

論文の内容の要旨

論文題目 コンピュータを用いた手芸設計支援に関する研究

氏 名 五十嵐 悠紀

裁縫や編み物といった手芸の分野では専門家がデザインした型紙や編み図を利用して手作りの作品を作ることが多く、初心者が形状を自らデザインし、それに沿った作品を作るとは難しかった。これはできあがりの3次元形状を想像しながら、2次元の展開図(型紙や編み図)をデザインすることの難しさを表しており、熟練者であっても、試行錯誤を繰り返しながら時間をかけて手作業で行う作業である。

本研究では、これを手作業が主であるコンピュータ支援が未開拓であった手芸の分野にさらに展開し、熟練者しか作成することのできなかったオリジナルの手芸作品を主婦や子供たちなどの素人がデザインし製作できるようなシステムを実現することを目標とした。従来の設計・製作支援の分野のシステムはCADなどのように専門家向けが中心だったため、素人でも手軽にデザインできるような直感的なインタフェースが必要となるため、それらを提案・実装した。提案手法を実装したシステムを用いて、実際に一般ユーザに使ってもらうためにワークショップの開催やユーザスタディにおけるシステムの評価実験および調査なども行った。

本研究では大きくわけて、3つのテーマを取り扱う。まず第1にユーザが望む形状のあみぐるみをデザインする手法を提案した。3次元モデリングプロセスにインタラクティブな毛糸のシミュレーションを組み合わせることで初心者でもあみぐるみを効率的にデザインできるシステムKnittyを作成した。ユーザは図1のようにスケッチインタフェースを用いて3次元あみぐるみモデルをデザインしていく。システムはユーザの入力を用いて、あみぐるみモデルを構築し、対応する編み図も自動生成する。本システムは初心者にも直感的にデザインできる。また、初めてあみぐるみに挑戦する者でも作成手順を容易に理解できるようにするために、製作手順を視覚的に提示する製作支援インタフェースも備えた。これによりあみぐるみ製作初心者にも容易にオリジナルなあみぐるみを作成できることを確認した。一般のユーザによるユーザスタディを行うため、小学生高学年および中学生を対象としたワークショップを開催し、図2のようにオリジナルのあみぐるみをデザインしてもらいシステムを評価した。

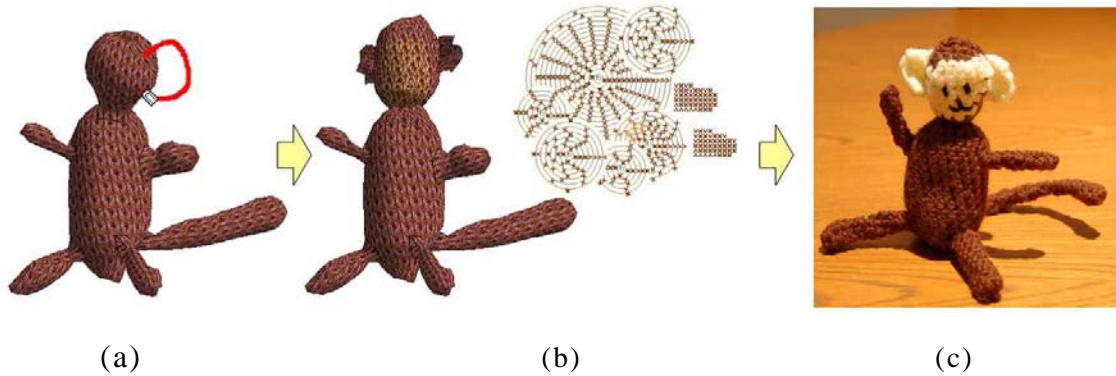


図 1: ユーザのスケッチ入力をもとにあみぐるみモデルと対応する編み図を生成するシステム Knitty. (a) ユーザはスケッチインタフェースを用いてあみぐるみモデルをデザインする. (b) システムは編み図とその編み図をもとに構成できる 3 次元モデルを提示する. (c) システムが提示した編み図をもとに実際に編んだあみぐるみ.



図 2: Knitty を用いたワークショップで子どもたちが製作したオリジナルのあみぐるみ.

第2に、図3のような3次元モデルから実際にあみぐるみへ変換する手法である。既存の3次元サーフェスモデルを入力として、ユーザがあみぐるみにするために手足などのパーツごとに領域分割を行う。システムはそれぞれのパーツを1本の毛糸で編む計算を行い、あみぐるみモデルに変換する。本手法では、あみぐるみ作成のために、3次元サーフェスモデルを1次元の小さなセル列として表現することを行った。本システムは3次元モデルへ等幅のストリップを巻きつけ、得られたストリップを等幅でサンプリングすることで、編み図へと自動変換する。また対応する編み図を自動生成する。

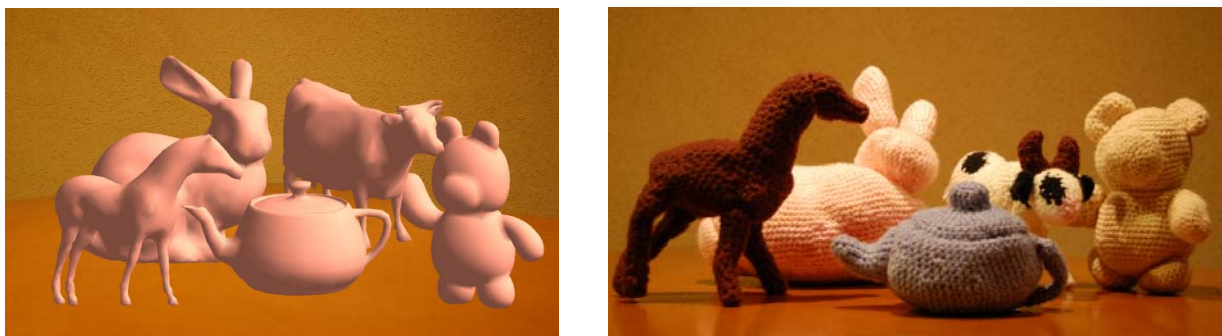


図3: 既存3次元モデルからあみぐるみモデルに変換する手法.

第3に実際に存在する物体のためのカバーをデザインする手法である。既存の物体に対してカバーをデザインするにはたくさんの物理的制約があり，それらを満たすようなカバーを素人がデザインすることは難しい。さらにデザインするには2次元の型紙をカバーで包みたい物体の表面よりも大きくなるようにデザインしなければならない。また，取り出し口は内部の物体を簡単に取り出せる大きさでなければならない。これらの問題を解決するために，コンピュータを用いて既存の3次元モデルに対してインタラクティブにカバーをデザインするシステムを提案する。図4のように作りたい物体の3次元モデルを用意し，入力とする。システムは入力モデルに合うようなカバージオメトリを提案する。実際に縫い合わせる際の縫い目をデザインし，3次元形状を2次元平面に展開することで型紙を用いる。この展開にはカバーとして成り立つように，表面形状が縮まることのない展開手法を考案した。また，ユーザがデザインした取り出し口から内部の物体を取り出せるか否かをテストする機構も提案する。これにより，実際にカバーを製作する前に，取り出し口の大きさなどをチェックすることが可能になる。一般家庭に普及しているスペックのコンピュータでリアルタイムに稼動するシステムにするために，シミュレーションを頂点同士の衝突干渉のみの利用とするなど対話性の工夫を行った。

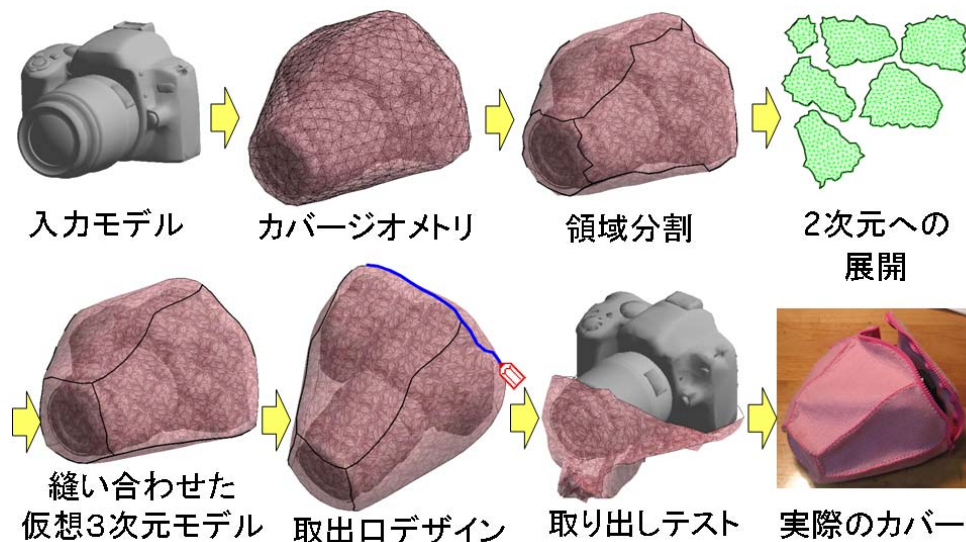


図4:カバーデザイン手法の提案。

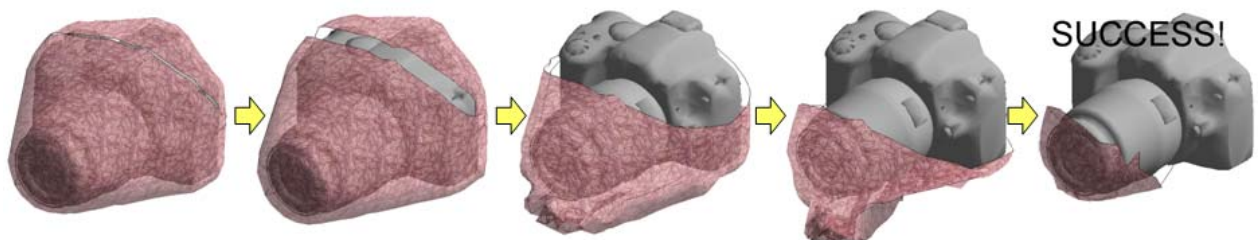


図5:ユーザのデザインした取り出し口から物体が取り出せるかテストする機構を構築した。コンピュータ内部であらかじめ取り出せるか否か試してみることが可能となる。

本論文で提案するそれぞれの手法について，実際にアプリケーションを実装し，それぞれの評価を行った。これにより，一般のユーザには難しかった手芸作品をデザインするという過程を効率的に支援できることを確かめた。