

紙を均等に配置しない360度ポップアップカード設計手法の提案

竹内 まゆ* 宮下 芳明*

概要. 折りたたまれた紙を開くことで立体物を表現するポップアップカードのうち、本研究では中心を軸として放射線状に紙を360度に配置するものに着目する。紙の枚数を多くすると立体をより細かく表現できるが、ページ数が有限であるため、増やせる枚数には限りがある。そこで本稿では、細部を表現する必要のある部分に枚数を割り、そうでない部分の枚数を削減することで、必要十分な枚数で立体を表現する手法を提案する。その結果、ページ間の角度が不均等なポップアップカードとなるが、糸による接続でその角度保持を実現した。

1 はじめに

ポップアップカードとは、折りたたまれた紙を開くことで立体物を表現するものである。90度や180度、360度などに開く種類が存在する。

本研究では中心を軸として、放射線状に紙を360度に配置し、モデルを表示するポップアップカードに着目する[1]。このような360度ポップアップカードを作成する場合、切り出す部分はモデルの断面になる。必要とする角度の断面をとり、360度ポップアップカードの見開きページが1枚になるように並べ替えて型紙を作成する。これらの手順をすべて手作業で行うのは難しい。また、紙の枚数を多くすることでより細かな表現をすることができるが、ページ数が有限であるため、増やせる枚数には限りがある。よって、表現するモデルの特徴を損なわない範囲で、枚数を減らすことが好ましい。加えて、360度ポップアップカード作成時に起こる問題として、どの部分ともつながっていない浮遊部分が発生する、モデルが欠けるなどが挙げられる。そこで本稿では、紙を均等に配置し、高い表現力を必要とする部分に紙を追加挿入する手法を用いてこれらの問題を解決する。また、紙を均等に360度に配置して表現する360度ポップアップカードと比較する。なお、紙を均等に360度に配置して表現することを、等角表現と呼ぶこととする。

2 関連研究

ポップアップカードの作成を支援する研究は多く行われてきた。三谷らは3Dポリゴンモデルから折り紙建築モデルを生成し、幅の細い面を省略するこ

とで、工作が容易になる折り紙建築モデルの生成手法を提案した[2]。三谷らは、さらにモデルを平面多角形の集合で表現することで、より自由度の高い折り紙建築モデルを対話的な操作で設計する手法を提案している[3]。岡村らは、ユーザがパーツを配置し、位置や形を編集することでポップアップカードのデザインをし、リアルタイムではみ出しや衝突のエラーをユーザに提示する手法を提案した[4]。

3 作成における問題点

3.1 等角表現によるモデルの欠落

紙を均等に48枚配置して表示した例が図1(左)である。豚の左後ろ足が表現できていないことがわかる。また、変化の少ない腹部に多くの枚数が割かれている(図1(右))。これらの部分をより効率的な角度配分にすればより細部を表現できると考えられる。

3.2 浮遊部分

モデルから360度ポップアップカードの型紙を生成する際に、どの場所ともつながっていない浮遊部分が発生してしまうことがある。浮遊部分はそのままだと表現できないため、どこかに固定する必要がある。

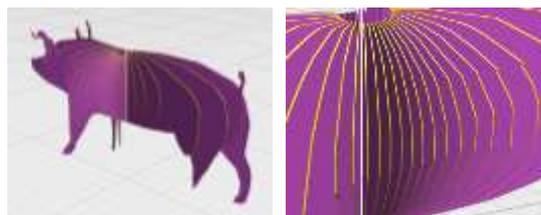


図1 (左) 紙を均等に48枚配置したモデル(足が切れている)、(右) その腹部の拡大(不必要に多くの枚数を割いている)

Copyright is held by the author.

* 明治大学

4 提案手法

4.1 角度配分

本研究では、基本の枚数を 32 枚とする。その枚数での等角表現が難しいモデルを、基本の枚数を均等に配置し、その半分の枚数をより細部を表現する必要のある部分に挿入する。総数は 48 枚となる。

本手法の手順を以下に示す。

- ① モデルを均等に 64 分割する。
- ② 二値化した型紙の白いピクセルを 1, 黒いピクセルを 0 とし、次のページとの排他的論理和を取り、その合計を求める。
- ③ 1 枚おきに 32 枚を選択して、均等に並べる。
- ④ 残りの 32 枚の中から、②で求めた合計が多い順に 16 枚を選択する。
- ⑤ 選択した 16 枚を均等に並べた 32 枚の間に挿入する。

等角に配置する部分と、紙と紙の間に挿入する候補となる部分の断面図が必要なため、等角に配置する枚数の倍の 64 枚に分割し、分割した中から挿入する 16 枚を選ぶようにした。本手法を用いて生成したモデルが図 2 (下), 図 3 であり、作成した 360 度ポップアップカードが図 2 (上) である。また、ページ同士を糸で繋ぐことで、それぞれのページ間を個別の角度に保つことを実現した (図 4 (左))。

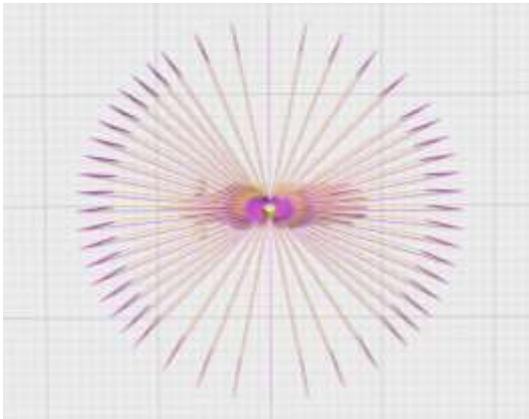
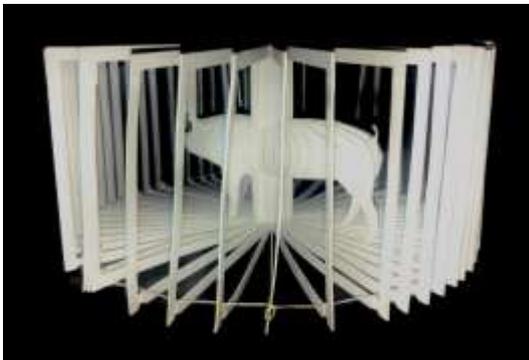


図 2 (上) 本手法を用いて作成した 360 度ポップアップカード, (下) そのモデルを上から見た図

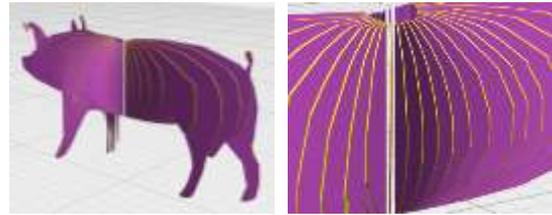


図 3 (左) 32 枚を均等に並べ, 16 枚を挿入したモデル (足が切れていない), (右) その腹部の拡大

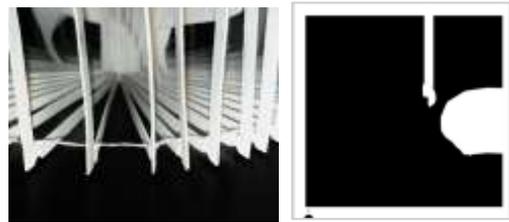


図 4 (左) 糸による接続 (個別の角度を保持), (右) 上部に固定した浮遊部分のあるページ

4.2 浮遊部分の検出

3D モデルから 360 度ポップアップカードの型紙を生成するシステムを用いて生成した型紙を、二値化し、ラベリングすることで浮遊部分を検出した。検出した浮遊部分と外枠上部を繋ぐことで浮遊部分を固定した (図 4 (右))。

5 試作結果と考察

提案手法により、均等に配置しただけの場合には表現できなかったモデルを細部まで表現することができた (図 2 (上))。また、浮遊部分については、サポートを用いてポップアップカードの外枠上部に固定することができた。

参考文献

- [1] 大野友資. 360° BOOK 富士山 / Mount FUJI. 青幻舎, 2015.
- [2] 三谷純, 鈴木宏正, 宇野弘. 3D ポリゴンモデルからの「折り紙建築」モデル生成手法. 2002-CG-107, pp.7-12, 2002.
- [3] 三谷純, 鈴木宏正. 平面多角形の集合による「折り紙建築」モデルの表現と計算機による設計支援. 情報処理学会論文誌, Vol.45, No.3, pp.969-976, 2004.
- [4] 岡村聡介, 五十嵐健夫. ポップアップカードデザインの製作支援インタフェース. Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム予稿集(CD-ROM), Vol.2009, p.53, 2009.