

# Proposal on patterns for human heads modeling

横小路 高行 鷺崎 弘宜 深澤 良彰

早稲田大学 基幹理工学部 情報理工学科

ykk-s7w14@ruri.waseda.jp washizaki@waseda.jp fukazawa@waseda.jp

## 概要

映画、広告、ゲームなど様々なコンテンツにおいて、CG 技術が広く利用されている。その中でも人間の CG モデルの利用頻度は非常に多く、その制作技術もほとんど確立されてきたといえる。ただし、その制作技術は体系化されているわけではなく、その一つ一つのノウハウがばらばらに存在している状態である。すなわち、そのノウハウを共通の言語として記述、共有することは実現できていない。以上をふまえ、本論文ではこれを改善することを目的として、人体モデルを作成する際に最も重要であり多くの作業時間を必要とする頭部モデルに着目し、モデリング段階での制作技術におけるノウハウに名付けをし、パターン集として体系的にまとめたものを提案する。

## 1.はじめに

現在、映画、ゲーム、医療、インターネットなどさまざまなものが CG 技術によって表現されている。その中で、人体のモデリングに着目する理由は、人間はあらゆる CG に関連したコンテンツに多く現れ、人間の CG はすべての CG コンテンツの主演と考えることができるためである。また、近年では、写実的な人間を最大限に忠実に表現する「Saya」[1]などの試みもなされている。

CG のプロダクションワークフローに含まれる段階には大まかにモデリング、リギング、アニメーション、ライティング、レンダリングがある。多くの問題はこのワークフローの中で生じており、制作が前段階に戻ることや同時並行的に進行することも多い。具体的には、モデリングの段階でひじ、ひざなどの関節部のポリゴンの分割数が不足していたりする場合、モデルを動かすための骨を入れる工程であるリギング時に、その骨を動かしたとき骨の周辺のポリゴンがどの程度影響されてうごくようにするのかを調整する「ウェイト調整」という作業がある。その調整中にきれいに腕が曲がらないといった問題が生じることにより、作業を行うリガーがモデラーにモデリングのり直しを求めることになり作業工程が戻ってしまい無駄な時間がかかってしまうことや、その間は骨を入れるリギングが完了せず、アニメーションをつけるアニメーターは骨がモデルに入らないと作業に移れないため、アニメーターにも余計な待ち時間が発生するという問題が生じる。

建築分野で提唱されたパタンランゲージの考え方はソフトウェアデザイン分野に広く浸透し、適用されてきた[2]。パタンランゲージとは、特定の分野のある法則やノウハウに名付けをすることで、他者とアイデアを記述、共有しあう活動をより円滑になるよう向上させるものである。言い換えれば、ある問

題や解決策を記述するのを容易にし、コミュニケーションにおいてその分野の抽象的な物事を扱えるようにするものである。そこで、本論文ではパターンランゲージの考え方を CG 技術のモデリングにおける様々なノウハウに適用することを考える。

人間の CG モデル制作を支援する研究は古くから多くなされており[3]、写真から特徴点を抽出することで人間の顔の CG モデルを生成するといった研究などが行われている[4]。しかし、これらの研究で生成される CG モデルはポリゴンの流れまでは考慮されていないため、そのままアニメーションでモデルを動かすことはできない。本研究はそのポリゴンの流れなども含めた CG モデル制作を支援するものである。

我々は主に人体の頭部モデリングに着目し、この分野におけるパターン集を考えた。人体頭部のモデリングでは特定のノウハウや法則が存在している。先に述べたワークフローにおける問題を少しでも解決すべく各段階でのクリエイターが変更点などを話し合う際、このパターン集が効果的に利用されることで共通言語として成立することを目的としている。

本論文は、最初に CG のモデリングにおける基礎知識を簡単に解説する。次に、モデリングパターンのパターンライブラリの構成について述べたのち、パターン集の中の一部のパターンの詳細を紹介する。最後にこれまで得られた経験について述べ締めくくる。以上の流れで本論文を構成する。

## 2. CG のモデリング基礎知識

CG モデルはポリゴンで構成されている。ポリゴンは基本的に三角形ポリゴンと四角

形ポリゴンからなる。処理（レンダリング）時にエラーが発生しやすいため、五角形以上のポリゴンはモデリングに使用すべきではないと言われており、モデリングにおいては暗黙のルールとなっている。また、トポロジーとは、複数の三角形、四角形ポリゴンで構成された「ポリゴンの流れ」のことをいう。このトポロジーをうまく構築することも、モデリングにおいて重要なポイントであり、特に人体モデルにおいては非常に重要になってくるものである。トポロジーはプロダクションワークフローの各プロセスに密接に関わってくる。例えば、人間のモデルをアニメーション段階で動かす場合、モデリング時にある特定の場所のポリゴンの分割数が少ないなどの問題は、形状破綻の問題を引き起こす。特に、この問題は人体モデルの関節部でよく見られる。上記のように、人間の CG モデルのポリゴンは、後工程での作業を考慮し、筋肉の流れや関節などを意識してポリゴン分割する必要がある。人間のモデリングにはこういったいくつかのパターンやノウハウが存在することがわかっている。実際に様々なモデラーによって作られた人体モデルにもあるパターンが見て取れる。

## 3. パターンライブラリ構成

パターンライブラリの構成は、目的、適用可能性、構造、構成要素、結果の5つで成り立っている。この5項目は参考文献[2]を元に行っている。現状、15のパターンがあり、表1のような分類を行っている。横軸は頭部モデルにおける各部位に該当し、縦軸はリアルな人間モデルとアニメ調の表現の人間モデルで分けられている。パターンの具体的な詳細については次章で述べる。

表1：モデリングパターン表

	各部位へ 適用可能	頭	眼	鼻	耳	口	毛
リアル調 モデル			Sphere eyes pattern	Nose hole Pattern	Ear line pattern		Grow fur pattern  Texture hair pattern
アニメ調 モデル			Pressed eyes pattern		Simple ear pattern	Thin lips pattern  Teeth tongue separation pattern	Geometry hair pattern
両方	Radiation pattern  Corner pattern	Square head pattern  Sphere head pattern		Sharp and thin nose pattern			

## 4.パターン例

本章では、パターンの例として Radiation Pattern, Corner Pattern を取り上げる。

### Radiation Pattern

#### 目的

・顔の表情筋などの円状に流れている筋肉を表現するために、メッシュ（ポリゴン）を分割する際、トポロジーが放射状に形作られる。

#### 適用可能性

・人体の中で円状に流れる筋肉を持つ部位を表現する場合。

#### 構造

・放射状のメッシュの流れ。

#### 構成要素

・放射状の面と、その外側の格子状または放射状の面。

#### 結果

・筋肉の流れに沿ったメッシュの流れにすることで、フェイシャルアニメーションにおけるメッシュの流れに起因する問題を回避することができる。

・放射状に並んだ四角形ポリゴンを再びきれいに四角形分割可能なので、放射状の流れの内側、外側のディテールを深めることができる。

・他の放射状メッシュとの流れにおける親和性が良い。

この Radiation Pattern の口部分に対する使用前と使用後の例を図1、図2に示す。これらはすでにポリゴンの流れを放射状に直した後であるが、放射状に四角形フェースを構成したことで内側に向かって放射状分割を加えていくことが可能なため、唇部分を詳細に作りこめていることが確認できる。

Radiation Pattern をさらに使用し作りこんでいった例を図3、目部分における Radiation Pattern の例を図4に示す。放射状に連なる四角形フェースを確認できる。オレンジのフェースより外側は格子状フェースとなる。

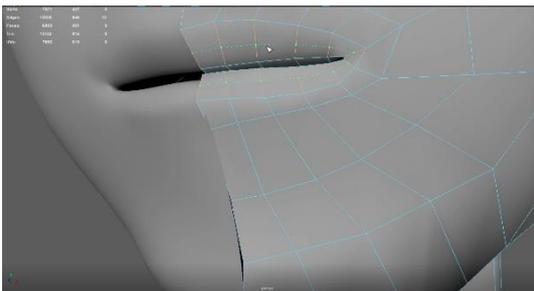


図1：口部分での Radiation Pattern 使用前

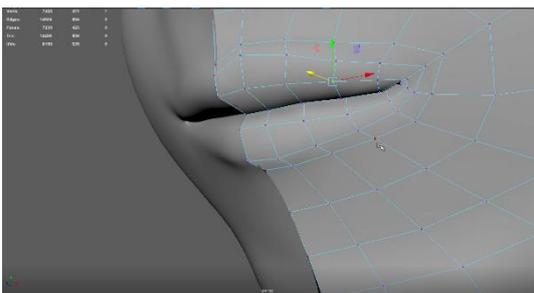


図2：口部分での Radiation Pattern 使用後

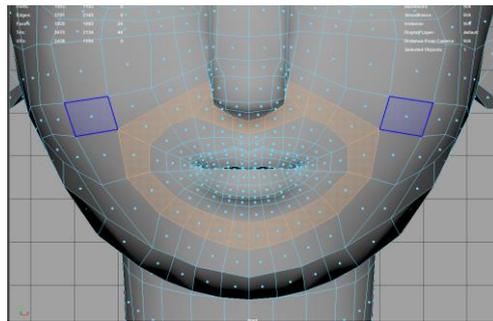


図3：口部分における Radiation Pattern

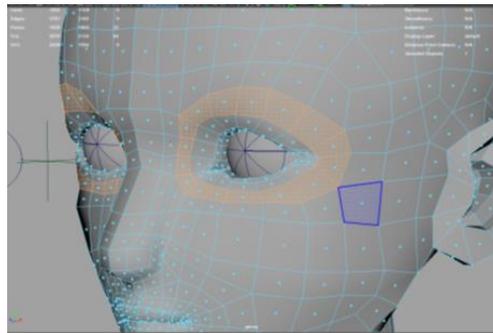


図4：眼部分における Radiation Pattern

## Corner Pattern

### 目的

・二重瞼などの一部のラインを表現するため、ラインの両脇または片脇にエッジが来るように構成する。

### 適用可能性

- ・ 瞼周辺のディテールや、唇の尖らせ具合などの絶妙なラインを表現する場合。
- ・ 単純に角をとがらせたい場合。

### 構造

・ 図5のように唇の形状は中心部分のエッジの幅が狭く、外側の口角部分にいくにつれてエッジの幅が広がっていく

### 構成要素

- ・ フォルムを決めるラインとなるエッジ
- ・ その横の1～2本のエッジ

## 結果

- ・エッジ同士の幅によって尖らせたい部分と滑らかにしたい部分の違いを表現できる。
- ・唇などの連続的な「尖り」から「なめらか」への形状的变化をメッシュの流れの中で表現できる。
- ・フォルムとなるラインの横にエッジを追加してその幅を決めるだけなので使いやすい。

図5でのエッジ間の幅を口角に向かうにつれてだんだんと広くしていくことによって、唇の中心部から口角にかけてのなめらかな形状変化を図6で実現できていることが確認できる。

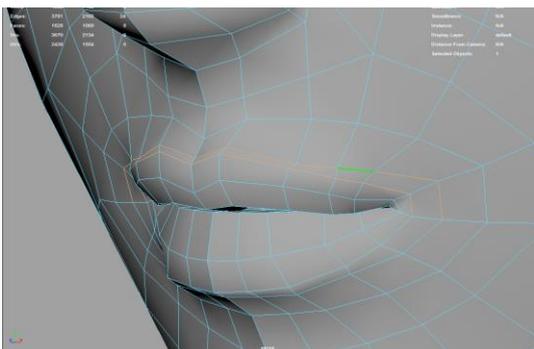


図5：唇の中心部分から口角にかけてのエッジの幅の広がり

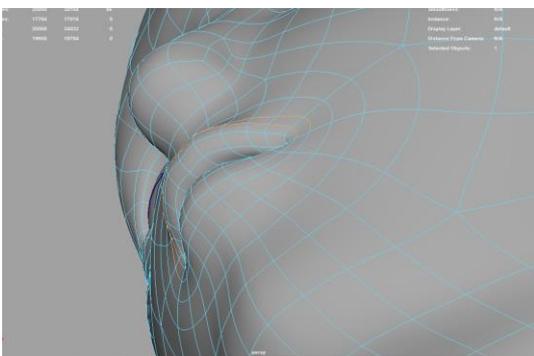


図6：唇の中心部から口角にかけての滑らかな形状変化の例

## 5. おわりに

これらのパターンに名前を付けて収集することで、コンテンツ制作ワークフローで通の言語として「人体モデリングパターン」を記述して共有することができた。CGモデリング初学者にモデリングを教える際にも役立つといえるはずである。今後目標としてパターンを約20ほど集まるよう調査し、系統的にまとめることを考えている。また、プロのモデラーからフィードバックやアドバイスを得たり、現状定量的な評価による裏付けがないため、評価方法を考え評価を行う予定である。そして、パターンの有用性を実証するために、業界で広く扱われているツールである Maya の Pymel を用いてパターンに沿った描画支援機能を実装中である。

## 参考文献

- [1] 「Telyuka Garatea Circus We Make Virtual Humans」,<<https://www.telyuka.com/>>2017年12月31日アクセス。
- [2] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides 著；本位田真一，吉田和樹監訳 オブジェクト指向における再利用のためのデザインパターン 改訂版，ソフトバンクパブリッシング 1999.11 414p
- [3] Li-an Tang and Thomas S.Huang. "Automatic construction of 3D human face models based on 2D images", IEEE, vol.3, pp. 467-470, 1996.
- [4] James Booth, Epameinondas Antonakos, Stylianos Ploumpis, George Trigeorgis, Yannis Panagakis and Stefanos Zafeiriou. "3D Face Morphable Models "In-the-Wild" ", Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) IEEE Conference, pp.5464 – 5473, 2017