

ストリングアートのためのデザイン支援と自動制作経路算出システム

茂木 良介* 五十嵐悠紀*†

概要. ストリングアートを制作する際、初心者が自ら考えたデザインをストリングアートとして制作することは難しく、また糸を掛けていく手順を計算することも相当大変な作業である。たとえデザインができたとしても、糸を掛けていく制作段階ではミスが起きやすく、理想通りの作品を完成させることは難しい。本稿では初心者のユーザがストリングアートをデザインすることを支援するため、デザイン過程での支援と自動で制作経路を算出するシステムを提案する。提案された制作経路手順をLEDライトで順に提示することで制作過程も支援する。本システムを利用することで、自由にデザインしたストリングアートを簡単に制作することが可能になる。

1 はじめに

ストリングアートとは板に釘を打って糸をかけていくことで模様を浮かび上がらせるアートである。大きくわけて2種類存在し、1つ目は制作したい模様の輪郭に釘を打ち、内側を埋めていくことで図1のような模様を制作することができる。茂木らはこのタイプのストリングアートを対象にして、白黒のビットマップ画像をユーザが入力すると、制作したい形の輪郭に釘を打ち、糸を掛けることでシミュレーションを行うシステムを提案した[1]。

もう1つは規則的に糸を掛けていくことで図2のような幾何学模様を浮かび上がらせるものである。このような模様の設計および制作段階では完成形の模様を把握することは難しく、初心者は、既に考えられた模様パターンを模倣するような制作にとどまっている。また糸を掛ける際には、次に糸を掛ける釘の番号を数える必要があり、制作に時間がかかる。

本稿では、この後者のタイプのストリングアートを対象に、図3のように幾何学図形を用いてスタンプのように図柄をデザインするシステムを提案する。リアルタイムで糸掛けのシミュレーションを行いユーザに提示すると共に、糸を掛ける手順を自動で計算し、制作手順をLEDライトで表示することで、制作時間の短縮、及び糸の掛け間違いを防止する。

本システムを用いることによって、人間では計算して制作することの出来ないような複雑なデザインのストリングアートを簡単に制作することが可能になる。

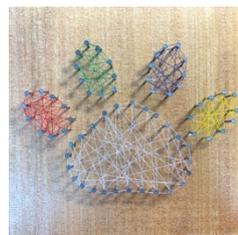


図1 輪郭デザイン

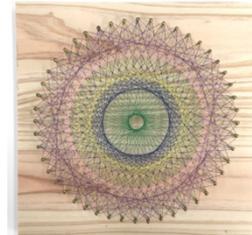


図2 幾何学模様デザイン

2 提案システム

本システムは Processing, Arduino uno, LED ライトを用いて実装した。一連の流れを図3に示す。システムの手順を3段階に分け、それぞれについて述べる。

2.1 デザイン

提案システムでは図3のように、基本図形やベジェ曲線、画像データを組み合わせるようにデザインを行う。この時、描いた図形に任意の2点の釘を通る接線が引かれ、図形の輪郭が直線のみで把握できるようになる。また図形の輪郭部分の範囲をパラメータで制御することで、直線で表される図形の濃さを調節することができる。ユーザはリアルタイムで糸が掛けられた状態を把握することができる。システムはレイヤーにわけられており、複数の色を用いたストリングアートを設計することもできる。

2.2 制作経路算出

2.1 節で制作したデザインを実際にストリングアートとして糸を使って制作するには、2.1 節で描かれた直線を一筆書きができる様にオイラーグラフに整形し、糸を掛ける手順を計算する必要がある。

Copyright is held by the author(s).

* 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科

† JST さきがけ

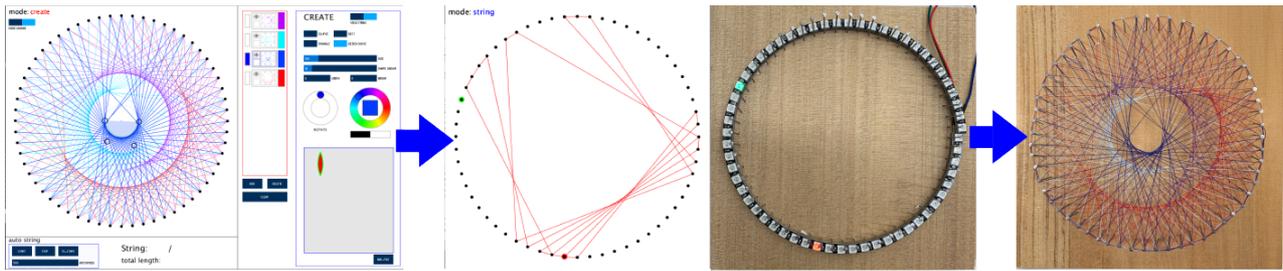


図3 システムでの設計の流れ

一筆書きができる条件として、ある頂点から出ている直線の本数がすべて偶数本かもしくは奇数本の頂点の数が2にする必要がある[3]。本システムでは一番近い奇数本同士の頂点を結ぶことにより、全ての頂点から出ている直線を偶数本とした。また線が干渉しない平路が2つ以上できた場合(図4赤線)、それらを繋ぐ線(図4青線)も追加する。これらの補正線を追加する場合、頂点で囲んだ円の外側を通すことにより、補正した線のデザインへ干渉を無くした。糸を掛けていく手順の経路計算に Fleury のアルゴリズム[4]を用いた。

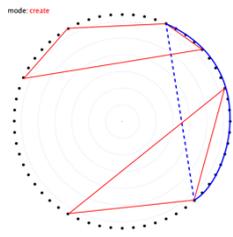


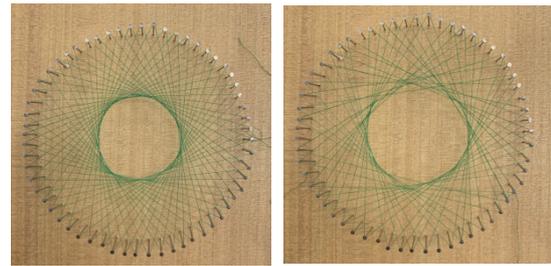
図4 閉路ができたときの処理

2.3 制作支援

実際に釘に糸を掛けて制作する際、釘の番号を逐一数えながら糸を掛けていく必要があるが、ミスが起きやすく後戻りも困難なため、制作には多大な時間を要する。本システムでは釘の位置に LED ライトを設置し、糸を掛ける手順をライトによって提示することで制作を簡略化した。ライトの提示を自動化することにより、制作中に両手が塞がっていても制作が可能となる。また制作に必要な糸の長さや時間をシミュレーションにより計算し提示している。

3 結果と議論

本システムを利用した場合とそうでない場合と比較した結果、システムを利用した方が綺麗な模様が描けていることがわかる(図5)。これにより、本システムを利用することで、簡単に模様をシミュレーションすることができ、そのシミュレーション結果を正確にストリングアートとして制作することが可能になった。



(a)システムあり (b) システムなし

図5 システムでの支援の有無

4 まとめと今後の課題

本稿ではストリングアートのデザインを知識のないユーザでも行うことができ、そのデザインを簡単にストリングアートとして制作することが可能になるシステムを提案した。本システムを利用することで能動的に、かつ簡単にストリングアートを楽しむことが可能になった。本システムでは図形の接線を取ることによって模様を描いているが、複雑な形の図形や手書きでのデザインは不可能である。また少ない数の図形を使用しての模様作成は可能であるが、図形数が多くなると線が多くなってしまいうため、模様としての見た目に支障がある。本稿では円形に釘を配置したパターンでのシミュレーションだが、釘の配置を工夫することで、デザインの幅を広げることが可能になる。

今後はより精細で複雑な模様もデザインできるような工夫もしていきたい。

参考文献

- [1] 茂木良介, 五十嵐悠紀. ストリングアートデザインのための支援システム. WISS 2018.
- [2] 山中啓江. 初めての糸かけ曼荼羅.
- [3] N. L. Biggs, E. K. Lloyd and R. J. Wilson, Graph Theory 1736–1936. Clarendon Press, Oxford.
- [4] Fleury, M. Deux problèmes de Géométrie de situation. Journal de mathématiques élémentaires, 2nd ser.