

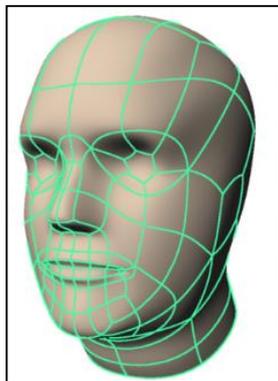
# もっと手軽にCG制作 ～アルゴリズムとUIの合せ技～

国立情報学研究所  
コンテンツ科学研究系 特任助教  
高山 健志  
[takayama@nii.ac.jp](mailto:takayama@nii.ac.jp)

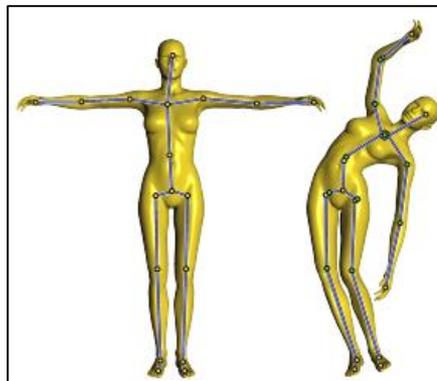
2015年10月22日

# 3DCG制作に必要な技術

モノの形を決める  
モデリング



モノの動き方を決める  
アニメーション



モノの見え方を決める  
レンダリング



- 上記3領域について、アーティストの意図を反映させる  
**User Interface (UI)** 技術に関する最近の研究を紹介
  - SIGGRAPH, SIGGRAPH Asia, Eurographics
- 私の独断と偏見に基づくセレクション
  - (私の専門はモデリングなので、その割合が高くなる)
- 論文の動画をひたすら鑑賞 (細かい説明は略)

# パート1：モデリング

# Teddy : ラフな3D形状を手早く作る

<http://www-ui.is.s.u-tokyo.ac.jp/~takeo/video/teddy.mp4>

**Takeo Igarashi**  
**Hidehiko Tanaka**  
*University of Tokyo*  
**Satoshi Matsuoka**  
*Tokyo Institute of Technology*

**Teddy:**  
**A Sketching**  
**Interface for 3D**  
**Freeform Design**

「太い」部分ほど大きな奥行き

様々なモデリングUI：  
初期生成 / 切断 / 突起生成 / etc

# Teddyの改善 : FiberMesh

<https://www.youtube.com/watch?v=W0XGkS7zebo>

## **FiberMesh**

**Designing Freeform Surfaces  
with 3D Curves**

**Andrew Nealen**  
TU Berlin

**Takeo Igarashi**  
The University of Tokyo

**Olga Sorkine**  
TU Berlin

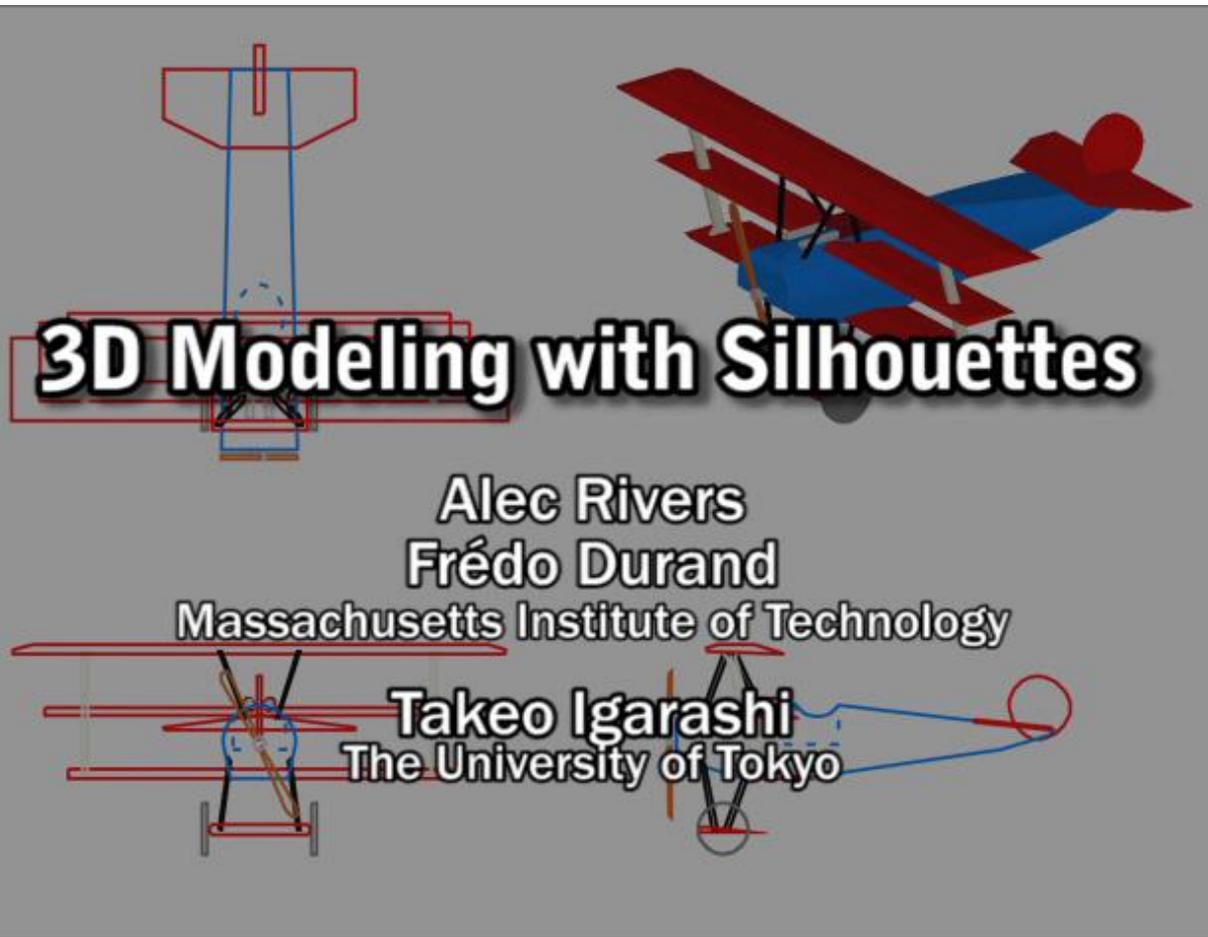
**Marc Alexa**  
TU Berlin

スケッチしたカーブを変形ハンドルとして使うことで、細かい微調整を可能に

カーブを通る形状を最適化で計算

# 前面/側面/上面の3視点だけで3Dモデリング

<http://www.alecrivers.com/3dmodelingwithsilhouettes/files/3D%20Modeling%20with%20Silhouettes%20DivX.avi>



パーツ毎に3方向から  
輪郭をスケッチ  
→カメラの回転が不要

描かれた輪郭線に合う形状  
を自動計算

# 単一視点からの3Dモデリング

<https://www.youtube.com/watch?v=dGfMsjtOczk>

## Structured Annotations for 2D-to-3D Modeling

**Yotam Gingold**

New York University / JST ERATO

**Takeo Igarashi**

University of Tokyo / JST ERATO

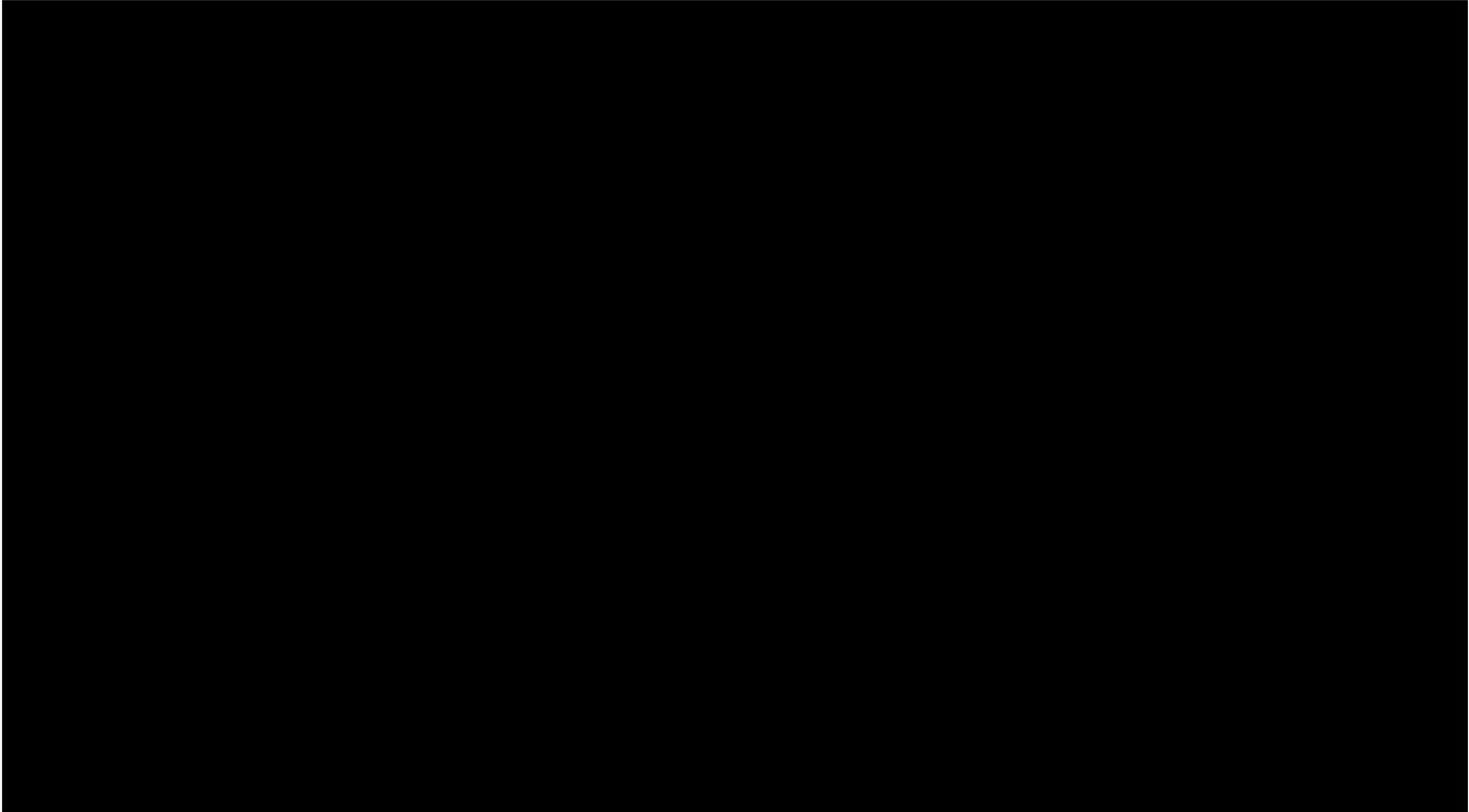
**Denis Zorin**

New York University

2Dスケッチに少しのアノテーションを追加するだけで、3Dモデリングができる  
パーツ間の関係（奥行きの前後 / 対称性 / etc）をアノテーションとして与える

# 単一視点からの3Dモデリング

<https://www.youtube.com/watch?v=Oie1ZXWceqM>



「スイープ」として表される形状のモデリングに特化

写真を下敷きにして、手早く輪郭をトレース

テクスチャも同時に取得

# 制作現場の主流：スカルプトUI

<https://www.youtube.com/watch?v=GqkoBFVpnxY>



粘土工作のような感覚

様々なブラシUI

非常に細かいディテールを作り込める



<http://pixologic.com/>

# 見た目の明るさに基づく形状編集

<https://www.youtube.com/watch?v=rqT4NH1cPvk>

## Shading-Based Surface Editing

Yotam Gingold  
Denis Zorin

*New York University*

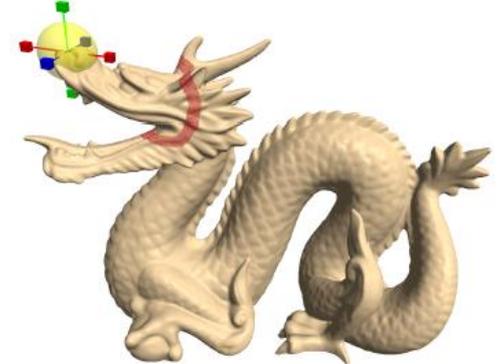
ペイントした部分が指定した明るさになるように、**面の向きを変える**

(単に頂点を前後に押し引きするのではない)

# パーツ単位の切り取り & 貼り付け

理論的な枠組み [Sorkine04]

<https://www.youtube.com/watch?v=tzM9h1ByI5c>



**meshmixer**

[www.meshmixer.com](http://www.meshmixer.com)



AUTODESK®  
MESHMIXER®

<http://www.meshmixer.com/>

Laplacian surface editing [Sorkine et al., SGP 2004]

Drag, Drop, and Clone: An Interactive Interface for Surface Composition [Schmidt & Singh, TR 2010]

# 賢いメッシュ分割UI (2006)

[http://www.math.zju.edu.cn/ligangliu/cagd/projects/sketchbasedmeshcutting/EasyMeshCutting/Paper/EG06\\_EasyMeshCutting\\_demo.wmv](http://www.math.zju.edu.cn/ligangliu/cagd/projects/sketchbasedmeshcutting/EasyMeshCutting/Paper/EG06_EasyMeshCutting_demo.wmv)

## Easy Mesh Cutting

Zhongping Ji Ligang Liu Zhonggui Chen Guojin Wang

Zhejiang University

前景部分と背景部分それぞれにストロークを描く

→形状の特徴を考慮して賢く分割してくれる

# 賢いメッシュ分割UI (2010)

<https://www.youtube.com/watch?v=A3kAVaQmWWA>

Mesh Decomposition with  
Cross-Boundary Brushes

online submission id : 1178  
(this video contains voice over)

前景と背景の境目を  
またぐストロークを  
描く

# 賢いメッシュ分割UI (2011)

<https://www.youtube.com/watch?v=GrLvbjXMGMw>

## Paint Mesh Cutting

Lubin Fan   Ligang Liu   Kun Liu

Zhejiang University

EUROGRAPHICS 2011

*(The video contains voiceover)*

前景部分をペイントすると、分割境界が連続的に更新される

# 賢いメッシュ分割UI (2012)

<https://www.youtube.com/watch?v=Am69A2LPp4E>

**Dot Scissor** : A Single-Click Interface  
for Mesh Segmentation

(this video contains voiceover)

分割したい境界付近を  
一回クリックするだけ！

# ペイントブラシUIによるコピー&ペースト

[https://www.youtube.com/watch?v=FPscn\\_gG8E](https://www.youtube.com/watch?v=FPscn_gG8E)

## GeoBrush: Interactive Mesh Geometry Cloning

Kenshi Takayama<sup>1,2</sup>

Ryan Schmidt<sup>3</sup>

Karan Singh<sup>3</sup>

Takeo Igarashi<sup>1</sup>

Tamy Boubekeur<sup>4</sup>

Olga Sorkine<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The University of Tokyo

<sup>2</sup>New York University

<sup>3</sup>University of Toronto

<sup>4</sup>Telecom ParisTech - CNRS LTCI

コピーする範囲をペイントブラシUIで指定

貼り付け処理をGPU実装で高速化

# 複数の形状を混ぜ合わせる技術

<https://www.youtube.com/watch?v=oHrBcyLzVzM>

Supplemental video (with audio narration).

## Exploring Shape Variations by 3D-Model Decomposing and Part-based Recombination

EUROGRAPHICS 2012

Arjun Jain<sup>1</sup>, Thorsten Thormählen<sup>2</sup>, Tobias Ritschel<sup>3</sup>, Hans-Peter Seidel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MPI Informatik

<sup>2</sup>Télécom ParisTech - LTCI (CNRS)

<sup>3</sup>Intel Visual Computing Institute

# 複数の形状を混ぜ合わせる技術

<https://www.youtube.com/watch?v=Xc4qf7v6a-w>

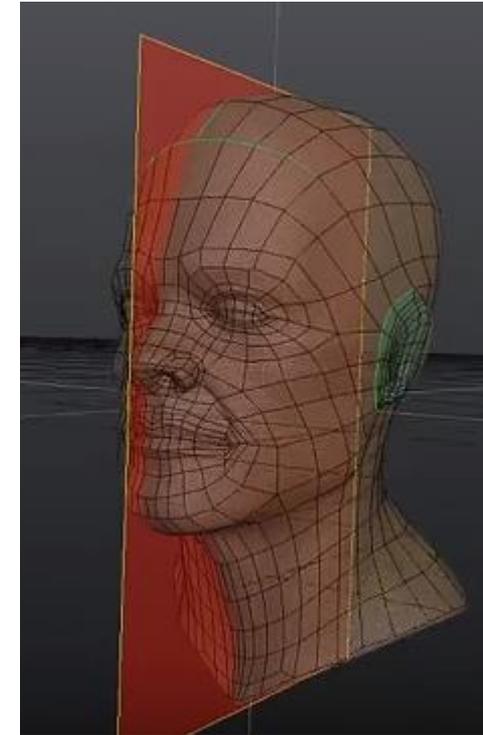
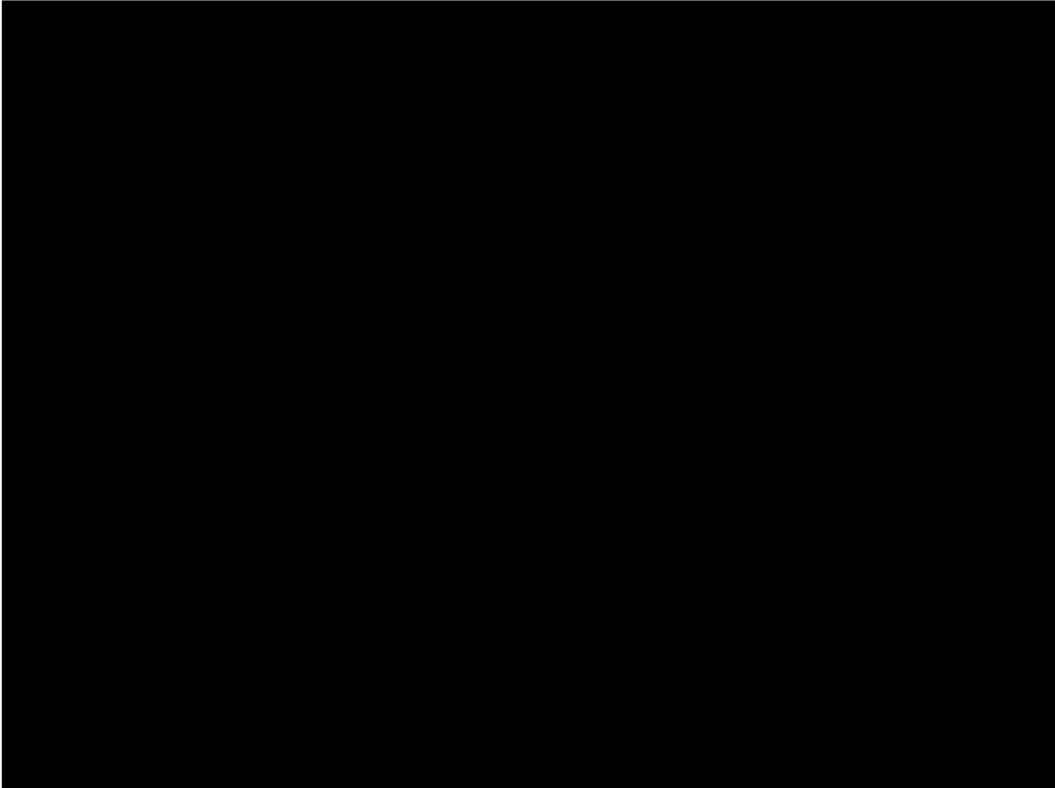
## Topology-Varying 3D Shape Creation via Structural Blending

Ibraheem Alhashim   Honghua Li   Kai Xu   Junjie Cao   Rui Ma   Hao Zhang

SIGGRAPH 2014  
(contains audio)

# リトポロジー

<https://www.youtube.com/watch?v=iOyzTdzg1n0>



作り終えた形状に対して、その後の処理にとって最適な**四角形メッシュ**を張り直したい

自動計算アルゴリズムはあるが、手作業に頼るケースが多い



<http://3d-coat.com/>

# スケッチUIによるリトポロジー

[https://www.youtube.com/watch?v=-OTI\\_TtAm1o](https://www.youtube.com/watch?v=-OTI_TtAm1o)

## Sketch-Based Generation and Editing of Quad Meshes



Kenshi Takayama<sup>1</sup>

Daniele Panozzo<sup>1</sup>

Alexander Sorkine-Hornung<sup>2</sup>

Olga Sorkine-Hornung<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ETH Zurich

<sup>2</sup> Disney Research Zurich

This video contains narration.

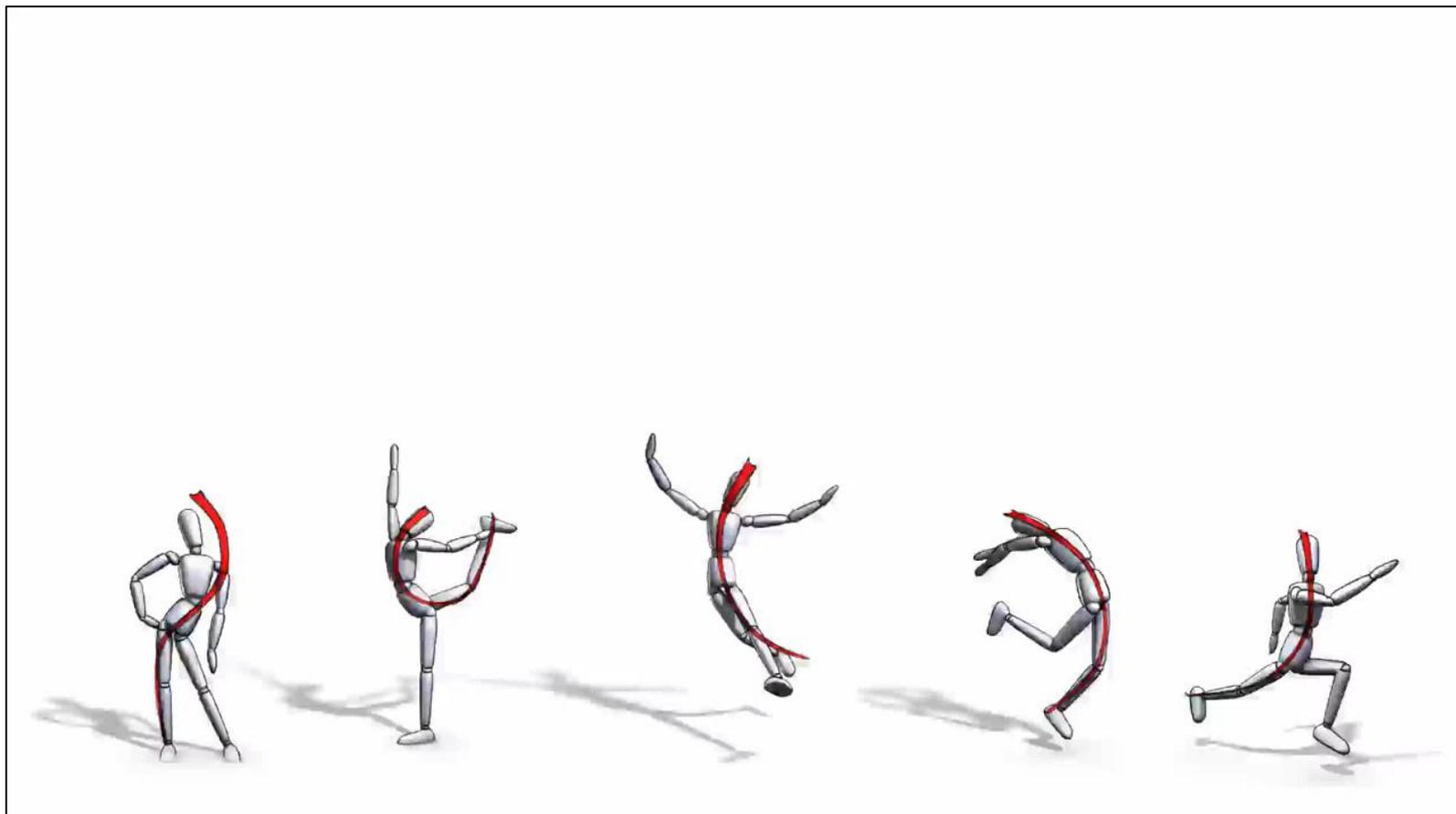
スケッチUIでサーフェスを多角形領域に分割

各領域内で自動的にメッシュ生成

## パート2：アニメーション

# スケッチによるポーズの指定

<https://www.youtube.com/watch?v=QgrQuBwlbSE>



一本のカーブを描くだけでポーズを指定できる

伝統的なイラスト技法の Line of Action という概念に基づく

# スケッチによるポーズの指定

<https://www.youtube.com/watch?v=9d3LOCbFNy4>

## Space-time sketching of character animation

Martin Guay  
Université de Grenoble  
LJK, INRIA

Remi Ronfard  
Université de Grenoble  
LJK, INRIA

Michael Gleicher  
University of Wisconsin  
Madison

Marie-Paule Cani  
Université de Grenoble  
LJK, INRIA

SIGGRAPH 2015, Los Angeles



キャラクターの動く軌跡とポーズをスケッチによってデザイン

# 人形デバイスを使ったアニメーション

<https://www.youtube.com/watch?v=vBX47JamMN0>

## Tangible and Modular Input Device for Character Articulation

Alec Jacobson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ETH Zurich

Daniele Panozzo<sup>1</sup>

<sup>2</sup>GeorgiaTech Lorraine

Oliver Glauser<sup>1</sup>

Otmar Hilliges<sup>1</sup>

Cédric Pradalier<sup>2</sup>

Olga Sorkine-Hornung<sup>1</sup>



*This video contains narration*

人形デバイスを物理的に動かすことで、キャラクタを動かす

ジョイント部品を組み替えることで、任意のキャラクタ形状に対応可能

# 複数キャラクターのアニメーションの同期

<https://www.youtube.com/watch?v=6QE2tRhiI4M>

## Synchronized Multi-Character Motion Editing

Manmyung Kim  
Kyunglyul Hyun  
Jongmin Kim  
Jehee Lee

Seoul National University

キャラクターの歩行パス  
を自由に変形

複数キャラクターの動き  
のタイミングを合わせる  
ためのUI

# モデリングとアニメーションの統合

<https://www.youtube.com/watch?v=1prInV9ZNY0>

RigMesh:

Automatic Rigging for Part-Based Shape Modeling and Deformation

形状モデリングとスケルトン生成を同時に行う

# モデリングとアニメーションの統合

<https://www.youtube.com/watch?v=xHCPc0ibdjM>

## **AniMesh: Interleaved Animation, Modeling and Editing**

*submitted to ACM TOG  
(SIGGRAPH Asia 2015)*

RigMeshの改善版

パーツごとに動きの  
情報をマッピング

# 物理シミュレーションの編集（変形物体）

<http://run.usc.edu/interactiveEditing/BarbicSinGrinspun-SIGGRAPH2012-main-video.mp4>

**Jernej Barbic**  
**Funshing Sin**  
**Eitan Grinspun**



## **Interactive Editing of Deformable Simulations**

**Complete editing videos are available  
as supplementary material.**

# 物理シミュレーションの編集（流体）

<https://www.youtube.com/watch?v=76uuGukNrK8>

## **Interactive Localized Fluid Editing**

**Zherong Pan, Jin Huang, Yiying Tong**

**Changxi Zheng and Hujun Bao**

# パート3：レンダリング

# 影や反射の微調整

<https://www.youtube.com/watch?v=X-IbUJyQsBc>

影や反射を、物体表面に沿って動かせる

物体表面上に仮定したゴム膜のようなものの変形として定式化

Supplemental video (with audio narration)

## Interactive On-Surface Signal Deformation

Tobias Ritschel<sup>1</sup>, Thorsten Thormählen<sup>1</sup>, Carsten Dachsbacher<sup>2</sup>, Jan Kautz<sup>3</sup>, Hans-Peter Seidel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MPI Informatik

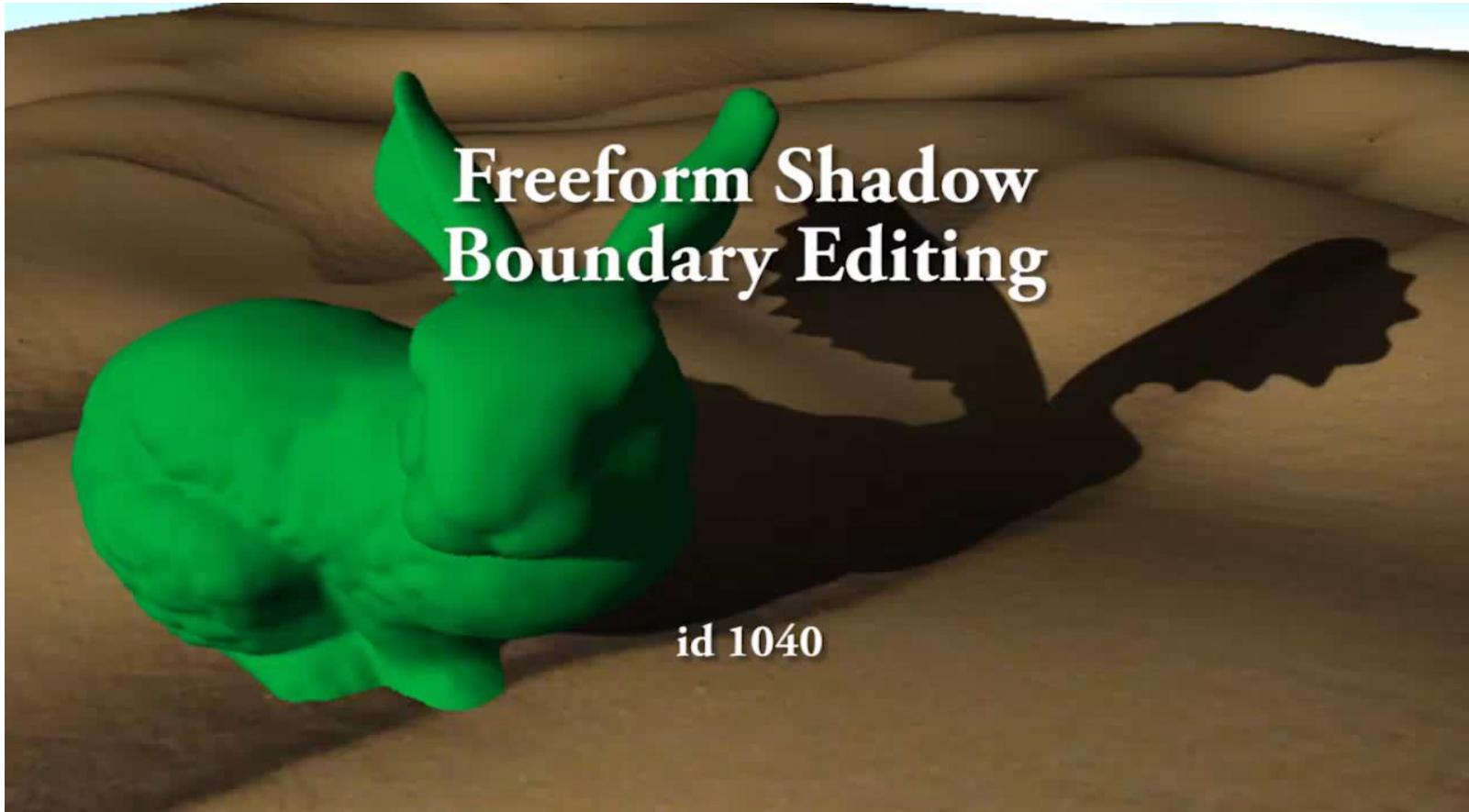
<sup>2</sup>VISUS / U Stuttgart

<sup>3</sup>UC London

ACM Trans. Graph (Proc. SIGGRAPH 2010)

# 影の輪郭の微調整

<https://www.youtube.com/watch?v=8SGB0MutqHY>



影の輪郭を直接スケッチで編集できる

影を計算する際に、実際に表示する形状とは別の形状を使う

# トゥーンシェーディングの微調整

<http://www-ui.is.s.u-tokyo.ac.jp/~takeo/video/LoCoStySh.mov>

## Stylization Shader “LoCoStySh” System Overview

色の境界線をスケッチ  
によって修正できる

輝度の閾値を部分的に  
変えることで実現

# まとめ

- CGにおいてUIは非常に重要
  - まだまだ発展途上、論文数も少ない
  - 理論的な基礎が確立して初めて、UIの問題に取り組める
  
- ユーザの目線で考えることが大切
  - アーティストの声を直接聴く
  - やりがいは大きい！
  
- これからも、NIIからCG/UI研究を世界に発信していきます！