

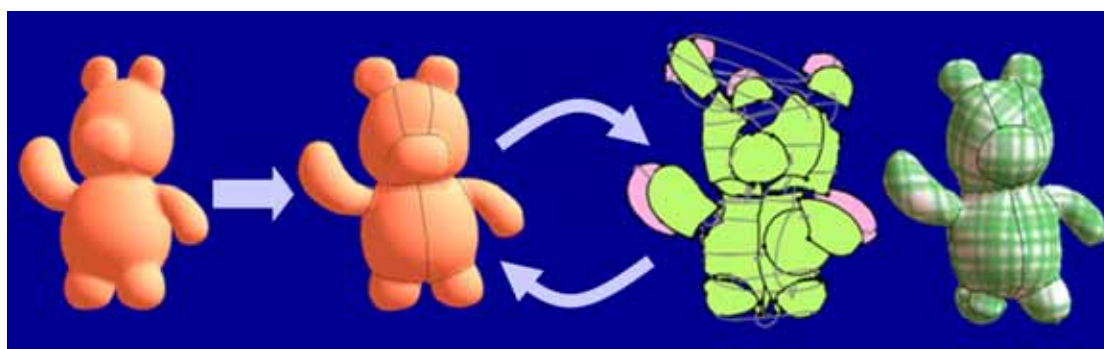
ぬいぐるみモデラーの開発

1. 背景および目的

現在、我々の身の回りにあるぬいぐるみは、大きくわけて既製品と手作り品の二種類に分類することができる。ところが、手作り品であったとしても、元々のぬいぐるみの形は、本からの型紙であったり、手作りキットの型紙であったりすることがほとんどである。ぬいぐるみを作成するためには、対応した型紙を作成する必要があるが、その型紙を元に布を裁断して、縫合し、綿詰めをすることによって、ぬいぐるみができあがる。よって、自分の思い通りのぬいぐるみを生成するためには、それに対応する型紙の生成が必要不可欠であるが、2次元の型紙からはできあがりの3次元を推測することがとても困難である。そこで、作成したいぬいぐるみの形状を3次元モデルでモデリングし、そのモデルに対応した、2次元の型紙を自動で出力するシステムを作成することを目的とする。また、入力とする3次元モデルはぬいぐるみにな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2次元の型紙を縫い合わせた結果は入力したモデルとは必ず異なった形状となる。そのため、システムの中で出力された2次元の型紙を再構築させるシミュレーションを行うことで、実際に縫い合わせる前にどのような形状になるのかを見ることができるようにする。

2. 開発の内容

ぬいぐるみ形状デザインのための型紙生成を支援するシステムを2つ作成した。1つ目のシステム Pillow は、立体形状で与えられたモデルから、2次元の布のパーツを自動的に計算し、そのパーツを組み上げて「ぬいぐるみモデル」を構築するシステムである(図1)。入力となる3次元モデル(入力モデル)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1(a))。この入力モデルに対してユーザは自分のセンスを生かした縫い目を入力していく(図1(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パターンを自動で提示する(図1(c))。入力モデルは布で作られているということをまったく考慮していない形状であるため、出力された型紙パターンを実際に縫い合わせてもぬいぐるみ形状は必ず入力モデルとは違う形になる。そのため、この型紙パターンを使って縫い合わせたら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1(d))。これによりユーザは、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、試行錯誤によって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ことが可能となる。実際にぬいぐるみとバルーンの作成に使用した例を図2に示す。



(a) (b) (c) (d)

図1: 3次元モデルから型紙の作成と出来上がりのぬいぐるみ形状の検証を行なうプロセス: (a) 入力モデル; (b) ユーザによって定義された縫い目デザイン; (c) 生成された型紙; (d) 縫い合わせた結果のシミュレーション.



(a)



(b)

図2: 実際に作成したぬいぐるみ(a)とバルーン(b).

ぬいぐるみは、布を縫い合わせた袋状の構造に綿が詰められたものであり、布の伸縮力と綿から受ける圧力が平衡するところで形が決まる。そのためぬいぐるみとして成立する形は、このような構造力学的な条件を満たしたもののだけとなる。既存のモデルを入力とする場合は、入力モデルは一般にこのような条件を満たしていないため、出来上がるぬいぐるみ形状は必ず入力モデルとは異なる形状となる。この差分が大きいことが、ユーザが意図したぬいぐるみを作る上で問題となっている。

そこで、最初からぬいぐるみとして成立する形状しかモデリングできないモデラーを使ってモデリングを行えば、この問題は解決する。2つ目のシステム Plushie は、手書きスケッチを利用したモデリング操作によって、ユーザが希望するぬいぐるみの形状を対話的にデザインしていくものである(図3)。ユーザからの入力ストロークと物理的制約を元に常にぬいぐるみになるような3次元モデルをモデリングしていく。対応する型紙はユーザがモデリングするたびにインタラクティブに更新される。ぬいぐるみの成立条件は、布という素材のもつ制約に起因しているので布の変形の物理シミュレーションによって扱うことができる。現

在,モデリングとシミュレーションを並行に走らせることで,出来上がりの形状を見ながらモデリングができるというフレームワークを研究している.

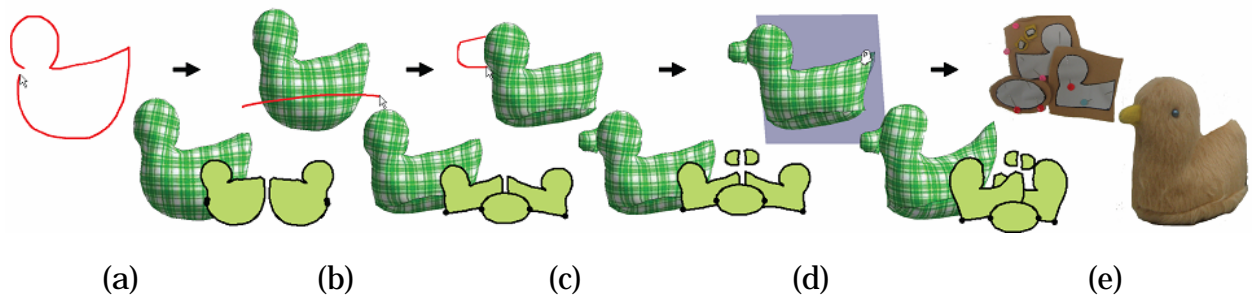


図3:Plushie を使ってオリジナルなぬいぐるみをデザインする例:ユーザはインタラクティブに描いていくとその形状を作るための型紙が自動で生成され,ぬいぐるみモデルが構築される.(a)モデルの生成;(b)モデルの切断;(c)突起生成;(d)つまんでひっぱる;(e)実際に作成したぬいぐるみ.

本システムの有効性を確かめるために,日本科学未来館にてワークショップを2度行った.1度目は2006年8月25日(金),26日(土)の2日間の来場者一般男女38名にシステムを使用していただいた.



図4:本システムを利用してぬいぐるみをデザインした例.

2度目は2007年1月7日(日)に,親子9組がぬいぐるみをデザインして実際に縫うワークショップを行った.

[参考 URL: http://www.miraikan.jst.go.jp/j/friendship/event/2007/0107_01.html]



図5：ワークショップで実際に作成したオリジナルなぬいぐるみの例。

このようにオリジナルなぬいぐるみ作成に必要な型紙生成の工程をコンピュータで支援することによって、素人にも手軽にオリジナルなぬいぐるみをデザインし、作成することが可能となる。

3. 従来の技術(または機能)との相違

立体形状で与えられたモデルへの縫い目デザインと2次元の布のパーツの自動計算、縫い合わせた結果のシミュレーションをあわせたフレームワークが新規性である。また、3次元モデリングを物理的制約の元で行うというフレームワークも従来にはなかった技術であり、Pillow システム、Plushie システム共にシステムに含まれるフレームワークそのものが新規な点である。

4. 期待される効果

三次元グラフィックスや高度なシミュレーションは、アニメーションやビデオゲームのみならず、最先端の航空機産業や自動車産業などのものづくりの分野で不可欠な技術となっており、各社のIT投資額は総売上の1%を越えている。一方で、商品開発にそれらの高価なシステムを用いることのできない廉価な商品では、いまだに経験と勘に頼った開発が行なわれているのが実情である。近年、コンピュータの個人ユースが進んだことで、身近になったコンピュータを用いて、身近な商品開発に3D文化革命を起こしたいと考えている。それにより、社会の裾野の技術基盤が底上げされ、高度な最先端分野の発展に寄与すると考えている。

ところで、本研究の狙いを「ぬいぐるみ」に定めた理由は以下の点である。

- ・ 安価で開発コストを掛けられない身近な製品であること
- ・ 厳密な精度より全体としての見栄えやバランスが重視される製品であること
- ・ 柔らかい材料と曲面で構成されている製品であること

これらの「ぬいぐるみ」の特徴や特性を研究することで、最先端の製造業が取り組むべき課題解決に結びつけたいと考えている。例えば、以下は自動車や航空機の開発の初期段階

において設計者が要求するシステム像である。

- ・ リアルタイムに試行錯誤できる簡易な3次元形状変形シミュレーション技術
- ・ 従来の面単位の微細な形状評価より、大まかな全体形状の特徴を把握し評価できる技術
- ・ 従来の正確な数値入力を要求する形状表現より、曖昧さを許容した柔軟な形状表現技術

このように本研究の狙いである、柔らかい素材による安価で簡便な変形シミュレーションと形状表現が、日本のものづくりの発展に貢献できると考える。

5. 普及(または活用)の見通し

日本科学未来館にてすでに2度ワークショップを行っており大盛況となっている。今後も定期的にワークショップを行うことを予定している。また、日本のみならず、海外からもぬいぐるみ製作会社、バルーン製作会社等からこのソフトの利用をしたいというプロの方の声もいただいております。ソフト会社、ゲーム会社等を通して製品化することも検討している。

6. 開発者名(所属)

森 悠紀 (東京大学大学院情報理工学系研究科修士課程)

(参考)開発者URL: <http://www-ui.is.s.u-tokyo.ac.jp/~yuki/index-j.html>