

球体ポップアップカードのデザイン支援システム

上原 瞳* 五十嵐 悠紀*†

概要. 球体ポップアップカードとは、円盤型の切り絵を格子状に組み立てて作る立体のアート作品である。書籍やインターネットで型紙が発売されており、誰でも組み立てて作ることができる。しかし、自ら好きなデザインの球体ポップアップカードを作ろうとすると、立体の完成形をイメージしながら平面の型紙をデザインしなければならないため難しい。そこで、本稿では好きなデザインを描くことで完成図を3次元モデルで表示し、型紙を自動で生成するシステムを提案する。ユーザは円盤型の型紙の中に自由に図柄をデザインし、システムは切り絵の制約である1枚に繋がった型紙を自動生成する。カッティングプロッタなどを用いて切断し、組み立てることで、ユーザは好きなデザインの作品を作ることができる。

1 はじめに

球体ポップアップカードは、円盤型の切り絵を組み立てて作る立体のアート作品である。書籍[1]やインターネットで型紙をダウンロードし、誰でも組み立てて作ることができる。しかし、自分の好きなデザインの作品を作る場合、立体の完成形をイメージしながら平面の型紙をデザインしなければならないため、初心者には難しい。また、大きさや形が精巧に作られており、自分で一からデザインすることは容易ではない。

そこで、本稿ではユーザが好きなデザインを描くことで完成図を3次元モデルで表示し、型紙を自動生成するシステムを提案する。組み立てた際に図柄がどのように重なって見えるかをデザインの段階で確認できるようにすることでユーザのデザイン支援を行う。また、型紙は1枚に繋がっているという制約を満たす必要がある。この制約を満たしていない図柄の場合、システムは制約を満たすような型紙を自動で生成する。

一般的な製本されたポップアップカードに関する研究[2]では、3次元モデルを入力として型紙を自動生成するアルゴリズムの提案等が多いが、球体ポップアップカードにはこれらの手法は使うことができない。また、1枚につながった制約で絵を描くものとしてステンシルデザイン[3]などが存在する。本システムでも平面デザイン画面での1枚につながった制約にはこのアルゴリズムを利用して実装した。

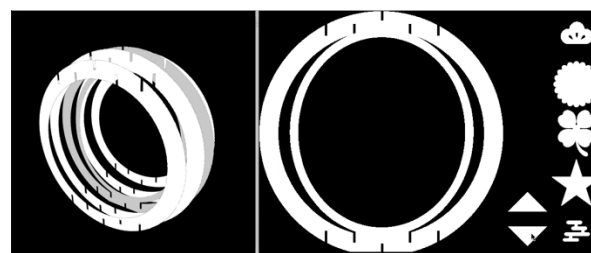


図 1 提案システム。(左)立体完成画面と(右)平面デザイン画面

2 提案システム

本システムは Processing で実装した。デザイン支援と型紙作成の2つの過程をそれぞれ述べる。

2.1 デザイン支援

提案システムは立体完成画面と平面デザイン画面の2つから構成される(図1)。平面デザイン画面では、ユーザは画面右下の矢印ボタンで大小5種類ある型紙を選択しそれぞれデザインする。立体完成画面では、選択した型紙がグレーで表示され、組み立てた際のどこにあたるかがユーザにわかるようになっている。ユーザはストロークとスタンプを使い、選択した型紙の枠の中に自由にデザインする。描画したストロークが1枚に繋がっていない場合、システムは自動で最短距離のストロークを算出し繋げる(図2)。スタンプが型紙から離れている場合は置くことができない。また、平面デザイン画面に図柄が描かれるたびに、システムは立体完成画面を更新する(図3)。立体完成画面は上下左右に回転し、様々な角度から見る事ができる。このことにより、デザイ

Copyright is held by the author(s).

* 明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科

† JST さきがけ

ンした5枚の型紙が、組み立てた時にどのように重なって見えるかがわかり、完成形をイメージできる。

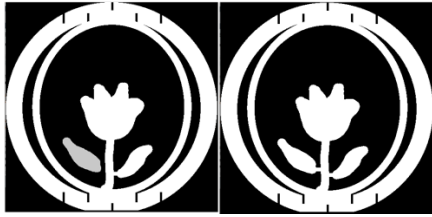


図2 一枚につながった型紙を生成する様子



図3 立体完成画面に反映されている様子

2.2 型紙作成

型紙作成では、マーチングスクエアアルゴリズム[4]を用いてデザインした型紙のエッジ検出をする。得られたエッジはベクタ形式で保存され、SVGファイルとして出力する。

ユーザは最後にカッティングプロッタなどで型紙を切断し、好きなデザインの球体ポップアップカードを作成することができる。

3 結果

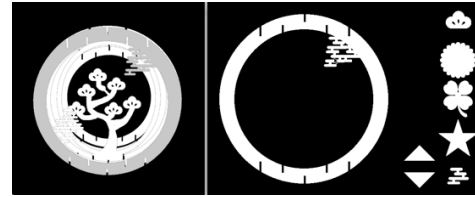
本システムでデザインした結果を図4に示す。デザインをしている過程で完成形を見ることができ、作りたい図と完成形との乖離が少ない。一方でストロークやスタンプのサイズ選択、Undo/Redo機能を追加すれば、よりユーザが作りたいデザインを再現しやすいと感じた。

4 まとめと今後の課題

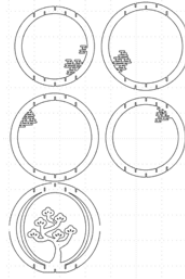
本稿では球体ポップアップカードのデザインを支援するシステムを提案した。これまでは書籍やインターネットにあるデザインしか作ることができなかったが、提案システムを使うことで好きなデザインをすることが可能になった。

今後は球体ポップアップカードのサイズやスタンプの種類を増やし、よりユーザが好むものを作成できるように支援していきたい。また現在はデザイン支援のみのため、初心者にとって組み立ての段階が

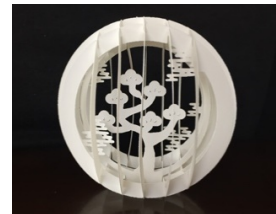
複雑である。今後は組み立ての段階の支援もしていきたい。



(a)デザインする様子



(b)自動生成された型紙 (c)カッティングプロッタで切断する様子



(d) 製作した球体ポップアップカード

図4 提案システムで製作する様子

参考文献

- [1] 月本せいじ. SPHERE 不思議な球体ポップアップカード. グラフィック社, 2016.
- [2] J. Mitani and H. Suzuki. Computer aided design for origamic architecture models with polygonal representation. In *Proceedings of Computer Graphics International*, pages 93–99, 2004.
- [3] Y. Igarashi and T. Igarashi. "Holly: A Drawing Editor for Designing Stencils." *IEEE Computer Graphics and Applications*, 30(4), 8-14, 2010.
- [4] W.E. Lorensen and H.E. Cline, "Marching Cubes: A High Resolution 3D Surface Construction Algorithm," *ACM Siggraph Computer Graphics*, vol. 21, no. 4, 1987, pp. 163–169.