

3D プリンタによる多視点ワイヤーアートのソフトウェア による実現支援

玉利泰人†

概要： 本研究は3D プリンタによる多視点ワイヤーアートの作成をソフトウェアによる支援することを目的とする。多視点ワイヤーアートについては先行研究においてさまざまな最適化が行われている。しかし、3D プリンタで出力することを考慮したものは少ない。3D プリンタで出力するという目的を持った場合、体積があり、重力について考える必要があるなどさまざまな条件が付加される。そのため、それら条件を考察するとともに、多視点ワイヤーを生成するにあたってソフトウェアでユーザに支援する。また、この先の支援として、輪郭だけの線画の合成だけでなく、輪郭だけでない線画の合成の支援を行っていく。

キーワード： 多視点ワイヤーアート、3D プリンタ、錯視、最適化、3DCG ソフトウェア、造形支援

1. 研究背景

針金を用いて芸術的な作品を作るワイヤーアートという芸術分野がある。近年、Matthieu Robert-Ortis 氏によって、異なる視点から見ると違った形に見える作品が作られている。二つのワイヤーアートがあるとすると、その二つのワイヤーアートは一つのつながったワイヤーアートがあり、このようなワイヤーアートを多視点ワイヤーアートと呼ぶことにする。Matthieu Robert-Ortis 氏が作られている多視点ワイヤーアートは主に作者自身の経験や職人的な勘や技術でつくられており、ワイヤーアートをつくったことのない人たちが同じような多視点ワイヤーアートを作ろうとしても完成できるものはごく少数であると考えられる。

2. 研究目的

多視点ワイヤーアートにおける既存研究では、ほとんどが3DCG ソフトウェア上での実装、考察が行われている。

中央大学の今井氏らは、多視点ワイヤーアートの生成とその最適化の研究[1]を行った。

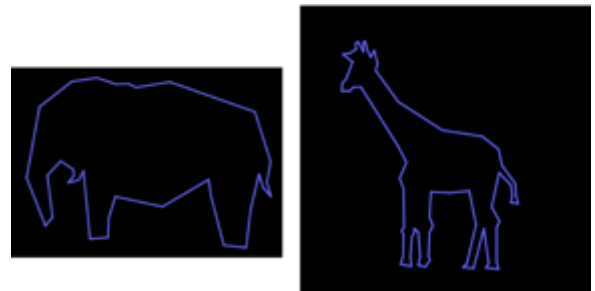
3DCG ソフトウェア上で出力されたワイヤーアートや多視点ワイヤーアートについてさまざまな最適化されて

きたが、実際に現実上で出力されたワイヤーアートについては考えられていない。また、Matthieu Robert-Ortis 氏のように職人的、アーティスト的な技術や経験的な勘を駆使しなければ作ることは難しいといえる。

そこで、本研究では3DCG ソフトウェアで出力した多視点ワイヤーアートを3D プリンタによって出力することを前提に考える。それに伴い、重力があることが前提になり、また、出力する際に体積があることを考慮して本研究を進めていく。

また、職人的、アーティスト的な技術や経験的な勘を駆使しなくても作れるようなユーザに対する多視点ワイヤーアートの作成をソフトウェアにより支援していく。

3. 研究内容



I. 2つの線画の作成

ビジュアルデザイン用のプログラミング言語を用いて線画を描画し、その点の座標を記録するソフトウェアを作成し、2つの線画を作成する。以下の画像

† 和歌山大学, Wakayama University

がこのソフトウェアで作成した線画をである。

図2 線画を作成するソフトウェアによる2つの線画

II. z単調のパスの解析

z単調のパスとは、3次元空間においてz座標が単調減少していくパスのことである。

z視点からのz単調なパスが2つあればもとの3次元形状は一通りに決定できる。

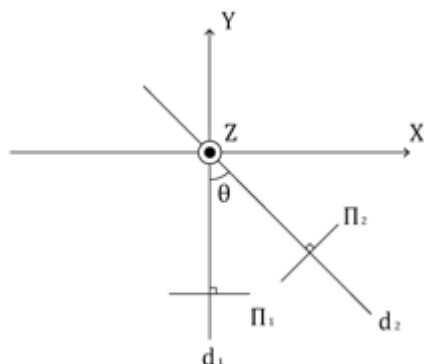


図3 z単調のパスの解析の図

III. パスの選定

実際の線画はz単調なパスではない。本研究では、線画をz単調なパスに分割して扱う。

ワイヤーアートとは、さまざまなz単調なパスの組み合わせによって構成されている。パスもまた、さまざまな辺によって構成されている。そこで、その組み合わせを簡略化させるためソフトウェアによる支援を試みた。

辺がn個あるとするとそれぞれの辺を $E(e_1, e_2, e_3, \dots, e_n)$ とする。各辺がz単調につながる辺の数列を NE とし、 e_i の次の辺を $NE[i-1] (i = 0, 1, 2, \dots)$ に格納する。

ソフトウェアで得られたパスを $p[]$ に格納し、それぞれのパスの最初の辺を数列 A_1 に、それらにつながるパスを数列 A_2 に格納する。

IV. 3DCGソフトウェアによる実現

3Dプリンタで出力されるものは、線画ではなく太さすなわち、体積を持った立体である。体積を持たせることは、既存のソフトウェアを利用した。ここでは、体積を持たせることについて述べる。

3DCGソフトウェアはblenderを用いて実現していく。したがって、blenderで使用できるプログラミング言語がpythonなのでpythonを用いる。研究目的で述べたように3Dプリンタで出力するので体積が必要になってくる。そこでblenderを用いてワイヤーアートの体積を持たせる。

4. 実装

I. 3DCGソフトウェアによる実装

ゾウとキリンの図(図2)の2つの線画を用いて3DCGソフトウェアで多視点ワイヤーアートを作成した。

II. 3Dプリンタによる実装

3Dプリンタのソフトウェアとして、Flash Printを使用する。サポート材という重力が加わることによって3Dプリンタで出力する際、熱で溶けたプラスチックが落ちないようにサポートするものである。以下の図が3Dプリンタで出力した多視点ワイヤーアートである。

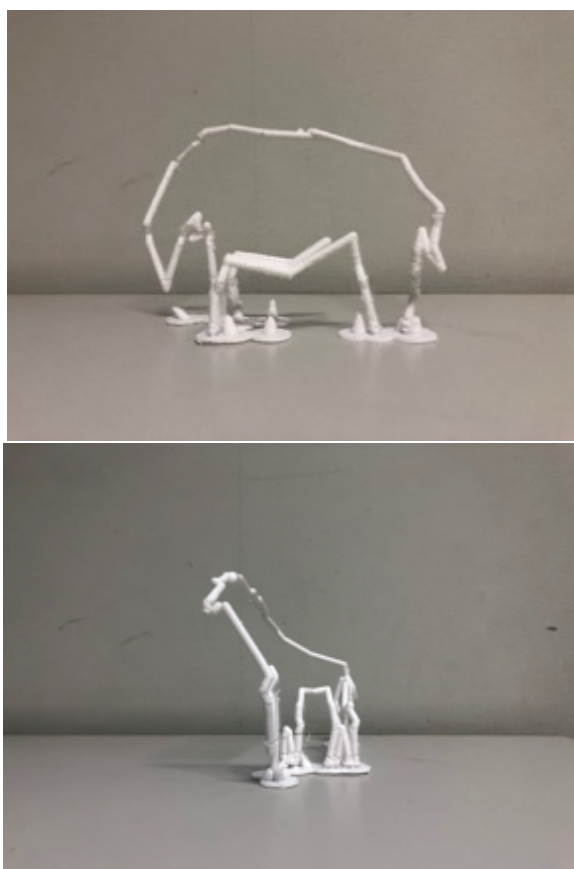


図4, 5 3Dプリンタで出力した多視点ワイヤーアート

5. まとめ

本研究では, 3D プリンタによる多視点ワイヤーアートの自動生成支援をするソフトウェアの作成を行った. 第一に線画の生成支援のソフトウェアの作成, 次に 3DCG ソフトウェアによる多視点ワイヤーアートの生成支援のソフトウェアの作成, 最後に 3D プリンタによる多視点ワイヤーアートの出力を行った. 多視点ワイヤーアートの自動生成支援ソフトウェアは作成できたが, 自動生成には至っていない. そのため, 今後の自動生成の実現にあたって様々な課題があるとみられる. その課題の発見と解決を今後の研究に活かしていきたい.

6. 今後の課題

- I. 3DCG ソフトウェアによるサポート材の警告
3D プリンタによって多視点ワイヤーアートを生成する際, 出力される樹脂が重力によって落ちないようにサポートする樹脂がサポート材であり, そのサポート材を多視点ワイヤーアートを生成後に取り外そうとする時に取り外しづらい位置にある場合がある.
その際に 3DCG ソフトウェアで多視点ワイヤーアートを生成する際に警告をおこなうことによってその問題が解決されると考えられる.
そのため, 以下の 3 つの条件が成り立つ時 3DCG ソフトウェアで警告を行うことを検討する.
 1. 地面からの角度が 34 以下の時
 2. 各辺が重なっている時
 3. 各辺が平行に近い時
- II. 輪郭だけでない線画の自動生成支援
これまでは輪郭のみの線画で自動生成を行なっていく.
そのために輪郭だけでないため, 出発地点を設定しておく必要がある. 輪郭のみでなく内部の線画に関しても対する線画との z 単調なパスの解析を行うために z 単調なパスに選定するアルゴリズムが必要になる. そのアルゴリズムを構築し, 輪郭だけでない線画の自動生成支援を行う.

7. 参考文献

- [1] 鈴木 廉, 森口 昌樹, 今井 桂子(2017)
「多視点ワイヤーアートの生成と最適化」
- [2] 大谷 優志, 倉田 沙織, 東海林 健二, 森 博志, 外山 史(2018)
「3D データを使用した入力線画に基づくワイヤーアート製作支援」
- [3] Kai-Wen Hsiao, Jia-Bin Huang, Hung-Kuo Chu(2018)
「Multi-view Wire Art」
http://cg.cs.nthu.edu.tw/projects/recreational_graphics/MVWA
- [4] David Avis, 今井浩, 松永信介
「入門 有限・離散の数学 4 計算幾何学・離散幾何学」
- [5] 伊理正夫, 腰塚武志, 浅野孝夫, 室田一雄, 鈴木敦夫, 中森真理雄, 四茂野英彦, 岡部篤行, 杉原厚吉
「計算幾何学と地理情報処理 第 2 版」