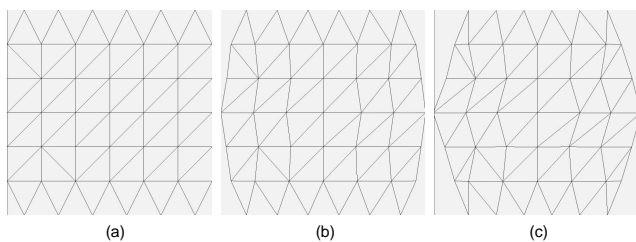


図 2. 各 UV マップ

UV マップの UV 座標値に調整を加えて値を書き換えるということは、モデルの形状とテクスチャ画像の関係性に変更されているということである。補間用に UV マップを調整したので、ソースモデル、ターゲットモデルごとにテクスチャ画像を変換して形状とテクスチャ画像の整合性を取らなければならない。テクスチャ画像の変換は、元の UV マップと補間用 UV マップを比較して行う。比較は UV マップを構成する三角形ごとにする。元の三角形に属する 1 つのピクセルの色情報を、補間用 UV マップのそれぞれの三角形を構成する 3 頂点から相対的に同じ位置にコピーする。これを UV マップ中の全三角形に対して行い、テクスチャ画像を変換する。この処理を行うことで、補間用 UV マップを参照していても適切なテクスチャが表現することができる。

5. モーフィング実行時の処理

モーフィング実行時には、これまでに行った処理している補間用 UV マップと補間用 UV マップに合わせたテクスチャ画像を使用する。ソースモデルとターゲットモデルで共通の補間用 UV マップを用い、モーフィング実行時には UV 座標値の補間を行わないことでテクスチャ画像が適した位置に現れることを防ぐことができた。図 3 はモーフィングの実行結果である。(a) は直方体に丸印を付けたソースモデル、(d) は球体に丸印を付けたターゲットモデルである。(b) は本手法を使わないでモーフィングを行ったもの、(c) は本手法を使ってモーフィングを行ったものである。(c) では丸印が重なっていて、テクスチャ画像の位置が補正されているのがわかる。

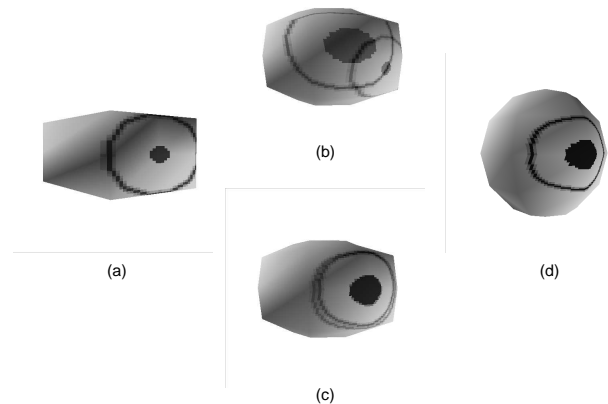


図 3. モーフィング実行結果

6. 評価・展望

本研究で用いた UV マップは、形状をある 1 点を基準として、その点から切り開いて平面にした展開図であった。UV マップの作り方は作成者によって様々な方法があり、UV マップの変換方法を改良することで、それらに対応することもできるだろう。

参考文献

- [1] 湯本麻子, 鈴木香緒里, 佐々木繁, "楕円球メッシュを用いた 3 次元モーフィング", グラフィクスと CAD, 1995.
- [2] 川井雅典, 大淵竜太郎, "スペクトル分解を用いた 3 次元メッシュのモーフィング", 情報処理学会研究報告 グラフィクスと CAD 研究会報告 2001-CG-105-7, pp. 33-38, 2001.
- [3] 飯田英輔, 渡辺大地, "テクスチャの特徴箇所を考慮した 3DCG モーフィング", 情報処理学会第 70 回全国大会, 2008.