

# スケッチインタフェースによる四角形メッシュの生成と編集

高山 健志<sup>†</sup> Daniele Panozzo<sup>†</sup> Alexander Sorkine-Hornung<sup>‡</sup> Olga Sorkine-Hornung<sup>†</sup>

<sup>†</sup> ETH Zurich

<sup>‡</sup> Disney Research Zurich

## 1. 背景

3次元サーフェス形状を入力として、その上に高品質な四角形メッシュを生成する処理は、CGアニメーション制作・有限要素解析・建築デザインなど様々なアプリケーションにおいて重要である。四角形メッシュが高品質であるためには、エッジの流れ（局所的に規則的格子と見なせるような一連のエッジの流れ）が入力形状の特徴に沿うこと、および必要最小限の特異頂点（4個以外の面で共有される頂点）が適切な位置に生成されることが一般に求められる。

先行研究では、ユーザの与えたエッジの方向や密度等に関する疎な制約を考慮しつつ、自動最適化によって四角形メッシュを生成するアルゴリズムが主に提案されてきた[1]。しかしこの最適化問題は整数制約を含むため解くことが本質的に難しく、特に粗い四角形メッシュを生成しようとするとき様々なアーティファクトが予想外の形で発生するという問題があった。一方で高品質な四角形メッシュの生成を必要としている実際の現場では、ユーザの意図を確実に反映させられるという理由から、手作業で頂点や面を一つ一つ作成していくような非常に原始的で手間のかかる方法が、現在も広く用いられている[2]。このような手動モデリングによる四角形メッシュ生成を支援する技術に関しては、驚くべきことに従来ほとんど研究がなされて来なかった。本研究ではスケッチベース UI によって直観的かつ効率的に四角形メッシュを作成でき、しかも最終的なメッシュのトポロジーを直接的にコントロールできるような手法を提案する。

## 2. 提案法

図1に提案システムの概要を示す。ユーザはモデル上にスケッチすることで、エッジの流れを直接指定することができる(a)。スケッチされたカーブは最終的なメッシュのエッジの一部となり、カーブの交差点は最終的なメッシュの頂点の一部となる(b)。四角形状の領域がカーブによって囲まれると、そこに「パッチ」が生成され(c)、パッチの内部には自動的に四角形メッシュが生成される(d)。ユーザはパッチ境界におけるエッジ分割数を変更したり(e)、パッチ内部の特異頂点の位置を変更したり(f)することで、メッシュのトポロジーをコントロールすることができる。また提案システムでは、カーブのT字接続(g)や三角形形状・五角形状のパッチ(h)もサポートしている。

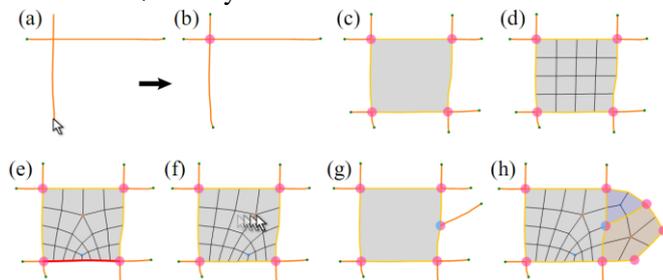


図1: 提案システムの概要

このようなシステムを実現するために、パッチの境界上において任意のエッジ分割数を与えられた時に、常にパッチ内部に適切な四角形メッシュを生成できるような新しいアルゴリズムを開発した。またユーザがカーブをスケッチする作業を効率化するための UI 機能も提供している。

## 3. 結果および今後の課題

図2にプロのアーティスト2名が提案システムを使用して作成した四角形メッシュの一部を示す。既存のツール[2]よりもずっと短い時間（約1~2時間）で高品質な四角形メッシュを作成できることが確認できた。また全体の使用感に関して非常にポジティブなフィードバックを得ることができた。

本研究では基本的に全ての情報（パッチ配置、エッジ分割数など）をユーザに直接指定させたが、例えば形状特徴を利用してパッチの配置を自動計算したり、パッチ内の特異点の位置を最適化したり等、ある程度の自動化によりユーザの作業量を減らすような改善案が考えられる。

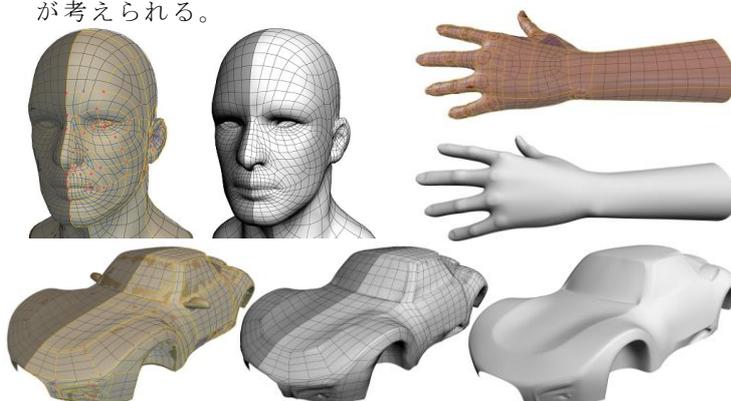


図2: アーティストによるモデリング結果

## 文 献

- [1] Bommes, Zimmer, Kobbelt. “Mixed-Integer Quadrangulation”. ACM SIGGRAPH 2009.
- [2] Pilgway. 3D-Coat (Version V3). 2013.