

# 物体の堅さを表現した2次元形状の操作手法

## As-Rigid-As-Possible Shape Manipulation

五十嵐 健夫 Tomer Moscovich John F. Hughes\*

**Summary.** We present an interactive system that lets a user move and deform a two-dimensional shape without manually establishing a skeleton or freeform deformation (FFD) domain beforehand. The shape is represented by a triangle mesh and the user moves several vertices of the mesh as constrained handles. The system then computes the positions of the remaining free vertices by minimizing the distortion of each triangle. Our approach successfully conveys a sense of rigidity of the shape, which is difficult in space-warp approaches. With a multiple-point input device, even beginners can easily move, rotate, and deform shapes at will.

### 1 概要

本発表では、2次元形状をつかんで自由に回転・移動したり変形したりすることのできる手法について紹介する [2]。骨組み等をあらかじめ仕込むことなくこのような操作を実現するための手法としては空間を歪ませる方法が通常用いられるが、物体の形状を考慮していないため実世界の物体をつかんで動かしているような効果を得ることが困難である。また、パネモデルや物理シミュレーションによる方法もあるが、計算に時間がかかるという問題がある。

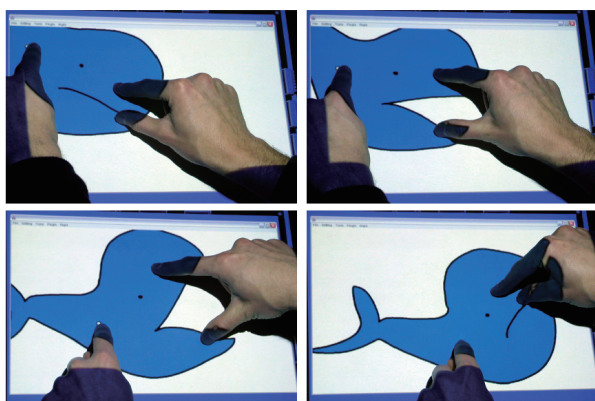


図 1. スマートスキンを利用した操作例。両手で2次元図形を掴んで自由に動かすことができる

我々の提案する手法は、ユーザが掴んで動かしている点を制約として、それらの制約を満たしつつ、図形の局所的なゆがみが最小になるように形状を瞬時に決定するというものである。アルゴリズムとしては、メッシュ内の3三角形要素の拡大縮小を許しつつ変形させる第一ステップ [4] と、その結果を受け

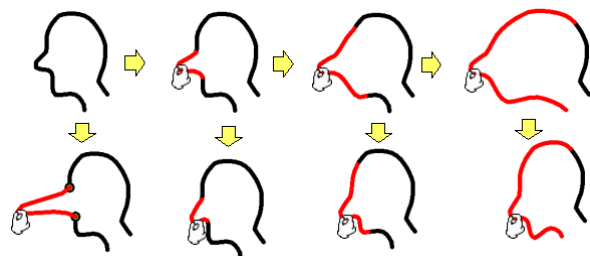


図 2. 本手法による曲線変形。「掴んで引っ張る」ことによって影響範囲を制御できる

て3三角形要素の大きさを補正する第二ステップ [1] からなる2段階の方法を提案している。

入力デバイスとして、ユーザの手指を追跡できるスマートスキン [3] のような多点入力デバイスを用いることで、実際の物体を掴んで操っているかのような結果を得ることが可能となる (図 1)。また、同様のアルゴリズムを曲線に適用することで、掴んで引っ張るといった曲線変形操作をより自然に行えるようになる (図 2)。

### 参考文献

- [1] M. Alexa, D. Cohen-Or, and D. Levin. As-Rigid-As-Possible Shape Interpolation. In *Proceedings of ACM SIGGRAPH 2000*, pp. 157–164, 2000.
- [2] T. Igarashi, T. Moscovich, J.F. Hughes, As-Rigid-As-Possible Shape Manipulation. In *Proceedings of ACM SIGGRAPH 2005*, pp. 1134–1141, 2005.
- [3] J. Rekimoto. Smartskin: An Infrastructure For Freehand Manipulations on Interactive Surfaces. In *Proceedings of CHI'02*, pp. 113–120, 2002.
- [4] O. Sorkine, D. Cohen-Or, Y. Lipman, M. Alexa, C. Ross, and H. Seidel. Laplacian Surface Editing. In *Proceedings of Geometry Processing*, pp. 179–188, 2004.