

Elastic Connections: ゴムメタファを用いた複雑な構造を持つ仮想物体の分解・観察手法 Elastic Connections: Separation and Observation Method for Complex Virtual Objects

川添 幸祐 大下 勉 大槻 麻衣 木村 朝子 柴田 史久 田村 秀行
Kosuke Kawasoe Tsutomu Oshita Mai Otsuki Asako Kimura Fumihisa Shibata Hideyuki Tamura

立命館大学大学院 理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

1. はじめに

我々は立体視可能な複合現実空間において、多数のパーツが複雑に組み合わさった仮想物体（工業製品や人体モデルなど）から部分的に分解を行う方法について研究している。部分的な分解のためには複数のパーツの選択が必要である。既存の複数パーツの一括選択手法としては、立方体などのVolumeを用いる手法 [1][2] があげられるが、先述のような複雑な仮想物体の場合、不要なパーツを除外することは容易ではない。本研究では、パーツ間のつながりをもとにユーザが柔軟に選択・分解することを可能にする手法を提案する。

2. 段階的展開と分解操作

著者らは、前研究 [3] で「ゴムメタファ」を導入し、パーツ間がゴムで接続されているというモデルを用い、分解操作の際にこれに基づいた視覚フィードバックを提示することで、実物体を扱っているような操作感をユーザに与える手法を提案した。しかし、同手法はグループ化されたパーツを1段階ずつ分解することを前提としており、複数のパーツを自由に分解することはできなかった。そこで本研究では前研究を進展させユーザ自身が意図した箇所を自由に、かつ簡便に分解可能な手法を提案する。

提案手法では、まずユーザが着目するパーツを把持（選択）し、引き離すことで、ユーザの手の現在位置とそのパー

ツの初期位置との距離に応じて、そのパーツを中心にゴムでつながった周囲のパーツを徐々に展開する。次に、ユーザがパーツを把持した手とは逆の手で伸びたゴムに触れることでゴムが切断され（図1 (1), (2)）、これを繰り返すことによって自由な分解を行う。パーツ群が2グループ以上に分割された状態（同 (3)）で、パーツを把持していた手を開く（放す）と分解終了となる（同 (4)）。パーツ群が分割されていない状態で手を放すと、展開していたパーツはゴムの弾性力によって元の位置に戻り、ゴムの切断はキャンセルされ、分解は行われない。

3. 複数パーツの展開方法

3.1 反発力の導入

パーツの展開に [3] と同じゴムの弾性力を考慮したモデルを適用すると、構造によってはパーツ間が接触したまま広がらず、間のゴムが切断できない。そこで本研究では、Force-based アルゴリズム [4] を導入し、パーツを展開するモデル式に、弾性力に加え、反発力も導入する。これにより全てのパーツ間に隙間ができ、ゴムが表示されるため、所望のパーツ群を一度に切断することが可能となる。

3.2 局所的にパーツ間を広げる機能の導入

仮想物体がより複雑になり、パーツ数が多くなると、手を限界まで移動させ、反発力を働かせても、パーツ間が十分に広がらずゴムの切断が困難になる場合がある。そこで、ゴムの切断を行う方の手に、一定の影響範囲（例えば手を中心とした球の内部）を定め、その範囲内に含まれるパーツに対してのみ、弾性力と反発力を変化させる（図2）。これにより、自分の意図した箇所のみ局所的にパーツの間を広げ、ゴムの切断を容易に、正確に切断可能となる。

4. むすび

多数のパーツが複雑に組み合わさった仮想物体から、部分的な分解を行うために、ゴムメタファを用いた分解手法を提案した。さらに、パーツ間に働く反発力と弾性力の導入およびその値の局所的な変化により、分解操作をより容易に、かつ正確に行えるようにした。試作システムを5名の学生に体験させたところ、適切な反発力の大きさは人によって異なることが分かったため、今後はユーザ自身が動的に反発力を変更できるような機能を導入する予定である。

参考文献

- [1] T. Ohnishi *et al.* Multiple multi-touch touchpads for 3D selection. *In Proc. 3DUI '11*, pp. 115-116, 2011.
- [2] G Haan *et al.* Towards intuitive exploration tools for data visualization in VR. *In Proc. VRST '02*, pp. 105-112, 2002.
- [3] Otsuki, M. *et al.* Touch & Detach: Physics-based un-binding and observation of complex virtual objects in 3D space. *In Proc. CHI 2012 EA*, pp. 1661-1666, 2012.
- [4] Eades, P. A heuristic for graph drawing. *Congressus Numerantium*, Vol. 42, pp. 149-160, 1984.

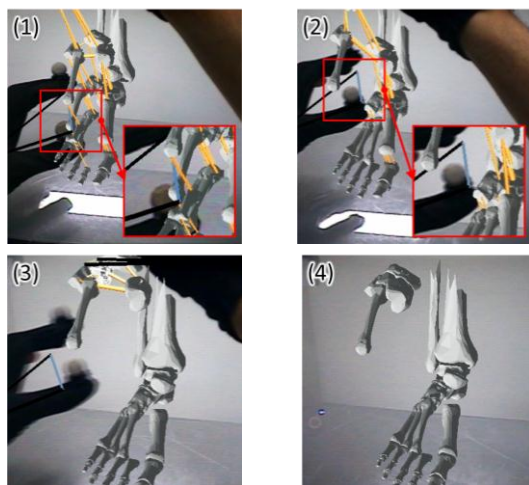
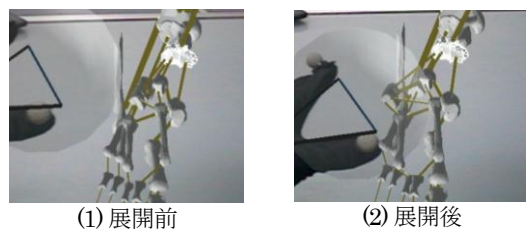


図1 展開と分解操作



(1) 展開前

(2) 展開後

図2 局所的な展開