

主観的輪郭を用いたラッピング支援

加納 崇光[†]

宮下 芳明[†]

Texture of Wrapping Paper using Subjective Contour

TAKAMITSU KANO[†]

HOMEI MIYASHITA[†]

1. はじめに

誕生日プレゼントなどの贈り物は箱詰めし、包装紙で包み、相手に贈るのが一般的である。ところが長年ラッピングをおこなってきた経験者でさえ、包装に失敗することがある。物や包装紙の大きさが毎回異なる状況のもと、包装紙上に物を置いただけでは、全体を包めるかの判断が玄人でも難しいことに起因している。

本稿では、大きさを見誤ることによるラッピングの失敗を減らすことが目的である。そのための方法として、包装紙に包装対象物を置く初期位置や折り線を描く解決策が考えられよう。本稿で提案するシステムでも、はじめにユーザが指定した包装紙の大きさ、包装対象物の大きさをもとにシミュレーション計算を行い、ラッピングの可否判定を行っている。しかし、この後に単純に折り線を包装紙に直接描くのは、開封後に包装紙の裏側も見られてしまうことを考えると、贈り物の包装としてはややふさわしくない印象を受ける。そこで、主観的輪郭と呼ばれる錯覚を用いて折り線を表現し、“包み手にとってわかりやすく”、“もらう人にとっては普通のラッピングとなんら変わらない”折り線を提示する手法も合わせて提案する。

紙の折りに関する研究で最も盛んに行われているのは折り紙についてである。古田らの研究では複雑な折り操作をマウスのみで直感的、対話的にモデリングできる計算モデル 1) を提案しており、三谷らの研究では折り紙の重なりや形状を把握しやすいように表示する折り紙モデル 2) を提案している。折り紙の折り操作に関するこれらの幾何学的なモデルはラッピングにおける折り操作にも応用することが可能であり、包装対象物と 1 枚の紙の情報を元に包装手順を設計する手

法が提案されている 3)。しかし、このモデルは一般的に用いられているラッピング方法をモデル化したものではなく、ユーザが実際に折り操作を行う部分についての支援も考慮されていない。また、一般的な包装手順を扱った数学モデルはこれまでに提案されていない。本稿では一般的に用いられている斜め包み、キャラクター包装、紙袋包装の 3 種類のラッピング方法を独自の数学的モデルで表現し、そのモデルをもとにラッピングの可否判定を行う 4) 5)。

さらに包装紙の模様に関連して、2 次元のテクスチャから 3 次元的に連続なテクスチャを生成する研究 6)、異方性ソリッドテクスチャをもとに中身を持つテクスチャをつくる研究 7) がある。これらをもとに本稿では折り線を提示するとともに面の連続性を保った模様となるようなテクスチャを出力する。

2. システム

2.1 ラッピングのモデル化と可否判定

ラッピングは通常 1 枚の紙で包んでいくので、包まれた 3 次元形状は 2 次元の展開図として考えることができる。したがって、本稿では包装紙の展開図をもとに、3 種類の包み方をモデル化した。

斜め包みの場合、包装対象物の横幅を w 、高さを h 、奥行きを d とした展開図のモデルは図 1 上のようなになる。薄いグレーの部分が包装紙に対応し、濃いグレーの部分が包装対象物を置く初期位置である。ただし、紙袋包装は包装対象物をあとから入れるので、初期位置は定義されない。このモデルを用いて幾何学的な条件のもと、ラッピング可能かどうかを判定する。ラッピングにおいては包装対象物が露出していないことが絶対条件である。その上で、「斜め包みの初期位置は 4 つの頂点のうち 3 つが包装紙の上に配置されなければならない」といったような各ラッピング方法に固有な条件を満たすとき、ラッピング可能と判定する。

[†] 明治大学大学院 理工学研究科 新領域創造専攻
Program in Digital Contents Studies, Programs in Frontier
Science and Innovation, Graduate School of Science and
Technology, Meiji University.

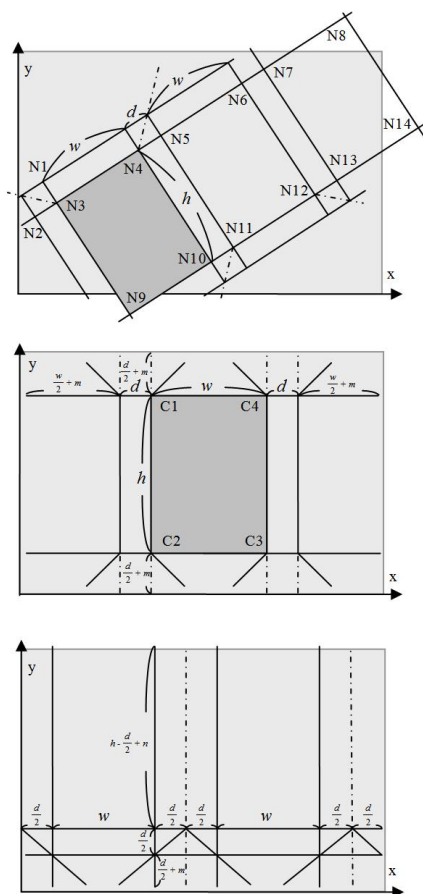


図1 斜め包みの展開図モデル

斜め包みは包装対象物を包装紙に対して斜めに配置してラッピングする方法である。折り操作を行うことで上部に折り目ができ、天地をつけられるのでフォーマルな贈り物に使われる。包装対象物の大きさによっては最適な角度は変化するため、基準となる座標 (x, y) と角度 θ ($0 < \theta < 90$) を変数として、ラッピング可能な位置を探索する。

キャラメル包装は包装紙と包装対象物の向きが揃っており、角度を考慮する必要はない。したがって、ラッピングに必要な展開図の大きさと包装紙の大きさを x 軸方向、 y 軸方向それぞれについて比較し、ラッピング可否判定を行う (図1中)。

紙袋包装は斜め包みやキャラメル包装では包みづらい形状のものをラッピングする場合や複数のものをまとめてラッピングする場合によく用いられる。この方法もキャラメル包装と同様に角度を考慮する必要がないため、包装紙の大きさと必要となる展開図の大きさを比較しラッピング可否判定をおこなう (図1下)。

フォーマルなラッピングをする場合はラッピング方法や包装対象物の向きが決まっており、上下や縦横の区別がある。しかし、ラッピングの用途によっては包

み方や向きを気にしなくて良い場合も多い。この場合、幅、高さ、厚さの組み合わせをシステム側で自由に変わることが許されるので、同じ大きさの包装対象物をより小さな包装紙で包むことが可能となる。また、包み手にとって包みやすいように最適化し、その置き方をユーザに提案することも可能である。

2.2 主観的輪郭を用いた折り線の提示

本稿では折る人に対して折り線を提示することでラッピングにおける失敗を防ぐアプローチをとっている。しかし、前述のように包装紙に点線を描く提示方法は贈り物の包装としてふさわしくないと考えた。そこで、主観的輪郭とよばれる錯覚を用いて、ラッピングする人にはわかりやすく、もらう人にとっては気づきにくい折り線を実現する。

輪郭は物理的輪郭と主観的輪郭 8) 9) 10) の 2 種類に分類することができる。物理的輪郭はいわゆる輪郭、エッジと呼ばれるもので、明度や彩度の違いによって知覚される輪郭である。一方、主観的輪郭は何も描かれていない部分にあたかも図形が存在しているかのように感じられる輪郭のことである (図2)。

主観的輪郭についての詳しいメカニズムは解明されていないが、主観的輪郭を提示することは容易に実現可能である。提案するシステムでは塗りつぶしによる主観的輪郭と端点による主観的輪郭を用いて、折り線を提示する。また折り線は、包装対象物の辺の部分に知覚できるように提示する。図3 (左) が実際に出力される包装紙のイメージであり、同図 (右) の位置に主観的輪郭を知覚することができる。なお主観的輪郭を用いた折り線は折り目をつけてしまえばその部分は物理的輪郭となるため主観的輪郭はほとんど知覚されなくなる。ただし、ここでいう物理的輪郭とは折り線を提示するために生じるものではなく、ラッピングすることによって生じるものであり、もらう人にとっては何の違和感もないものである。

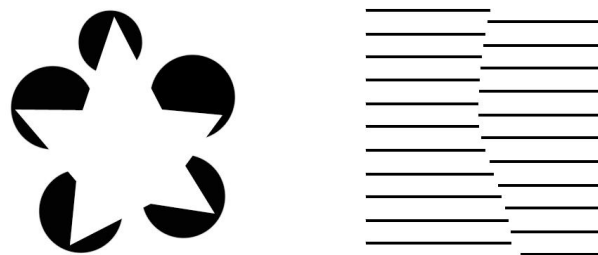


図2 主観的輪郭の提示方法

(左: 塗りつぶしによるもの, 右: 端点によるもの)

主観的輪郭を用いたラッピング支援

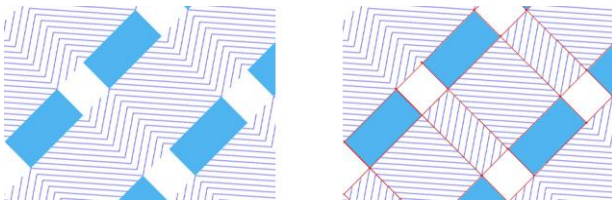


図3 主観的輪郭で表現された折り線

(左：出力される包装紙，右：主観的輪郭の現れる位置)

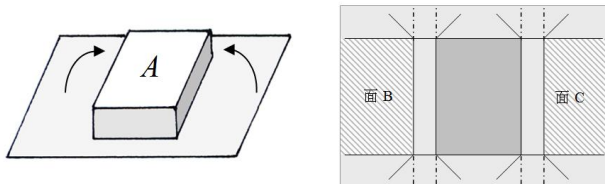


図4 キャラメルラッピングにおける面の同一性

2.3 ずれを認識させるための模様設計

本稿で提案する包装紙は次の2つの条件を満たすものとする。1つ目は「異なる面は物理的輪郭もしくは主観的輪郭で分離する（面の不連続性）」といった条件であり、前節で説明した折り線を提示するために必要な条件である。2つ目の条件は「同一平面を構成する包装紙は必ず連続となるようにする（面の同一性）」といった条件である。つまり、包装紙が重なったときにその模様が同一であることを意味する。たとえば図4のようにラッピングする場合、面Aを構成する包装紙は面Bと面Cであり、この2つの面はびたりと一致しなければならない。つまり面Bと面Cには同じ模様が描かれている必要がある。言い換えればユーザが間違った位置で折ると模様は一致せず、正しい位置で折った場合に模様が一致する。ユーザは紙を重ね合わせるごとに正しい位置で折れているのか、間違った位置で折っているのか確認できるので、ラッピングの失敗を未然に防ぐことができる。

2.4 インタフェース

提案システムのインタフェースを図5に示す。ユーザはこの画面で包装対象物の大きさやラッピング方法、用紙サイズを入力する。ラッピング方法は斜め包み、キャラメル包み、紙袋包装の3種類をサポートしており、用紙サイズはA1,A2,A3,A4,A5,B1,B2,B3,B4,B5のいずれかから選択することができる。また、フォーマルなラッピングでなければ“向きを調整”チェックボックスにチェックを入れることで包装対象物の向きを最適化することも可能である。ユーザがスタートボタンを押すと入力された情報をもとにラッピング可否判定を行う。ラッピング可能と判定された場合は続いて包装紙を出力する処理に移るが、ラッピング不可能と

判定された場合は別のラッピング方法の提示やラッピング可能な包装紙のサイズをユーザに提案する。

次にユーザから入力された包装対象物の大きさとラッピング可否判定の結果をもとにその包装対象物専用の包装紙を生成し、画像として出力する。包装紙はプリセットがいくつか用意されているが、このデザインをもとに主観的輪郭による折り線の提示やずれを確認できるような模様設計を行う。

生成された包装紙をプリンタで出力した後、ユーザが実際にラッピングを行う。ユーザは折り線通りにおいて、包装紙の模様がずれていないかを確認することで正しい位置でラッピングを行うことができる。

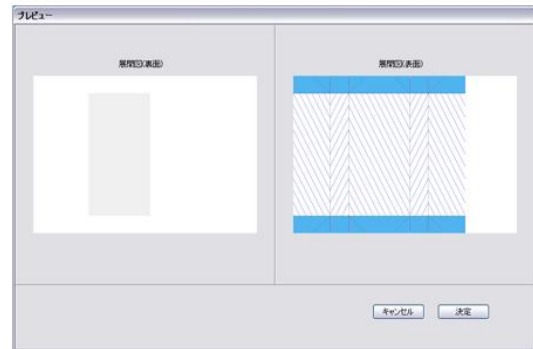


図5 提案システム

(上：ユーザインタフェース，下：プレビュー画面)

3. 評価実験と考察

本システムを用いて出力した包装紙を用いてラッピングした結果を図6に示す。また、包装の経験者3名による評価実験をおこなった。実験は3種類の大きさの箱を用意し、一般的に用いられている包装紙(A4,A5,B3,B4)とシステムから出力された包装紙それぞれを用いて、斜め包みでラッピングしてもらおうといったものである。どちらの場合もラッピング可能なもつとも小さな包装紙でラッピングができていたか、包装対象物が露出していないかといった点に着目して成功と失敗を判断する。実験の結果は表1と表2のようになった。一般的な包装紙を用いた場合、44.4%がなんらかの失敗をしてしまうが本システムを用いた場合ラッピングの失敗はなくなった。失敗の原因の多くは正しいサイズを選択できなかった、中身が露出して

しまった、包装紙に余裕がなく著しく汚いラッピングとなったという点であり、システムを用いることでこれらの原因を排除することができたといえる。また、包装紙の大きさを見極める時間ややり直しの時間が削減されたため、本システムを用いた場合、安定した時間でラッピングできることがわかった。

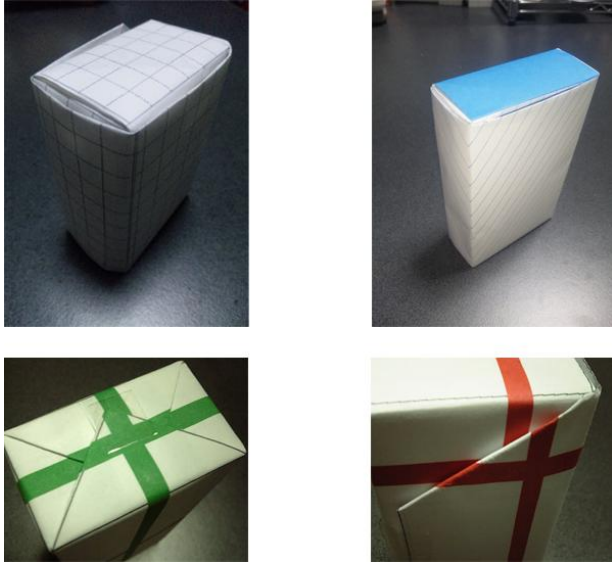


図6 提案システムで出力した包装紙によるラッピング

表1 一般的な包装紙を用いた結果

被験者	箱のサイズ	必要な包装紙サイズ	かかった時間	判定
A	7×12×3	A4	1分41秒	×
	7×6×2	A5	1分03秒	○
	7×8×3	B5	0分40秒	○
B	7×12×3	A4	1分37秒	×
	7×6×2	A5	0分55秒	×
	7×8×3	B5	1分41秒	○
C	7×12×3	A4	1分00秒	○
	7×6×2	A5	1分07秒	×
	7×8×3	B5	0分49秒	○

表2 提案システムで出力した包装紙を用いた結果

被験者	箱のサイズ	必要な包装紙サイズ	かかった時間	判定
A	7×12×3	A4	1分12秒	○
	7×6×2	A5	1分11秒	○
	7×8×3	B5	1分14秒	○
B	7×12×3	A4	1分04秒	○
	7×6×2	A5	1分03秒	○
	7×8×3	B5	0分43秒	○
C	7×12×3	A4	0分43秒	○
	7×6×2	A5	0分46秒	○
	7×8×3	B5	0分42秒	○

被験者からは「包装対象物を置く位置が決められているので包み始めるまでが大変.」「折り線通りに折るには何度も修正する必要がある.」といった意見があがっており、この点を改良することでさらにラッピング時間を短縮することが可能であると考えられる。

本稿でのシステム作成と評価によって、ラッピングにおける失敗を防ぐために本稿で提案した方法が有用であると確認することができた。今後は、「ユーザが間違えやすい重要な折り線は主観的輪郭を強く知覚させる」といったように重要度を主観的輪郭の強度に置き換えることでより細かなユーザ支援を実現したいと考えている。

参考文献

- 古田陽介, 木本晴夫, 三谷純, 福井幸男: マウスによる仮想折り紙の対話的操作のための計算モデルとインタフェース, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.12, pp.3658-3669, 2007.
- 三谷純, 鈴木宏正: "折り紙の構造把握のための形状構築とCG表示", 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.1, pp.247-254, 2005.
- 松島健太, 島貴博, 渡邊豊秀, 紙類包装手順の設計, 電子情報通信学会, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.108, No.47, pp. 7~12, MI2008-2.
- 宮村徹, 近藤治弥, 古川歩佳, 本間沙恵, 宮口正規, 山岸辰徳, 数学的モデルにおける数学的な考え方に関する研究, 新潟大学教育人間科学部数学教室, 数学教育研究, vol.41, pp.114-136, 2006.
- 田中哲朗, 大小の贈り物, IPSJ MAGAZINE vol.4, No.3, Mar. 2003.
- Johannes Kopf, Chi-Wing Fu, Daniel Choen-Or, Oliver Deussen, Dani Lischinski, Tien-Thin Wong, Solid Texture Synthesis from 2X Exemplars, SIGGRAPH2007 Image Analysis & Enhancement, 2007.
- Kenshi Takayama, Makoto Okabe, Takashi Ijiri, Takeo Igarashi. Lapped Solid Textures: Filling a Model with Anisotropic Textures. ACM Transactions on Graphics Vol.27, Issue 3 (SIGGRAPH 2008), Article No.53.
- 川勝正人 鈴木幸司 前田純治, 図形の完全化による主観的輪郭の形成, 電子情報通信学会技術研究報告, IEICE technical report. Neurocomputing 95(506) pp.23-27, 1996.
- 石寺永記 荒井祐之 土屋雅彦 宮内裕子 高橋信一 栗田正一, 主観的輪郭の形成に関する視覚情報処理モデル, Vol.J76-D2 No.4 pp.873-880, 1993.
- 安田浩之 安藤和久 大西昇 杉江昇, 物理的に存在しない輪郭線の抽出, 電子情報通信学会論文誌 D Vol.J73-D2 No.6 pp.906-913, 1990.