

製作工程に基づいた結城紬の CG 反物画像の生成 Generating CG Cloth Image of *Yuki-tsumugi* based on Production Processes

加賀谷 夏輝[†] 森 博志[†] 石川 智治[†] 佐々木 和也[†] 阿山 みよし[†] 外山 史[†] 東海林 健二[†]
Natsuki Kagaya Hiroshi Mori Tomoharu Ishikawa Kazuya Sasaki Miyoshi Ayama Fubito Toyama Kenji Shoji

1. はじめに

結城紬は栃木県小山市周辺を中心に生産されている絹織物である。結城紬の製作工程では、柄デザイン画から緋模様様の基になる設計図案を製作し、設計図案に基づき反物を織り、反物から着物を仕立てる。しかし、設計図案は柄デザインを反映するように柄柄の基本パターンを組み合わせることで製作されることや、織物構造や特有の柄表現における糸の規則を考慮して反物が織られることから、各工程の製作物の見た目の変化は大きい。生産者が実際に製作をする場合においても、完成しなければ織物の質感が分からない場合がある。また、消費者にとっても好みの柄デザイン画からどのような織物となるか予想することは難しい。

任意の画像から織物を表現する手法として、ジャカード織物を対象とした研究[1]や、布の織パターンを算出する研究[2]が取り組まれている。しかし、織物の制約や性質の違いから、結城紬に対して適用可能な手法は議論されていない。

そこで、本稿では実際の製作工程に基づき任意の柄デザイン画像から結城紬の CG 反物画像を生成する手法を提案する。緋柄の基本パターンと、糸の規則及び織物構造に基づいたシミュレーションにより、結城紬の CG 反物画像の生成を可能とする。

2. 結城紬の CG 反物画像の生成

提案手法における処理の流れを図 1 に示す。実際の製作工程に基づいた処理により、任意の柄デザイン画像から設計図案画像、設計図案画像から CG 反物画像を生成する。

2.1 柄デザイン画像から設計図案画像の生成

結城紬は独特の細やかな緋・緋を持つ先染めの絹織物である。この緋柄は、緋柄の基本パターンと呼ばれるパーツを組み合わせ、柄デザイン画を反映するように設計図案を製作し表現される。本稿では、実際の設計図案の製作の知見に基づいて柄デザイン画像から設計図案画像を生成する。

図 2 に設計図案画像への変換処理の概要を示す。まず、任意の柄デザイン画像から複数の基本パターンを適用する領域を抽出する。領域抽出方法は、輪郭強調の有無により異なる。適用基本パターン数を N としたとき、輪郭強調なしの場合は、入力柄デザイン画像を N 色に減色処理を施し、各色の領域ごとに領域を分割する。本稿では減色アルゴリズムに k 平均法を用いた。輪郭強調を行う場合は、主要な輪郭線を抽出し、輪郭線領域以外の領域を $N-1$ 色に減色し領域を分割することで N 個の領域を抽出する。

次に、抽出した N 個の領域をマスクとし、適用したい任意の基本パターン画像毎にマスク処理を行う。基本パターンは、 $L \times a \times b \times \text{色}$ 空間における各色の明度が低い順から密度の高い基本パターンを適用する。これにより、入力柄デザイン画像の各領域の濃淡が反映された設計図案画像を得る。

[†] 宇都宮大学, Utsunomiya University

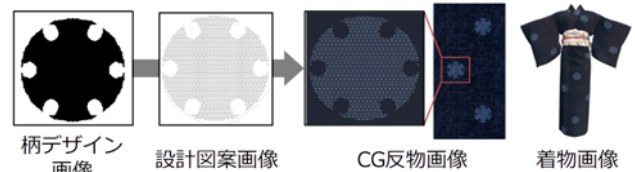


図 1 製作工程に基づいた処理の流れ

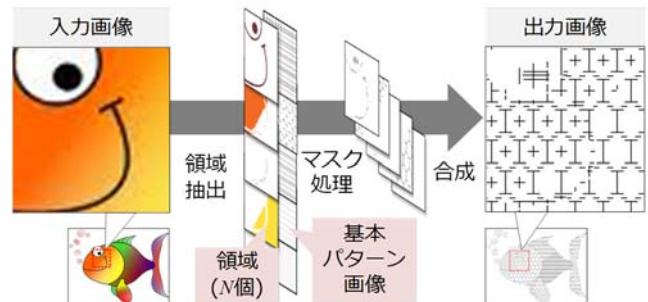
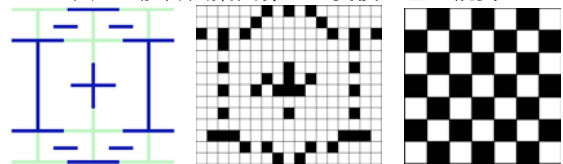


図 2 設計図案画像への変換処理の概要



(a)設計図案上 (b)織物上(柄想定図)

図 3 図上の亀甲模様の違い 図 4 平織組織図

2.2 設計図案画像から CG 反物画像の生成

設計図案と織物に現れる緋柄を表した図(以下、柄想定図)上の模様は、図 3 に示す通り同様の模様でも見え方が異なり、対応関係も曖昧である。そこで、本稿では設計図案画像に対し糸の規則に基づいたサンプリング処理により柄想定図を生成し、柄想定図から糸の色情報等を付加し配置していくことにより CG 反物画像を生成する。

結城紬は緋柄を表現するため何色かに染められた緋糸と、無地の地糸の 2 種類の糸を使って織り上げられる。これらの糸は規則的・周期的に配置され、設計図案も周期的なマス目が描かれた専用の方眼紙の上に製作される。そこで、設計図案画像の矩形領域ごとに柄情報を取得し、画像全体の柄情報から糸情報を生成し、糸情報から織物構造を考慮し合成することで柄想定図を生成する。

図 5 に柄情報取得方法の概要を示す。設計図案画像を $N(s, t)$, $N(s, t)$ の矩形領域ごとの高さを H , 幅を W とすると、分割した矩形領域の m 行 n 列番目の柄情報 $I_{m,n}(i, j)$ は次式で表される。

$$I_{m,n}(i, j) = N(s_i, t_j) \quad (1)$$

$$\begin{pmatrix} s_i \\ t_j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n \cdot W + \sum_{k=1}^i \Delta s_k \\ m \cdot H + \sum_{l=1}^j \Delta t_l \end{pmatrix} \quad (2)$$

ただし $\Delta s_k = s_k - s_{k-1}$, $\Delta t_l = t_l - t_{l-1}$

結城紬は織物構造として平織の構造を取る(図4)。平織は上下左右交互にたて糸とよこ糸が露出する織り方である。式(1), (2)で得られた $I_{m,n}(i,j)$ から生成した全体の柄情報から、地糸と緋糸の配置規則を考慮し基本パターンが正しく出るよう補正をかけたたて糸とよこ糸の情報を生成し、織物構造に従って交互に配置していくことで図3(b)の柄想定図が得られる。

次に、生成した柄想定図より反物画像を生成する。緋糸と地糸の色、模様を繰り返す方法を設定し、任意の高さと幅の間隔ずつ柄想定図を配置する。これに、反物の撮影画像サンプルから得た色むら情報を付加することで反物画像を得ることができ、また組織点一点毎を詳細に描画することで織物構造の確認を可能とする。

3. 生成実験

実際の製作に使われた柄デザイン画像と設計図案画像を用いた設計図案画像の生成及び反物画像の生成を行った。

図6(a)の柄デザイン画像を入力とした設計図案画像の生成結果を図6(b)に示す。同一の柄デザインからデザインが製作した設計図案(図6(c))と比較すると、提案手法の生成結果では輪郭線や細やかな領域が抽出され基本パターンが割り当てられていることが確認できる。抽出領域の不一致によりデザイン製作事例と完全に一致しないものの、入力画像を反映した設計図案画像を生成できていることが確認できる。

次に、提案手法による反物画像の生成結果を評価するために、実際の反物製作に用いられた設計図案を入力として反物画像を生成した。提案手法によって生成された反物画像を図6(d), (e)に、実際に製作された反物の撮影画像を図6(f), (g)に示す。詳細画像を比較すると、糸の色と色むらの程度による見た目の違いはあるものの、基本パターンを表現する緋の出現位置はほぼ一致しており、糸の規則を考慮した緋の表出を再現できていることが確認できる。また、俯瞰画像においても詳細画像と同様の違いはあるが、全体的な柄の配置や緋の表出パターンを捉えられていることが確認できる。実際の反物では糸の太さのむらや染めのむら、糸のずれが発生するため、今後の課題としてこれらの要素を考慮する必要があると考えられる。

4. 応用システム

提案手法により生成可能なCG反物画像を利用した応用システムを図7に示す。本アプリケーションでは反物から着物への仕立てをシミュレートすることができ、仕立て後の着物の状態で元となる反物の色や柄の間隔を調整して確認することができる。これにより、生産者や消費者は事前に模様の見栄えや着装のイメージを確認することが可能となる。

5. おわりに

本稿では、実際の製作工程に基づき任意の柄デザイン画像から結城紬のCG反物画像を生成する手法を提案した。実験結果より、柄デザイン画像から緋柄の数種類の基本パターンを用いた設計図案画像を生成でき、設計図案画像を入力として、糸の規則と織物構造を再現したCG反物画像を生成できる事が確認できた。今後の課題として、より実物に近づけるために糸の太さやむらなどの要素の検討や、実地における評価実験が挙げられる。

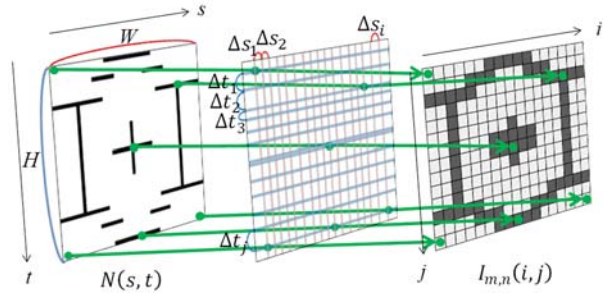
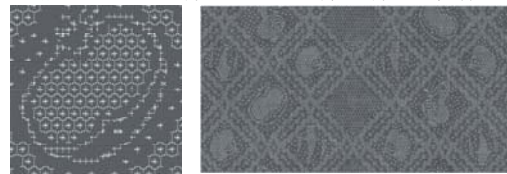


図5 設計図案から柄情報の取得

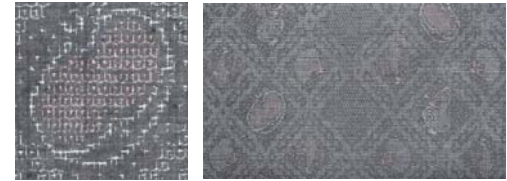


(a) 柄デザイン画像 (b) 設計図案画像 (c) 製作事例



(d) 詳細反物画像

(e) 反物画像



(f) 撮影反物画像の一部

(g) 撮影反物画像

図6 実験結果



(a) シミュレーション UI (b) バーチャル試着

図7 提案手法を用いた応用アプリケーション

謝辞

本研究は、総務省・戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)[152303002]およびUU-COE(宇都宮大学研究拠点創生ユニット)の支援を受けたものである

参考文献

- [1] 豊浦 正広, 五十嵐 哲也, 庄司 麻由, 茅 暁陽, “ジャカード織物作製のための制約付き画像二値化”, 芸術科学会論文誌, Vol.13, No.3, pp.124-133 (2014)
- [2] 土橋 宣典, 岩崎 慶, 岡部 誠, 井尻 敬, 藤堂 英樹, “布のCG表現のための見た目のモデリング”, 研究報告コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学(CG), 2017-CG-168, No.25, pp.1-5(2017).
- [3] 栃木県産業技術センター 紬織物技術支援センター, “緋しぼりの基礎”