

端切れを活用したモザイクアート作成支援システムの提案

新庄武蔵^{†1} 吉田博則^{†2}

概要：本研究は、衣料品製造現場で発生する端切れの再利用を通じてモザイクアート制作をサポートするシステムの提案を行う。具体的には、まずユーザは作成したいターゲット画像を決め、次にターゲット画像のセル分割と似た色やテクスチャを持つセルの結合を経て、パーツを作成する。その後、パーツごとに最も類似度が高い端切れ及びその部位を特定し置き換えた画像を生成する。本システムにより、初心者でも手軽に端切れを有効活用したモザイクアートを作ることができ、環境負荷について考えるきっかけにもなる。さらに、将来的には端切れ以外の様々な素材への応用を見据えている。

1. 背景と目的

大量生産とその消費が繰り返される現代社会において、国内の衣料廃棄物の量は依然として多い。繊維材料の生成、リサイクル、堆肥化、エネルギー回収による燃焼、および埋め立てを測定した EPA のデータによれば、1960 年は繊維生成量 1,760 トンに対して 1,710 トンの衣類が埋め立てられ、2018 年は繊維生成量約 17,030 トンに対して 11,300 トンが埋め立て量であった[1]。このことから、依然として衣料廃棄物の量が多いことが言える。この問題の解決策の 1 つとして、端切れや端材などの廃棄物や不要品に新しい価値を付加する「アップサイクル」が注目されている。端切れをなるべく無駄にせず再利用することで、環境負荷を低減するものづくり方法そのものや、問題への意識を喚起するアート作品の制作が可能となる。しかし、端切れの形状やサイズが異なるため、デザインや配置が複雑化し、手作業での取り扱いが難しい場面も存在する。さらに、制作には多くの時間と労力が必要とされ、初心者には挑戦が難しいのが現状である。本研究は、初心者でも手軽に楽しめるようなモザイクアート作品制作を支援するシステムを提案する。システムによる画像生成では、端切れの柄に合わせて各パーツの大きさや形状を調整し、手元にある未加工の端切れを最大限に活用する。さらに、環境負荷を低減するだけでなく、アート作品として再構築することでクリエイティブリユースを実現する。

2. 関連研究

2.1 パッチワークデザイン作成支援システム

パッチワークを対象とした先行研究はいくつか存在する。野寄らは、初心者でも気軽にキルト制作を行うことができる手芸支援システムを開発した[2]。このシステムは、キルトのデザインを画像ファイルとして出力し、布地に印刷して柄の境界線を縫うことで、初心者でも簡単に手芸を楽しむことができるものである。キルトデザインは基準となる図形（三角形）を用意し、それに対して色や柄を指定し、周期的タイリングを利用して幾何学的形状を自動生成した。

五十嵐らは、オリジナルのパッチワークパターンデザインの支援するインタラクティブなシステムを開発した[3]。ユーザは、ペイントインターフェイスを使用してパッチワークパターンのシルエットを描き始め、スケッチストロークを設計し、ステッチストロークを引いて、最後にパッチワークを縫うことができる。このインタフェースには、ステッチラインの形状を変形させる機能や遠景での全体的なカラーバランスを確認する機能などがあり、デザインの自由度が高い。本研究では、実物の端切れを取り込み、端切れの柄に合わせて各パーツの大きさや形状を調整し、手元にある成形されていない端切れを最大限に活用する。

2.2 モザイク：スケッチベースのデジタル装飾モザイク作成インターフェース

モザイクを対象とした先行研究はいくつか存在する。Abdrashitov らは、デジタル装飾モザイクをゼロから簡単に作成および自動化するためのスケッチベースのアプリケーション、Mosaic を開発した[4]。タイル生成アルゴリズムとストローク及びブラシベースのタイル複製操作を使用することで、ユーザは数回の簡単なストロークと形状だけでモザイク画像を作成できる。このアプリケーションは多くのユーザがアクセス可能であり、初心者でも自分のスタイルを反映した芸術的なモザイクを作成できる。本研究では、実物の端切れを活用し画像生成を行い、生成した画像を参考に実物の作品制作を行うことで、システム上のみで完結しない作品制作を実現する。

2.3 2次元の木目込みデザインのための制作支援システム

木目込み細工を対象とした先行研究はいくつか存在する。伊藤らは、初心者でも容易にオリジナリティ溢れる 2 次元の木目込み細工を制作できるサポートシステムを提案した[5]。このシステムは、ユーザがデザインを行うためのペイントツールと、作成したデザインに基づいて型の 3 次元モデルを自動で生成するスクリプトを持っている。ユーザは、このシステムで生成された 3 次元モデルを 3 次元プリ

^{†1} 公立はこだて未来大学 システム情報科学部 情報アーキテクチャ学科
情報システムコース 学生

^{†2} 公立はこだて未来大学 准教授

ンタで出力し、それを用いて実際の木目込み細工を制作することができる。本研究では、実物の端切れを活用し画像生成を行い、生成した画像を参考に実物の作品制作を行う。

3. 開発環境

システムでは、端切れをコンピュータ上でデータとして取り扱うため、EPSONのGT-X980を使用して端切れのスキャンを実施した。これらの端切れは、服飾工場などから提供を受けたものである。開発には、開発言語とPython3.11.5を使用している。本研究では、端切れを用いたモザイクアートの実物制作を目的とした画像解析および生成プログラムを開発する。

4. 手法

システムの構築、及びその実証をおこなう。システムは図1のステップからなる。



図1 システムの流れ

4.1 端切れ(ソース) 画像一覧の表示

図2では、スキャン済みの端切れ素材の一覧を示している。ユーザーは、このシステムを利用して、それぞれの素材の詳細な属性情報、例えば色、テクスチャ、大きさなどを確認することができる。



図2 スキャン済み端切れ一覧

4.2 ターゲット画像およびサイズとグリッドの大きさの設定

ここでは、作成したいターゲットの画像を1つ選択する。また、作成したい作品のサイズ(A4やA3など)を選択することができる。さらに、グリッド数(例: 10x10や20x20)も設定可能で、この数値によってモザイクの細かさが変化する。

4.3 ターゲット画像の分割及びセル結合

図1中のbではターゲット画像の分割を示している。図1中のdではターゲット画像のセル結合を示している。画像分割の段階で、4.2で選択されたターゲット画像を多数の小さなセルに分割する。その後のセル結合の段階で、K-Meansクラスタリングを利用した減色処理により似た色やテクスチャを持つセルをまとめ、大きなパーツを生成する。このように大きなパーツを生成することにより、手元にある成形されていない端切れを効果的に利用することができる。

4.4 結合したセル(パーツ)と端切れ(ソース) 画像のマッチング

図1中のeに結合したセル(パーツ)と端切れ(ソース)画像のマッチングを示す。結合したセルと端切れ(ソース)画像のマッチングにおいては、結合したセルの色やテクスチャと図2のソース画像データベース中の端切れ布の類似度を評価する。そして、最も類似度が高い端切れ布を選択する。選択した端切れの中で最も類似度が高い領域を特定し、その位置で置き換える。

4.5 システムの評価実験

実装したシステムでの作品制作を通じて、その実現可能性を検証する。最終段階でのシステム評価実験により、端切れを活用したモザイクアート作成がより効果的かつ簡易に行えるかを調査する。この評価においては、モザイクアートの品質、制作にかかる時間、そして選択された端切れの適切性を主要な評価指標とする。



図3 柄の最適領域の決定(制作過程)

5. 制作で見つけた課題

図4には、実際の端切れを使用したモザイクアート作品のサンプルが示されている。「真珠の耳飾りの少女」をターゲット画像として選定し、その画像を基にシステムが生成した画像を参考に実物の制作を実施した。具体的な方法としては、生成されたベクター画像を利用し、レーザーカッターでのりパネルに絵の輪郭(切れ込み線)を施した。その後、システムが生成した画像を参考にして、端切れを適切に切り取り、貼り付け、余白は溝に埋め込む木目込み細工の技法を用いて作品を完成させた[5]。制作過程において、いくつかの課題を確認することができた。第一の課題として、図3に示すように使用する端切れは決定されているものの、具体的な柄(領域)の選択が難しかった。色の割合が採用する領域によって大きく変動するため、より高い類似度を持つ領域を特定する機能の検討が必要である。第二の課題として、特に細かい部分において、どの端切れを使用しているのかが目視での判別が困難であった。この点に関しても、拡大表示などの支援機能が求められる。

6. まとめ(今後の計画)

モザイクアートを画像ファイルとして出力し、その印刷品を参考にしながら実物の端切れを使用した作品制作を実現することを目的としたシステムを開発した。このシステムにより、初心者でもモザイクアートの制作を手軽に楽しむことができる。現段階の成果として、「真珠の耳飾りの少女」をターゲット画像としてシステムを利用し、生成された画像を基に実物の端切れを使用した作品制作が可能であることが確認された。今後は、5の制作で見つけた課題を中心に、システムの改良と開発を進めていく予定である。



図4 実際の端切れを用いて制作したモザイクアート作品サンプル

参考文献

- [1] "Textiles:Material-SpecificData". EPA. 2022. <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/textiles-material-specific-data>. (参照 2023-10-13).
- [2] 野寄 悠花, 五十嵐 悠紀, 阿原 一志. パッチワーク風キルト作成支援システム. 日本ソフトウェア科学会研究会資料シリーズ(Web). 2017, 81号, p. 1-22.
- [3] Yuki Igarashi, Jun Mitani. Patchy: An In-teractive Patchwork Design System. ACM SIGGRAPH 2015 Posters, SIGGRAPH 2015. 2015.
- [4] Rinat Abdrashitov, Emilie Guy, JiaX-ian Yao, Karan Singh. Mosaic:sketch-based interface for creating digital decora-tive mosaics. Proceedings of the 4th Joint Symposium on Computational Aesthetics,

Non-Photorealistic Animation and Rendering, and Sketch-Based Interfaces and Modeling . 2014 , p.5-10.

[5] 伊藤 謙祐, 五十嵐 悠紀 . 2次元の木目込みデザインのための制作支援システム . 画像電子学会誌 . 2020, 49 巻 , 4 号 , p. 315-325.