

インタラクティブな型紙デザインシステムの空気膜造形への適用

森 悠紀[†] 五十嵐 健夫[†]

Application of Interactive Pattern Design System to AeroCraft

YUKI MORI[†] and TAKEO IGARASHI[†]

1. はじめに

近年、コンピュータグラフィックスの技術が発達し、素人でも簡単に3次元モデルを手にいれたり、作成したりできるようになってきた。しかし通常3次元モデルはコンピュータの中で表示されているにとどまり、我々は手で触ることができない。現実世界において手で触られるようにするために、三谷らは3次元モデルからペーパークラフトの展開図を計算する手法を提案した¹⁾。また、Juliusらはぬいぐるみのための自動領域分割アルゴリズムを提案し、実際に自動生成された型紙を使用してぬいぐるみを作成した²⁾。

我々はぬいぐるみ作りのための型紙生成を支援するシステム:Pillowを作成した³⁾。Pillowを用いることで素人でも簡単にオリジナルなぬいぐるみをデザインすることが可能となる。本稿ではPillowを空気膜造形とよばれる分野に適用した結果を報告する(図1)。

2. システムの概要

本システムの概要を図2に示す。入力となる3次元モデルは任意の閉じた多面体(メッシュ)であり、通常のCGモデラーを用いて作成するか、既存のものを利用することを仮定している(図2(a))。この入力モデルに対してユーザは自分のセンスを活かした縫い目を入力していく(図2(b))。システムは入力された縫い目を元に、入力モデルの形状を構築するための型紙を自動で提示する(図2(c))。入力モデルは布で作られているということを考慮していない形状であるため、出力された型紙を実際に縫い合わせたぬいぐるみ形状は入力モデルと比較すると必ず歪みが生じる。そのため、この型紙を使って縫い合わせた結果どのようなぬいぐるみ形状になるかをシミュレーションする(図2(d))。こ



図1 Pillowを用いて製作した空気膜造形
(縫い目デザインと型紙は図3参照)

れによりユーザは、実際に作る前に出来上がりのぬいぐるみ形状を検証することが可能となり、本システムの中でユーザは試行錯誤をし、満足する縫い目になったら実際にぬいぐるみを作成する(図2(e))ということが可能となる。

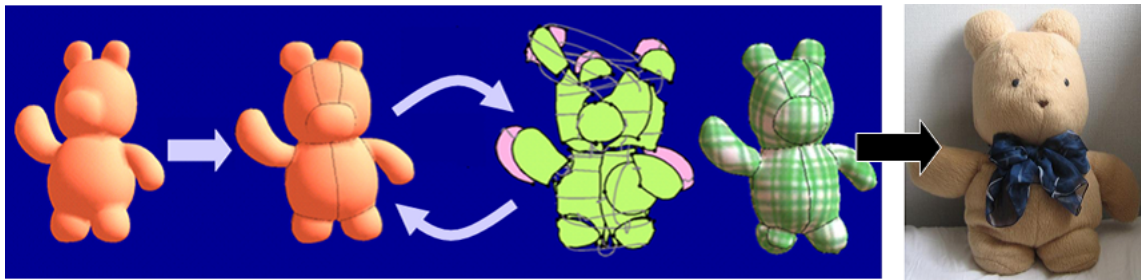
3. 実装

本システムはJava言語を用いて実装した。展開アルゴリズム、シミュレーションともに一般のノートPC上でリアルタイムに稼動する。

3次元モデルから2次元パターンへはABF++⁴⁾を利用して、角度ベースで展開を行った。3次元上の三角形パッチと対応する2次元上の三角形パッチの面積がなるべく同じになるような調整を加えて大きさの調整をしている。

シミュレーションには現在は単純なバネモデルを用いている。まず、それぞれの頂点に対して、物体の内側から外側へ(法線方向へ)膨らます力をかけ、頂点を移動させる。ある程度膨らんだら、膨らまし方向の力をなくし、バネモデルを用いてそれぞれのエッジの長さを調整する。この2つのステップを3次元形状が収束するまで繰り返す。

[†] 東京大学大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻
Graduate School of Information Science and Technology,
The University of Tokyo
内部に電動送風機により常時空気を送りつけ、造形内部の空気圧を外気圧より上げることで、造形の形状を維持させる空気圧を利用した造形物。エアロクラフトともよばれる。



(a) 入力 3 次元モデル (b) ユーザが入力した縫い目 (c) 型紙生成 (d) シミュレーション結果 (e) ぬいぐるみ

図 2 本システムの概要と実際に製作したぬいぐるみ

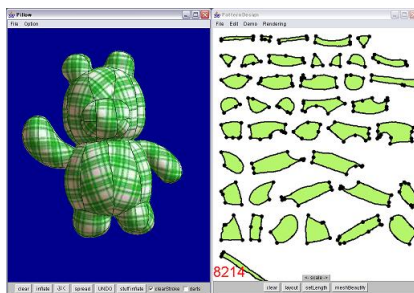


図 3 図 1 の縫い目デザインと対応する自動生成された型紙

4. 実験と考察

本システムを用いて空気膜造形を作成した。図 3 は本システムを用いて縫い目デザインしたものとそれに対応する自動出力された型紙である。これを用いて製作した空気膜造形を図 1 に示す。

実際の空気膜造形の製作過程は、

1. 立体モデルを約 10 分の 1 のサイズで作成
2. 立体モデルから薄紙等を使用してパターンを作成
3. 2 で作成したパターンを読み込み、イラストレーターでトレース
4. トレースしたデータを実寸に拡大し、プロッターで出力
5. 拡大した型紙から、裁断・縫製作業を行い、完成という手順で製作し、製作依頼から納品までの期間はおよそ 1ヶ月である。本システムを使用することで 1~3 の工程を短縮することができ(およそ 2 週間)、製作期間を大幅に短縮することが可能となる。

空気膜造形がぬいぐるみと異なる点は、

- 素材が伸びないため、より細かく縫い目を定義する必要がある
- 製作コストがかかるため実験的に製作することができない
- 内部に入れるものが綿ではなく空気であるなどが挙げられる。

ぬいぐるみや空気膜造形のための型紙製作ではプロの設計士がシーチングとよばれる試しの布を用いて何度も試行錯誤を繰り返しながら型紙を製作する。本システムを用いることで試行錯誤する時間や試し縫いにかかるコストなどを大幅に削減することが可能となる。

また、空気は全体に均一な力がかかるため、本システムで用いているシミュレーションは綿を内部に詰めるぬいぐるみよりも空気膜造形に適していると言える。

5. まとめと今後の課題

我々は型紙生成を支援するシステムを作成し、型紙生成の工程をコンピュータ支援によって素人にでも手軽にできるようにした。また、その結果をぬいぐるみだけでなく、空気膜造形と呼ばれる分野でも実験を行い本システムの有用性を確認した。今後はぬいぐるみ製作のために綿をモデル化してシミュレーションを行うほか、型紙の形状によって製作にかかる時間を定義し、全体の製作時間をユーザに提示したい。

謝辞 空気膜造形を製作してくださった(株)クエストアンドトライさまに深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Mitani, J. and Suzuki, H. Making Papercraft Toys from Meshes using Strip-Based Approximate Unfolding. *ACM Transactions on Graphics*, Vol.23, No.3, pp.259-263, (2004).
- 2) Julius, D., Kraevoy, V. and Sheffer, A. D-Charts: Quasi-Developable Mesh Segmentation, *Computer Graphics Forum(In Proceedings of Eurographics 2005)*, Vol.24, No.3, pp.981-990, (2005).
- 3) 森 悠紀, 五十嵐 健夫: "Pillow: ぬいぐるみ作成のためのインタラクティブな型紙デザイン", 第 14 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2006), pp.31-34, (2006).
- 4) Sheffer, A., Levy, B., Mogilnitsky, M. and Bogomyakov, A. ABF++: Fast and Robust Angle Based Flattening. *ACM Transactions on Graphics*, Vol.24, No.2, pp. 311-330, (2005).