

ユーザーの絵を基にしたあやとり技工程作成手法とあやとりデータ構造を用いた平面図生成について

塚本 啓太¹ 中山 裕貴² 濱川 礼¹

概要: 本論文では、ユーザーが絵を描いた際の情報を基にあやとりで絵を再現するための工程と平面図を作成する手法と、それを実装したシステムについて述べる。本手法により、ユーザーが任意の絵から、あやとりを作成することが可能になる。あやとりは世界各地に歴史が存在しており、古くから調査や研究が行われている。また、日本文化の継承と幼児の成長、発達を目的として保育にも取り入れられているという調査を行った研究や、大学生ほどの年齢でもあやとりを遊ぶことは脳の活性化に繋がるという研究もある。だが、大学生ほどの年齢でもあやとりを遊んでいる人は少ない。そこで、大学生と創作活動の関係についての研究から、自分の好きな絵であやとりを遊べるようにすることで、継続して遊びたいと思われる手法を開発し、システムを実装し、評価を行った。

1. はじめに

あやとりは、一本の輪にした紐を手に掛け、指でその紐をさまざまに取って、美しい模様や、いろいろな形を作り上げる伝承遊びである [1]。あやとりの情景を描いた最古の文献 [2] では、二人の女の子があやとりをしている姿が描かれており [3]、18 世紀には存在していたと考えられる。

あやとりは海外にも歴史が存在し、これまで東南アジア、日本、南アメリカ、西インド諸島、太平洋諸島民、イヌイトおよびそのほかのネイティブアメリカンから文化が収集され、説明されてきた [4]。

保育現場における伝承遊びについての調査を行った研究 [5] では、保育に昔ながらの遊びが取り入れられているのは、日本文化の継承のためと幼児の成長、発達のためという理由が多かった。また、あやとりで遊ぶことは脳の活性化にも繋がるという研究がある [6]。この研究では、大学生を対象に調査を行い、あやとりや折り紙で遊ぶことで脳が活性化され、特にあやとりでは集中力が高まったという結果が出ている。

日本の伝承遊び実施状況についての調査を行った研究 [7] では、全国の幼稚園、保育園 651 園を対象に調査を行ったところ、96.45%の園であやとりが実施されていた。古くから遊ばれており、大学生にも脳の活性化や集中力向上の効果があるあやとりだが身近に遊ぶ人を見かけることはなく、幼児期に比べ大学生ほどの年齢でも遊び続けている人

は少ないと我々は考えた。そこで大学生 23 人にアンケートを行ったところ、プライベートであやとりを遊んだことがあると答えた人は 11 人、ないと答えた人は 12 人という結果だった。あると答えた 11 人の中で、最後に遊んだ経験が保育園、幼稚園と答えた人は 3 人、小学生と答えた人は 8 人という結果になった。アンケートの結果から、あやとりは小学生までしか遊ばれにくいと考えられる。なぜ遊ばなくなってしまったかについては、「単調で飽きた」と答えた人が 5 人と最も多く、「迫力がない」「技が少ない」「技を作るのが難しい」「自然とやらなくなった」「ゲームや鬼ごっこをよくやるようになったから」「なんとなく」「他に面白い遊びが増えた」が 1 人ずつという結果になった。

我々は、あやとりは本やインターネットに掲載されている技でしか遊ぶことが出来なく、遊びが単調になってしまうことが遊ばれなくなってしまふ大きな原因だと推測した。あやとりが単調な作業にならないようにする新たな要素が必要である。

あやとりが飽きにくくなるようにするためにはユーザーが自由に技を創作できるようにし、単調さを解消する必要があると考えた。創作活動に関わることの教育効果に関する研究 [8] では大学生を対象に調査し、創作を実践することは学生の記憶に残る印象の強い体験になったという結果が得られている。このことから、あやとりに創作実践を取り入れ、自分の好きな絵であやとりを遊べるようにすることは大学生の興味、関心に有効であると考えた。本研究では、ユーザーが描いた任意の絵の情報を基に紐の伸ばし方とその手順を示す技の工程と、それを表現する平面図の作

¹ 中京大学 工学部 情報工学科

² 中京大学 工学研究科 情報工学専攻

成を行う手法を用いることで、あやとりの遊びの可能性を広げ、継続してあやとりを遊びたいと思えるシステムの創出を目指した。

2. 関連研究

2.1 あやとり表記法を入力とするあやとりの平面図生成ツールの開発

小泉らは、あやとり表記法で書かれた文章を入力として平面図を作成する研究を行っている [11].

小泉らの研究で開発するあやとりの平面図生成ツールは、あやとり表記法で書かれたファイルを入力すると、入力に対し平面図を描画する。また、内部に仮想的なあやとりを持つ。あやとりのデータ構造はハンドル部とネット部からなる。ハンドル部は指と指にかかる紐を管理し、ネット部は紐と交差点を管理する。特にネット部のデータは、ハンドル部とネット部の境界に位置する点と交差点からなる点集合と、これらの点を端点とする線分の集合で表す。

2.2 String Figure Notation

Eric Lee は自身のサイト [10] で String Figure Notation (以下あやとり表記法) について述べている。

あやとり表記法は指の動き、取る紐の位置、紐の取り方からなる紐の動作とその手順を表す表記法である。ひもの取り方を絵や言葉で表現すると曖昧さが生じることがある。そこで、決められた表記を定義することで、あやとり表記法を知っていれば誰でも同じあやとりの形を作ることが出来る。

2.3 幼児向け折り紙作品の創作支援システム

鶴田らは、ユーザーの絵を入力として、その絵を折り紙で創作するための工程作成の研究を行っている [9].

鶴田らの開発したシステムでは、折り回数と折り方に条件を設定してその条件下で考えられるすべての折り紙の形を蓄えたデータベースを作成し、ユーザーの絵と似ているものを検索し、提示する。

本稿では、ユーザーの絵を入力として紐の伸ばし方とその手順を示す工程と、それを表現する平面図を作成するシステムを提案している。平面図作成については小泉らの研究で使用されているあやとりのデータ構造を参考としている。

3. 提案手法

本研究ではユーザーが描いた絵の情報を入力として、絵をあやとりで再現するための工程を作成し、それぞれの工程から平面図を作成して出力する。

あやとりは輪になっている紐を使うため、あやとりの紐を始点と終点が等しい1本の線と考えた場合、あやとりで作ることが可能な形はすべて一筆書きが可能な絵になる。

一筆書きの各頂点を指と見立て、一筆書きの描き順と組み合わせることでどんな一筆書きの絵もあやとりで再現が可能になると考えたため、以下の手法を提案する。

実際に作る際の工程の作成には、図 1 のように線の交差する点 (以下交点) と角となる点 (以下曲点) の情報、描いた際のそれぞれの点を通過した順番 (以下描き順) を取得し、使用する。図 1 の丸が交点、四角が曲点を示す。交点と曲点にはそれぞれ数字が割り振られ、数字の順番で描き順を表している。取得した交点や曲点の中から、図 2 のようにハンドル部に対応させる点とネット部に対応させる点を選び出し、描き順と合わせることで実際に作る際の工程を作成する。どの指からどの指へ紐を伸ばすかなどの情報を作成手順として使用することで平面図を作成し、出力を行う。提案手法の流れを図 3 に示す。

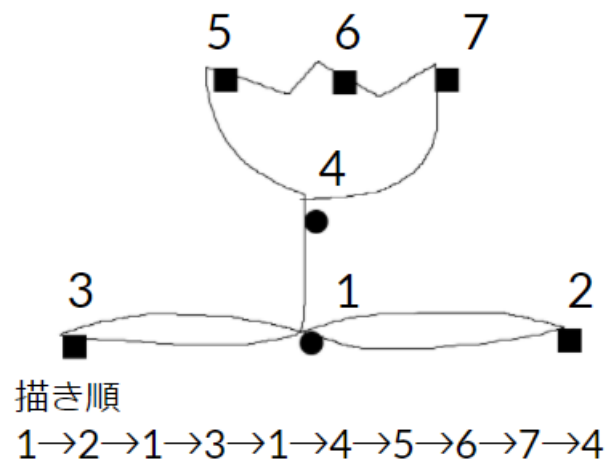


図 1 交点と曲点, 描き順の取得例

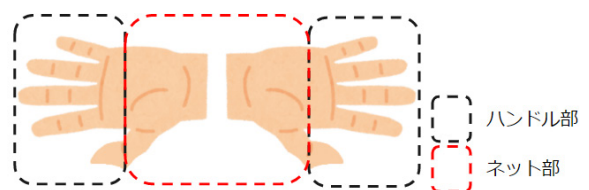


図 2 あやとりのデータ構造の概要

ユーザーに遊んでもらう際、絵は一筆書き可能な絵とする。一筆書きの条件を満たさない絵をあやとりで作成する場合、あやとり1本では作成不可能な図になってしまう場合がある。線を自動補完する場合、ユーザーによって元の絵とどれほど変わってしまったかの基準は異なり、また、工程が増えることで技の難易度が上がってしまう。そのため、ユーザーが描いた一筆書きの条件を満たさない絵があやとりで作成可能かどうかを判定し、作成が不可能な場合は絵の原型を保ちながら線を自動補完して一筆書き可能とすることは困難であると考えられる。ユーザーには好きに

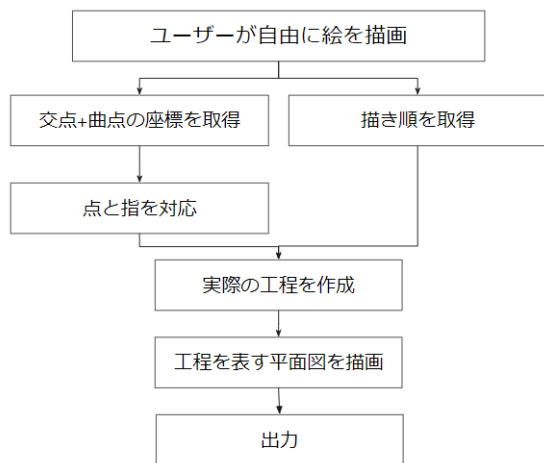


図 3 提案手法の動作処理

絵を描いてもらい、その絵が一筆書きの条件を満たさない場合、ユーザー自身で線を補完してもらうことでほとんどの絵は一筆書きの条件を満たすことが出来ると考えた。そのため本研究では、ユーザーには一筆書き可能な絵を描いてもらうこととした。奇点が2つ存在し、始点と終点の異なる一筆書きの絵である場合、終点から始点に1本の線を補完することであやとりでの作成が可能になると考える。

4. システム

本手法に基づき、図 4 に示すようなシステムを提案する。

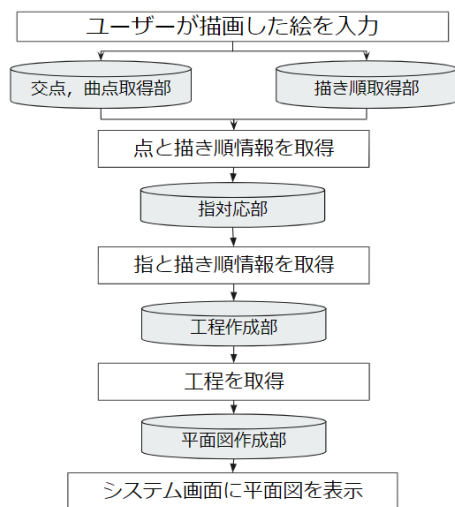


図 4 システムの処理過程

4.1 交点、曲点取得部、描き順取得部

絵はユーザーのカーソルの動きに合わせて点を取得し、順番に点同士を直線で結ぶことで形作られている。この情報をもとに交点や曲点、ユーザーの描き順を取得する。カーソルの動きに合わせて取得した点それぞれの x 座標と y 座標を用いて図 5 に示すように交点や曲点を取得する。 x 座標と y 座標が等しい点同士は交点となる。点の x 座標または y 座標の変化量の符号が変わった場合、その点

が曲点となる。カーソルの動きに合わせて取得した点の順番と、交点と曲点の情報を使用することで、ユーザーの動かすカーソルがどのような順番で交点と曲点を通ったのかがわかり、ユーザーの描き順が取得できる。

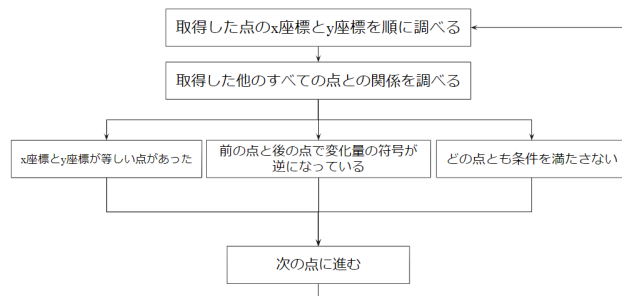


図 5 本研究における交点と曲点の取得方法

4.2 指対応部

本研究では、図 6 に示すような4つの対応方法を実装している。

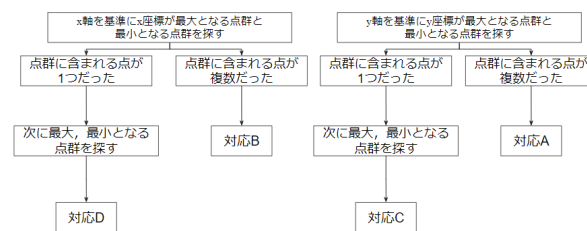


図 6 本研究における点と指の対応方法

4.2.1 x, y 座標が最大、最小の点群を対応

図 7 のように y 軸を基準として、 y 座標が最大となる点群を左手に対応させ、最小となる点群を右手に対応させる図 6 における A にあたる方法。または、図 8 のように x 軸を基準として、 x 座標が最小となる左手に対応させ、最大となる点群を右手に対応させる図 6 における B にあたる方法。どちらの手にも対応していない点は図 2 のネット部において、点から伸びる紐の長さが最も短くなる座標に点を設定する。

4.2.2 x, y 座標が最大、最小の点と次に大きい、小さい点群を対応

x, y 座標が最大の点を選択すると、図 8 のように手に対応する点が1つになってしまうことがある。使う指が1本の場合、絵を再現することが難しい場合があるため、その場合図 9 のように x 座標が次に大きい、小さい点を取得する図 6 における D にあたる方法。 y 軸でも同じように追加で対応させる。

4.2.1 で示した 2 種類の方法、4.2.2 で示した 2 種類の方法を使用する。

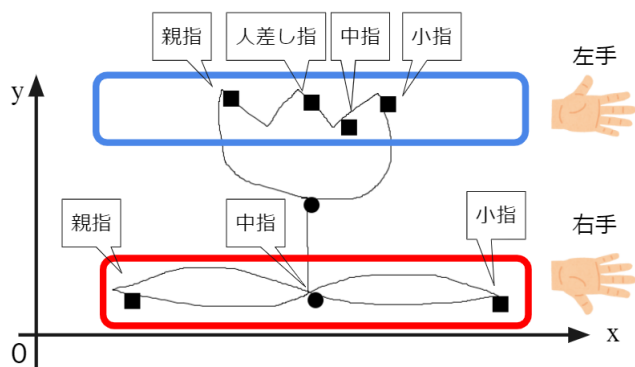


図 7 y 軸を基準に対応させる例

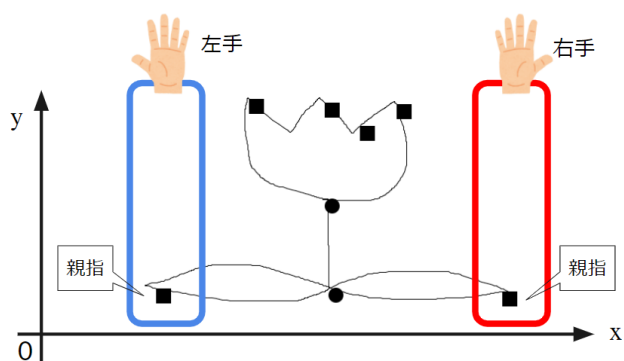


図 8 x 軸を基準に対応させる例

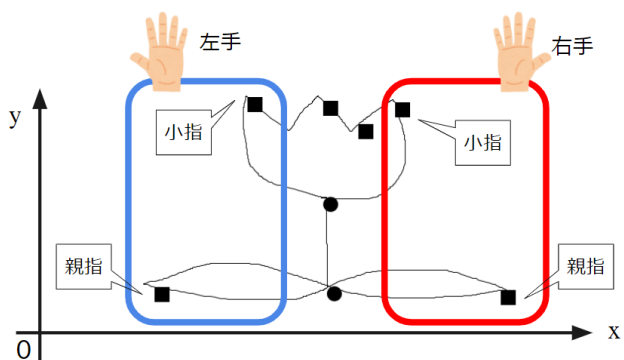


図 9 追加で対応させた例

4.3 工程作成部

4.1 で取得した描き順と、4.2 で取得した交点と曲点を指と対応させた情報を使用して工程を作成する。

4.4 平面図生成部

4.3 で取得した作成手順を用いて、例えば「左手中指から左手親指」となっていれば図 10 のような平面図を作成し、出力する。

一般的なあやとりでは紐の長さが一定で、変形操作の過程で指の位置が変化する。だが、あやとり平面図生成ツールの研究 [11] にもあるように、紐の長さを固定し指の座標を移動させるよりも指の位置を固定し紐を伸ばすように工程を作成する処理が簡単のため、本研究でも指の位置を固

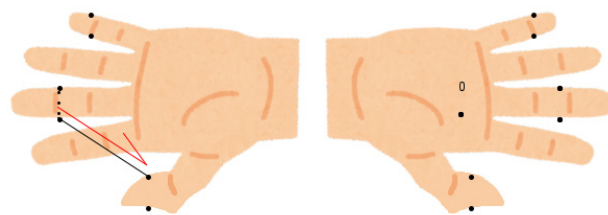


図 10 工程を示す平面図

定とし、紐の長さを可変とする。

5. 成果

図 11 のような花を描いた場合、図 12 のような平面図が作成される。この絵を基に作成された工程で実際に作った形を図 13 に示す。

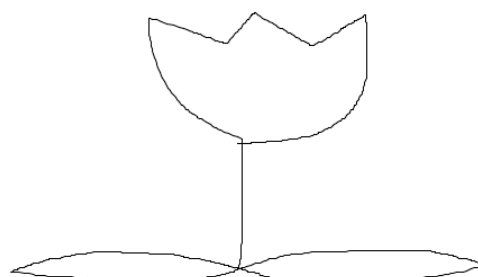


図 11 描画された花

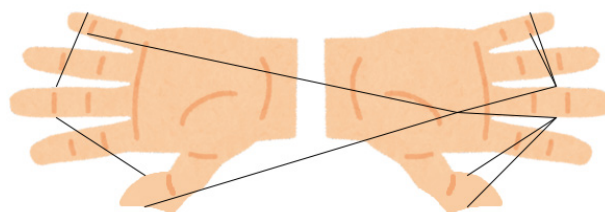


図 12 花の絵の情報を基に作成された平面図

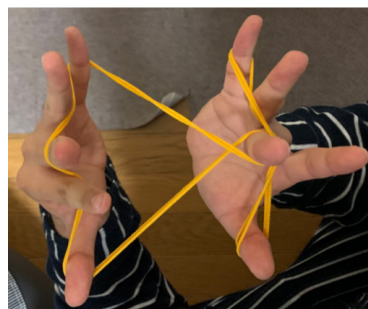


図 13 実際に作成した際の写真

図 11、図 12、図 13 を比較する画像を図 14 に示す。図 14 のように花卉、茎、葉をあやとりで再現する花の作り方はあやとりに関する本 [12] やインターネットでもみつからず、本システムを使うことで作成された新しい技であると考えられる。あやとりに関する本 [12] は、通販サイトの中でも最も新しい冊子を選んだ。

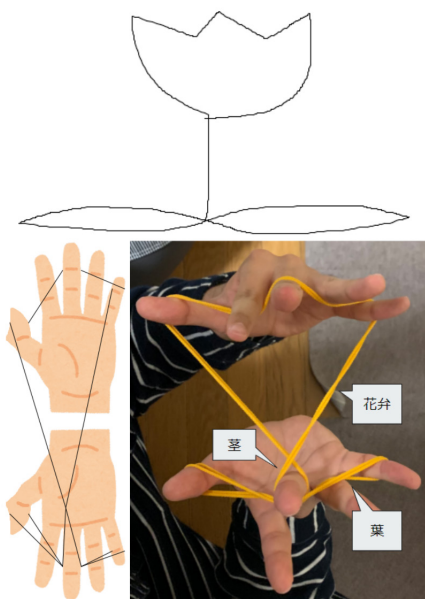


図 14 それぞれの比較

6. 評価実験

6.1 評価方法

評価実験は、被験者に実際にシステムを体験してもらうことで行った。大学生 23 人にパソコンでシステムを体験してもらった後、アンケートを取った。

6.2 結果と考察

図 15 に示す描いた絵と出力された指示で実際に作った紐の形が似ていたかについての質問では、5 段階評価で 5 が 17.4%，4 が 56.5% となった。「ちゃんと絵の描いた通りの形になった」「作ってみるとちゃんとその形のように見えるのでよくできてるなと思った」といった意見があり、被験者は概ね満足のいく精度になっていたことがわかった。

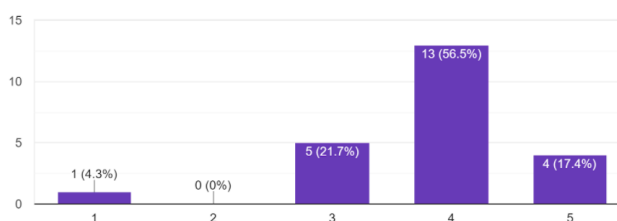


図 15 実際に作った紐の形が絵と似ているかについての評価

課題としては、図 16 に示す出力された工程の平面図がわかりやすかったかについての質問において、5 段階評価で 1 が 4.3%，2 が 47.8% となったことである。「あやとりの制作部分が少しわかりづらい点」「各絵の自由度が高いので、ものによっては難しい手順が示される」といった意見が寄せられ、複雑な絵になるほど工程の指示が複雑でわかりにくくなってしまふことが原因として考えられる。また、「難しすぎて逆に楽しかった」「手順がわかりにくかつ

たのは面白くなかったと言えそうだが、その分達成感が出るのでいいと思った」といった意見もあり、難しい指示がユーザーのやりがいや達成感にも繋がったことで 4 と答えた人が 26.1% になったと考えられる。

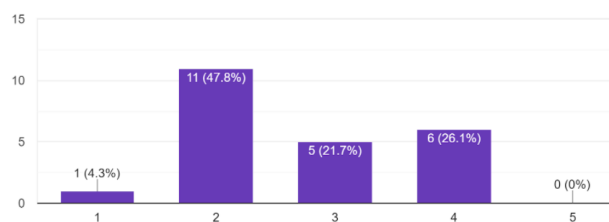


図 16 工程を示す平面図のわかりやすさについての評価

図 17 に示す本システムの楽しさについての評価では 5 段階評価で 5 が 26.1%，4 が 60.9% となった。「自分が書いたものが再現できることが面白いと思った」「普通のあやとりと違った感じがして面白いと感じた」といった意見があり、工程指示の難しさはあるものの、ユーザーが描いた絵をあやとりで再現することはユーザーの楽しいという気持ちに繋がることがわかった。

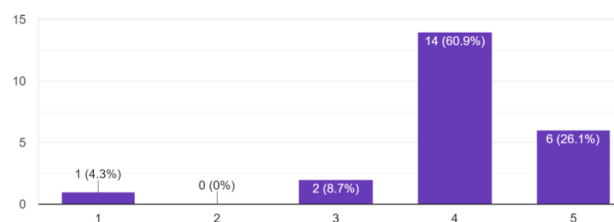


図 17 システムの楽しさについての評価

図 18 に示す本システムを通じてあやとりを遊びたくなったかについての評価では 5 段階評価で 5 が 13.0%，4 が 26.1% となった。「皆でわいわいやりながら進められていい」といった意見から、創作実践を取り入れることによってあやとりを遊ぶ過程でいろいろな人とコミュニケーションを取ることのできる部分が増えたため、ユーザーの興味、関心に繋がったと考えられる。

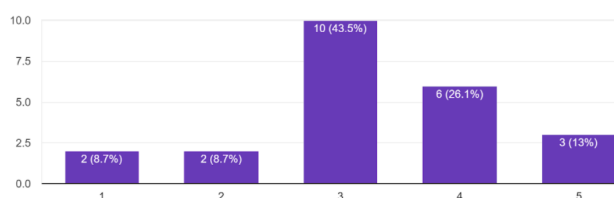


図 18 あやとりを遊びたくなったかについての評価

図 19 は評価実験の際にユーザーの 1 人が描いた絵である。この絵を基に作成された工程で実際に作成した形を図 20 に示す。1 人では図 20 の上の画像のようになりあまり絵と似ていないと思われるが、下の画像のように上下の

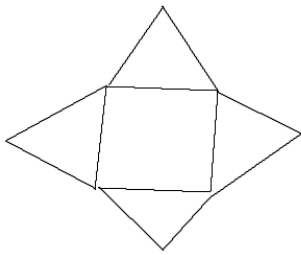


図 19 ユーザーが実際に描いた絵

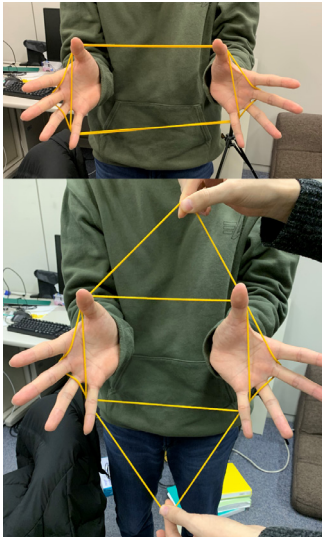


図 20 作成された工程で実際に作った形

紐を引っ張ることで絵に近い形になった。

本研究ではユーザーが描いた絵を入力としたが、画像の特徴点を抽出し、一筆書きが可能な絵になるようそれぞれの点を線で結ぶことが出来れば、本研究の工程作成手法で画像を入力とした新たな技も作成可能になると考えられる。

7. 今後の展望

本研究の主旨はユーザーの絵を基にその絵をあやとりで再現するための工程を作成し、それを示す平面図を出力することであったため、平面図作成部分では指の位置を固定とし、紐の長さを可変とする比較的簡単な処理を行った。だが、この処理で作られた平面図による指示はわかりにくいという問題があったため、今後はユーザーに対する工程のわかりやすさの向上のため、紐の長さを固定として指を動かす処理の実装に取り組みたいと考えている。

ユーザーのお絵描き部分では、「描いた絵に対してユーザーが交点を選択できると楽だと感じた」といった意見が寄せられた。絵の複雑さなどで交点や曲点の取得が難しくなるため、ユーザーが手動で交点や曲点を設定できる機能を実装したい。

本システムには図 21 に示すシステム画面のようにボタンが存在し、ユーザーにボタンを押してもらって操作をする。あやとりをしながらだとボタン操作は難しいため、工程認識を行い、ユーザーの操作が正しければ次の工程の表

示に自動で進む機能も実装したい。

また、実際に作成すると絵と似ているが、平面図では似ていないという問題もあったため、より実際に作ったものに近い平面図を作成出来るよう改善したい。

これらの課題点の改善が達成されれば、あやとりに対するより多くの人の興味、関心に繋げることが出来ると考えられる。

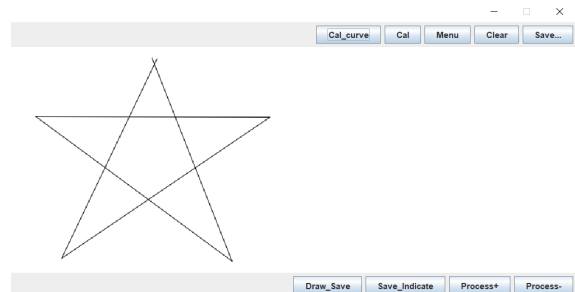


図 21 システム画面

参考文献

- [1] 国際あやとり協会：あやとりについて, <https://www.isfa-jp.org/about/about-ayatori.html>
- [2] 西川 祐信：「絵本大和童」(1724 年)
- [3] 滋賀県立大学 県大ミニ博物館：日本のあやとり 世界のあやとり, <http://www.shc.usp.ac.jp/takahashi/ayatori.html>
- [4] Wikipedia：String figure, https://en.wikipedia.org/wiki/String_figurecite_note-Gryski-5
- [5] 絵垣 淳子：保育現場における伝承遊び—保育者の視点より—, 中村学園大学 中村学園大学短期大学部 研究紀要 第 48 号 (2016)
- [6] 野田 さとみ, 佐久間 春夫：「あやとり」「折り紙」の学習過程における脳波及び心理的变化, 日本バイオフィードバック学会 37 巻 1 号 (2010)
- [7] 穂丸 武臣, 丹羽 孝, 勅使 千鶴：日本における伝承遊び実施状況と保育者の認識, 名古屋市立大学大学院人間文化研究科 人間文化研究 第 7 号 (2007)
- [8] 縣 拓充, 岡田 猛：教養教育における「創造活動に関する知」を提供する授業の提案—「創作プロセスに触れること」の教育的効果—, 教育心理学研究 57 巻 4 号 p. 503-517 (2009)
- [9] 鶴田 直也, 三谷 純, 金森 由博, 福井 幸男：幼児向け折り紙作品の創作支援システム, 情報処理学会インタラクセッション (2011)
- [10] Eric Lee : A Shorthand Notation for Recording STRING FIGURE, <https://www.alyson.org/figures/notation.htm>
- [11] 小泉 智史, 西田 誠幸：あやとり表記法を入力とするあやとりの平面図生成ツールの開発, 情報処理学会第 71 回全国大会 (2009)
- [12] 加藤 俊徳：頭がよくなるあやとり大百科, 西東社 (2019)