

スマートデバイスを用いた直感的 3 次元形状モデリング研究

Intuitive three-dimensional shape modeling using a smart device

堀之内惇樹 真部祐太 福田将瑛 淵田孝康*
 (鹿児島大学大学院 理工学研究科)
 *fuchida@ibe.kagoshima-u.ac.jp

1 はじめに

近年、ゲームや映画など、様々な場面で3次元コンピュータグラフィックス(3DCG)が用いられており、その技術は、驚異的に進化を遂げている。テレビやパソコン等の急速な普及により、誰もが普段の生活において、3DCG に触れる機会が増えている。また、従来のパソコン等では、マウスを用いた、一点での操作しかできなかったが、スマートデバイスの普及により、マルチタッチを用いて、二点以上のより直感的な操作が可能になった。

本研究では、スマートフォンやタブレット等のスマートデバイスを用いた、直感的な三次元形状の変形手法を提案し、それを実装することで、誰でも簡単に3DCGについて扱うことができるようにすることを目的としている。

2 アルゴリズム

2.1 B-spline 曲線

OpenGL ES を用いて B-spline 曲線をデバイス端末上に作成した。B-spline 曲線とは、複数の制御点から定義される滑らかな曲線である。3 次の B-Spline 曲線では、4 つの制御点から 1 つのセグメントを生成する。本研究では、B-spline 曲線の制御点を生成する際に、10 個の制御点を配置している。

2.2 3次元空間の曲線を得る手法

曲線上をタッチすることで、タッチされた点の制御点グループ番号と曲線セグメント中の位置を得る。曲線上の位置を得る手法は、3次元空間上において、カメラの位置(視点)と、自分がタッチした点の2点からなる直線を作成し、生成した直線と曲線を構成する点との距離から、曲線のどこをタッチしたかを得ることを可能にしている。

以上の手法を用いて、曲線の二点を得ることによって、一点を押さえて、もう一点を操作することにより、曲線の変形を実装した。

2.3 曲線の変形手法について

曲線の変形においては、曲線をタッチした際に、二次元画面上の指の移動を、画面内の三次元空間の座標に変換し、その移動量に適当な比率を掛けて、曲線の変形を行っている。B-Spline 曲線のタッチしたセグメント番号と、移動量を用いて、B-Spline 曲線を構成する点を再計算することで滑らかな変形を行う。

2.4 曲線の胴体部における生成と変形

曲線の胴体部は、一つの曲線セグメントあたりの円の数と、一つの円を構成する点の数を設定し、曲線に沿うように配置し、点をそれぞれ繋げることによって、胴体部を生成している。

それぞれの円は半径を持っており、半径を操作して胴体部の変形を実装している。

2.5 複数の曲線を扱った動作

複数の曲線を用いることで、様々な形状を表現する。複数の曲線を扱う際に、曲線同士を繋げることは難しい。そこで、自動的に曲線同士を結合する処理を実装した。一つの曲線を繋げたいもう一つの曲線部分まで近づけて、ボタン操作により曲線同士を結合させる。

また、選択した複数の曲線をグループ化し、一つの物体として操作することを可能にする。

3 実装結果

スマートデバイスを用いた立体形状変形に関する試作システムを作成した。3次元空間上にX軸、Y軸、Z軸を作成し、B-spline 曲線を生成した。実装した曲線を図1に示す。

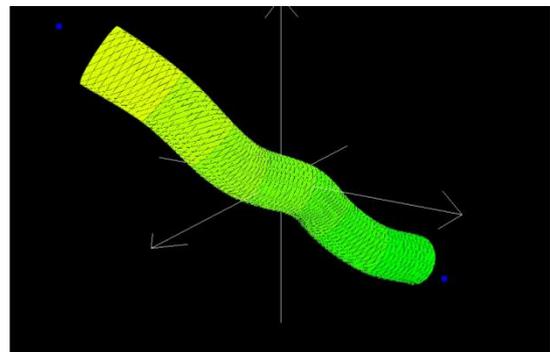


図1. デバイス上に作成した B-spline 曲線

操作方法は、以下の通り。

- (1) 一本の指を動かすことにより、画面全体を回転させ、視点を変えることができる。曲線を押さえて動かすことで、曲線単体で回転させる。また、曲線にタッチすることで曲線を選択する。
- (2) 二本の指で、曲線の追加・変形を行う。二点をタッチし、すぐに離すことで曲線を追加する。曲線の一点を押さえて、もう一点を動かすことにより、変形を行う。変形させた曲線の様子を、図2に示す。
 また、選択した曲線の拡大縮小を二点のピンチ操作により行い、移動は、一つの曲線を押さえて、もう一つの曲線を動かすことで移動する。画面全体の拡大縮小も選択した曲線の拡大縮小と同様に、曲線を選択していない状態で行う。
- (3) 三本の指で、曲線の胴体部の大きさを変えることができる。曲線上の1点を押さえて、残り2点のピンチ操作を行うことで曲線の胴体部を変形する。3点での変形の様子を、図3に示す。

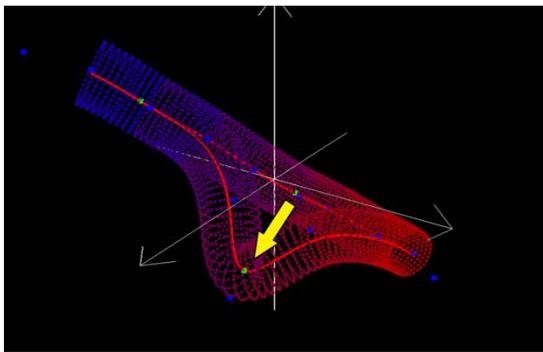


図 2. 変形した B-spline 曲線

また、ボタンを扱う機能として、選択した曲線の削除や全曲線の削除、曲線同士の結合・グループ化、選択した曲線の色の変更、曲線の複製、保存読み込み機能等の機能を行う。

曲線の色の変更は、曲線の始点から終点までの色を設定し、曲線の色を設定する。色の変更の様子は、図 4 に示す。

曲線の複製は、複製したい曲線を選択しボタンを押すことで画面中央に複製した曲線が追加される。複製の様子は図 5 に示す。

上記の機能を用いて、実際に 3DCG の作成を行った。ラッパの作成例を図 6 に示す。

4 考察

曲線の変形や移動において、画面上の二次元座標を三次元座標に変換し、移動量をとるために、実際の指の動きに追従せず、曲線変形の変化にずれが生じてしまっている。

現状、変形を行うことが可能になったが、曲線だけを扱った立体形成だけでは、ユーザーが考える構成を作成することは難しい。曲線以外の立体の形成方法について検討する必要があると考える。

また、曲線を増やしたことで立体作成の幅を広げることが可能であるが、二本以上を扱う上で、曲線同士が重なると操作したい曲線に触れることができず、意図しない操作になるため、改善が必要である。

5 結論

本研究では、スマートデバイスを扱って、紐を変形させ立体形成を行う 3 次元形状モデリングツールを作成した。デバイス上に B-spline 曲線を描画し、複数の指を使った変形を、直接変形手法で実装した。また、曲線の周りに沿った胴体部を実装した。これにより、マルチタッチを扱った、形状変形を取り入れ直感的な操作を可能にした。

今後の課題としては、ユーザーが思い通りの立体形状を作成することを可能にすることである。

また、この研究の評価方法として、スマートデバイスアプリとして、市場に公開し、ユーザーのレビューを段階的に評価してもらう方法と、一般の人々に使用してもらい、アンケートを取る方法を検討したいと考えている。

参考文献

- [1] 山下樹里, 福井幸男 : 形状の直接変形手法 DDM の提案 -2 次元 DDM-, 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol. J76-D-II, No.8, pp.1780-1787 (1993)
- [2] Google Android プログラミング入門, アスキー・メディアワークス, 2009
- [3] OpenGL Programming Guide, アジソン・ウェスレイ・パブリッシャーズ・ジャパン, 1993

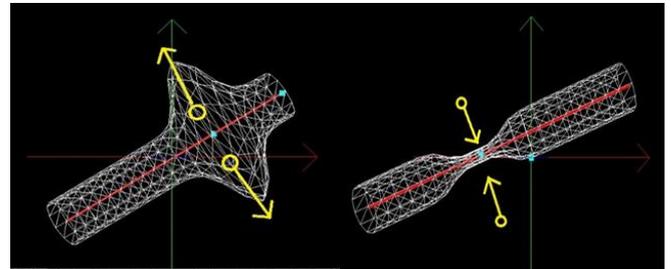


図 3. 胴体部における変形



図 4. 曲線の色の変更

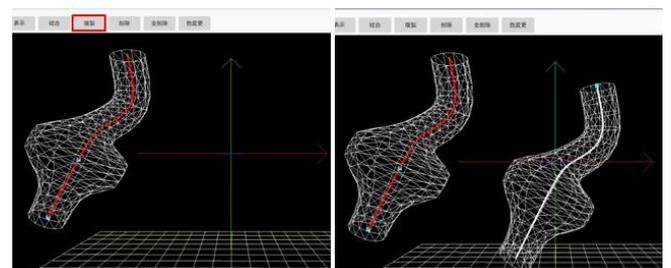


図 5. 曲線の複製

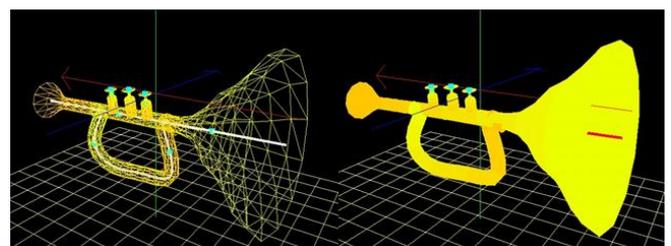


図 6. 作成例