

## ストライプ模様の連続性を担保した包装紙デザインの自動生成

菅原万梨夏<sup>†</sup> 北直樹<sup>†</sup> 齋藤隆文<sup>†</sup><sup>†</sup> 東京農工大学

## 1 はじめに

近年、様々な分野で工程の自動化が行われる中、手土産等のギフトラッピングは依然として手作業で行われることが多い。また、手作業で行われるラッピングは上面の見栄えは良いものの、側面や底面に相当する部分に模様の破綻が生じることがある。手作業によるラッピングでは仕上がりが個人の技術や経験に左右されるため、見栄えの向上を人の手で行うのには限界がある。そこで手作業によるギフトラッピングを、包装紙デザインの観点から支援するアプリケーションの制作を行う。

先行研究 [1] では「包装を行った際に模様の破綻が起こらないようなテクスチャを自動生成する」アプリケーションを制作した。このアプリケーションは「直方体の箱を『斜め包み』という技法で包む」こと、「生成できるのは1次元の無地ストライプのみであること」を前提としている。「斜め包み」とは直方体の箱を包装紙の辺に対して斜めに置く包み方である。

このアプリケーションから発展し、本研究では画像を用いたストライプの生成を行う。具体的には、先行研究で実装されたストライプの生成機能に付随させ、ストライプの中に画像を並列させることによってより複雑な模様を生成できるようにすることを目指している。

## 2 関連研究

ラッピングに関する技術を扱っている研究として、マニピュレータを用いてラッピング作業を自動化するための研究 [2] や、ラッピング手順を視覚的に支援するデザインを自動生成する研究 [3] などがある。これらは、ラッピングそのものの自動化や、包装手順の誘導が主な目的であり、本研究で目的としている包装後の主観的な「見栄えの良さ」については考慮されていない。物品の「見栄えの良さ」に関しては、服の模様を連続にするために型紙のマッピングを調整するシステムの研究 [4] がある。本研究と着眼点に近いが、何枚もの型紙を組み合わせることを前提としているため、本研究が目指す1枚の紙の中で模様の連続性を担保することとは合致しない。

このようにラッピングの技術や手順の支援、物品の見栄えの向上支援を行うことに関する研究は存在する。だが1枚のラッピング紙に対して包装後の模

様の連続性を担保し「見栄えの良さ」を向上するための研究は、我々の知る限りでは報告されていない。

## 3 提案手法の概要

先行研究 [1] で実装した、包装の終了時に連続性が担保されたストライプの生成手法および本研究で実装した手法を述べる。

## 3.1 ストライプの生成手法

直方体の箱を構成する3辺を長い順に  $a$ ,  $b$ ,  $c$  とする。また、直方体を構成する面のうち、 $a$  と  $b$  で構成された面のうち一つをメイン面とする。ユーザの要求がこのメイン面に最も反映されるようにする。メイン面上でのストライプを構成するために必要なパラメータを図1のように定義する。

$offset$  は基準の原点  $O$  から一番近いストライプまでの法線方向距離、 $u$  はストライプの幅、 $v$  はストライプ間の幅、 $\phi$  はストライプの角度となっている。また、説明の簡単のためにメイン面の左上を原点とした  $xy$  座標系を定義する。

カラーストライプを箱の辺上に点を持つ多角形として扱い、各多角形の頂点座標を調べる。まず図2に示す点  $P$  を求める。また、図2での点線の距離を  $dist$  とおき、初期値に  $offset$  の値を取る。

その後図2の点  $S$ ,  $R$  の座標を求め、 $dist$  にストライプ幅  $u$  を加算し、先と同様に点  $S$ ,  $R$  の座標を求める。1回目に求めた線分  $SR$  を上部、2回目に求めた線分  $SR$  を下部と呼ぶと、上部と下部の組とすることでメイン面における縞1つ分を持つ頂点を求めることができる。

縞1つ分の頂点を求めたら、 $dist$  にストライプの間隔  $v$  を加算し、先と同様に次のストライプの上部、下部を求める。この繰り返しにより、メイン面での各縞を持つ頂点の座標を求める。

包装紙上には包装を行う際に表に現れる面がメイン面を除いて3つあり、それぞれとメイン面との間にある側面について鏡映関係にすることで模様の連続性を保つことができる。そのため、メイン面を持つストライプの頂点を鏡映反射させることで、これら3つの面を持つストライプの頂点を求める。

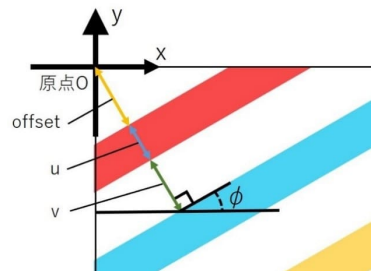


図1 ストライプ生成のパラメータ

Automatic generation of wrapping paper with continuity of stripe pattern

Marika Sugawara<sup>†</sup>, Naoki Kita<sup>†</sup> and Takafumi Saito<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Tokyo University of Agriculture and Technology

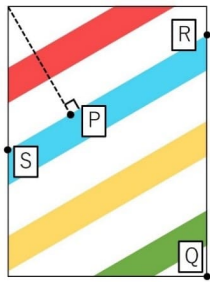


図2 ストライプの構成

最後に、辺  $ac$ ,  $bc$  で構成される側面のストライプを生成する。先に述べたメイン面と対応する面の、側面を挟んだ鏡映関係にある縞の頂点同士をつなぐことで、側面部分のストライプを生成する。

### 3.2 画像を利用したストライプ

先に述べた手法でストライプの生成を行いメイン面におけるストライプの座標を求めた後、ストライプに対して画像を適用する。本アルゴリズムでは、包装紙面上の箱展開図の鏡映関係を利用する際に模様が反転するといった見た目上の変化を抑えるため、上下左右対称の画像を選定する必要がある。ここでは、図3の画像をストライプに適用することを考える。また、ここでは使用する画像を単位模様と呼ぶ。



図3 使用する画像

まず、メイン面に隣接する側面の部分のストライプに対して画像の模様を適用する。これは単位模様をストライプ幅に拡大して、側面の高さ分だけ並列させることで生成を行う。

次に、メイン面のストライプに対して画像を適用する。この際、各ストライプを十分に覆うことのできる長さ分だけ単位模様を並列させた画像を、図4の矢印の方向に移動させる。

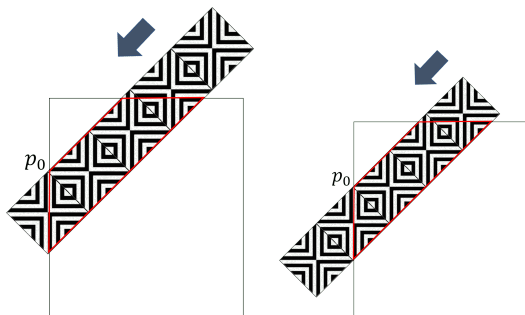


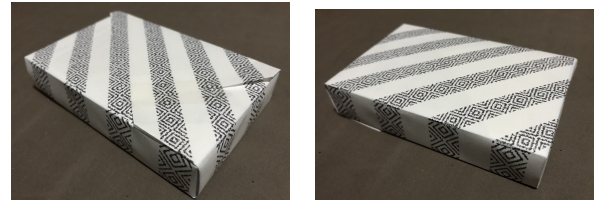
図4 ストライプを移動させる様子

画像の移動をさせながら側面とメイン面のストライプ間にあたる部分の画素値の差分を計算する。その値が一番小さくなる場所で画像の位置を決定する。この工程を各縞に対して行い、メイン面のストライプを生成する。

最後に展開図の形に沿うように、生成した側面、メイン面の画像を反転・回転させ包装紙の生成を行う。

## 4 実験結果

制作した機能を使用して包装紙の生成と出力を行い、包装を行った。この時、図3の画像を用いて出力を行った。これを図5(a)に示す。



(a) 底面

(b) 上面

図5 包装した結果

図5(a)より、本研究で特に注目していた底面上での模様の破綻等は起こっていない。上面および底面と側面の間については、計算上ではずれが最小になるように調整されているが、見た目上完璧に模様が繋がっているとはいえない。

## 5 考察

本研究で制作したアプリケーションでは、ユーザーの要求を反映したストライプ柄の包装紙を生成する機能に加え、より複雑なストライプ模様を生成する機能の実装を行った。

現時点では、元となったアプリケーションを実装した先行研究 [1] で挙げた「模様の幅が側面で大きく変わってしまう」という問題点は解消できていない。本研究のアルゴリズムでは上下左右の対称性がある画像のみを扱ったが、これを任意の画像についても適用することができるようにする必要がある。また、単純な模様の線形移動を利用して画像の生成を行っているため、厳密に連続性を保っているとはいえない部分も出てくる。このため、単位画像を敷き詰めた画像等から模様のマッピングを行い、模様の厳密な連続性を追求する、ということが今後の課題となる。

## 参考文献

- [1] 菅原万梨夏, 田村峻, 北直樹, 斎藤隆文: “模様の連続性を担保した包装紙デザインの自動生成”, 第28回 Visual Computing (VC2020), オンライン, 2020年12月
- [2] 玉田貴寛: “マニピュレータによる斜め包みに関する研究”, H27 電気通信大学学位論文, (2015).
- [3] 加納崇光, 宮下芳明: “主観的輪郭を用いたラッピング支援”, インタラクシオン 2010 論文集, pp.173-176, 2010.
- [4] Katja Wolff and Olga Sorkine-Hornung: “Wallpaper Pattern Alignment along Garment Seams”, ACM Transactions on Graphics (Proceedings of ACM SIGGRAPH), Vol. 38, No. 4 (2019).