

視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する 共遊触覚ディスプレイ

鈴木 達也^{1,a)} 金井 秀明^{1,b)}

概要 :

本稿では、中途視覚障害者と健常者の共同絵画が可能な環境の構築を目的とした共遊触覚ディスプレイを開発したため報告する。本研究における共遊とは中途視覚障害者と健常者が共に遊ぶことである。本稿では共遊として共同絵画に着目した。予備調査として擬似視覚障害者と健常者の共同絵画について観察し、両者間での行動的特徴を調査した。また、中途視覚障害者へのインタビューを行い、より実用性のあるシステムを目指した。予備調査を基に、共遊触覚ディスプレイを開発した。

キーワード：視覚障害者、グループワーク、触覚ディスプレイ

a co-playing tactile display that promotes to draw with visually impaired and healthy persons

TATSUYA SUZUKI^{1,a)} HIDEAKI KANAI^{1,b)}

Abstract: We present a co-playing tactile display that promotes to play with visually impaired and healthy persons. In this paper, we focus on collaborative drawing among persons with and without visually impaired. We conduct a test of collaborative drawing between pseudo-visually impaired and healthy persons in order to investigate its behavioral features. And We interview with Mid visually impaired. According to the findings, we develop a co-playing tactile display

Keywords: visually impaired, group work, tactile display

1. はじめに

「障害者の権利に関する条約」[1]より、障害者のレクリエーション、余暇等への均等な参加の確保は重要な権利の1つである。日本は「共生社会の形成に向けたインクルーシブ教育システム構築のための特別支援教育の推進」[2]を行い、障害者等の社会参加を進めている。インクルーシブ教育システムは、健常者と障害者が同じ学校、同じ教室で学ぶことが特徴である。同じ教室で学習し、両者の相互理解を深めることが期待される。インクルーシブ教育システ

ム構築には、その環境の構築が重要となる。視覚障害者の場合、視覚情報を別感覚器で代替する方法が一般的である。

本研究では、レクリエーション活動として共同絵画に着目した。共同絵画はグループで1枚の絵を完成させ、参加者の相互理解を促進する。共同絵画を視覚障害者と健常者で行い、相互理解の補助を狙いとする。

視覚障害者の絵の描写、鑑賞活動により、生活訓練への効果が期待できる。例えば、点図で提示された地図情報の読み取り等、触覚を用いた図の理解は自立活動へつながると考える。

本稿では、視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する環境構築を目指し、共遊触覚ディスプレイを開発した。以下、第2章では本研究に関連する研究について述べる。第

¹ 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科
JAIST, Asahidai Nomi, Ishikawa 923-1211, Japan

a) s1610100@jaist.ac.jp

b) hideaki@acm.org

3章では予備調査として予備実験の擬似視覚障害者と健常者の共同絵画と中途視覚障害者へのインタビューについて述べ、予備実験の考察を基に第4章では視覚障害者と健常者を対象とした共遊触覚ディスプレイについて述べる。最後に第5章で本稿の結論を述べる。

2. 関連研究

2.1 視覚障害者支援デバイスの開発

視覚障害者支援デバイスの中で、本研究では視覚情報を触覚情報に変換する感覚置換機能を持つデバイスの開発に着目した。現在、触覚情報の提示は凸形状を出力する提示方法、振動を利用した提示方法が主に利用されている。

Swaminathan ら [6] は 3D プリンタ構造を応用し、板に熱融解性フィラメントを積層させることで凸形状を出力する巨大ディスプレイを開発した。従来の触覚情報は描画面積が狭く、情報量が多い場合に全ての情報を一度に提示することが困難である。Swaminathan らは 3D プリンタ構造を用いて出力部を移動させることで、従来よりも巨大な触覚情報の提示が可能である。また、カメラを用いた画像処理を利用し、板にペンで描画行動をとることで、その軌跡に沿って凸形状の提示が可能である。

Buzzi ら [7] は視覚情報の学習支援としてタブレット端末を用いた幾何学の学習システムを開発した。子供の幾何学学習は必要であり、視覚障害者に対してタブレット端末を利用して学習支援をする。Buzzi らはタブレット端末の振動によるフィードバックを利用するが、視覚障害者にとって凸形状の触覚提示の方が日常的に使用されている。そこで本研究では凸形状を利用した触覚提示を使用する。

2.2 共同作業

本研究では、視覚障害者と健常者の共同作業の環境構築が重要となる。そこで共同作業の促進のための機能をシステムに組み込む必要がある。

鈴木ら [5] は健常者の共同作業を分析し、非言語的活動に着目した。分析の結果、健常者同士の共同作業では、共通の凝視が多いグループの共同作業が活発であった。鈴木らはグループ内で共通の凝視をさせる工夫をすることで共同作業を促進する可能性を指摘している。本研究で開発するシステムに、鈴木らの指摘を取り入れ、健常者と視覚障害者の共通の凝視対象を設定し、共同作業の促進を行う。

Bornschein ら [3] は視覚障害者の図の理解に関して視覚障害者と健常者間のやりとりに着目した。Bornschein らは画像を編集し、ピンディスプレイに表示可能な情報に変換するシステムを開発した。情報変換時には自動での変換に加え、変換途中で利用者による手動での修正が可能である。システムを用いた変換時に、視覚障害者と健常者の両者が修正に参加する。図等の視覚情報から触覚情報への変換時に、変化する過程に参加することが実用性の高い変換が可

能となった。本研究では Bornschein らの知見を参考に視覚障害者と健常者の両者の参与と図の理解を促進させる。

Plimmer ら [4] は力覚フィードバックを利用した文字の書き方学習システムを開発した。視覚障害者に対し、健常者がシステムを利用して視覚情報に依存しやすい文字の書き方の指導を支援する。全盲の視覚障害者はペンの使用頻度が低いが、自筆のサイン等が可能になることで自立性の向上が期待される。力覚フィードバックと音声を利用し、ペンの使い方を教師から視覚障害者へリアルタイムに伝達することで、文字の書き方を触覚情報で提示可能である。システムを用いた文字の学習を行い、リアルタイムな情報伝達が視覚障害者の学習理解を促進させるという知見を得た。本研究において視覚障害者と健常者の共同作業時に、リアルタイムな情報伝達、共有を可能にし、両者の描画情報の共通理解を促進が可能であると考えられる。

3. 予備調査

予備実験から、視覚障害者と健常者の共同作業時の課題点、特徴を明らかにする。中途視覚障害者を想定し、健常者に目隠しさせ、擬似視覚障害者と健常者に共同作業させる。共同作業は共同絵画を実施し、会話・行動を観察、考察する。

3.1 対象と環境

20代男性健常者10名、20代健常者女性5名を対象とする。視覚特別支援学校の授業構成を参考に、1グループ3名の構成とし、5グループで実験する。

図1に共同絵画の様子を示す。机には時間を確認する時計、1枚の紙、1本のペンを置く。被験者を着席させ、実験中の行動、会話を2台のビデオカメラで記録する。

3.2 実験方法

1グループにつき2回共同絵画を実施する。授業内グループワークを参考に、1回の作業時間は15分に設定する。実験は以下の流れで行う。

- アイスブレイク (5分)
- 共同絵画1回目 (15分)
- 休憩 (5分)
- 共同絵画2回目 (15分)
- インタビュー (15分)

共同絵画は被験者が机に置いた紙とペンを使用し、提示されるテーマに沿って描画する。テーマは「水族館」「動物園」など一般的なテーマとする。

共同絵画の進行の把握のための5分間の簡単な共同絵画を実施する。その後2度の共同絵画を実施する。共同絵画1回目は被験者の制限を設けず、2回目に被験者1人に対しアイマスクによる目隠しをさせる。共同絵画時の条件として、被験者全員が最低1回描画することを指示する。実



図 1 共同絵画の様子



図 2 アノテーションソフトによる記録

験後に共同絵画の感想等をインタビューする。

実験中、2 台のビデオカメラで行動、会話を記録する。記録からアノテーションソフト (ELAN) を用いて、図 2 のように描画時間、会話内容等を記入する。

3.3 結果

5 グループの共同絵画の記録、アノテーションソフトを用いて記入した付加情報から、被験者の会話、行動を分析した。また、分析に加え、実験後のインタビューで行動、会話の原因を探った。

共同絵画 2 回目において、健常者による擬似視覚障害者の行動をサポートする行動が見られた。この時の会話として、描画範囲や描画位置についての会話があった。

一方、擬似視覚障害者と健常者が他者の絵を鑑賞する場合、あるグループでは健常者への情報提供を求める会話があった。しかし別のグループでは擬似視覚障害者が自発的に情報提供を求める会話はなく、他者の情報提供を持つような行動が見られた。この行動に関して、自発的な情報提供を求めなかった被験者へのインタビューでは、周囲の状況把握の困難さが原因であるという意見があった。

会話、行動の分析から擬似視覚障害者の共同絵画では、以下の 4 つの行動が作業を妨害する主要因として考えられる。

- 描画可能範囲の把握
- 描画の中断と再開
- 絵の形状の把握
- 描画配置の把握

上記の 4 点に関する会話は頻繁に行われ、健常者が擬似視覚障害者をサポートする行動が見られる。しかし、擬似視覚障害者の描画に対してフィードバックされる情報が不足しているため、作業時間に影響を与えていると考えられる。

一方、共同絵画の特徴として、被験者 3 人による共通の目的を達成するための会話が見られた。これは共同絵画特有の会話であり、促進させることで相互理解を深めることが期待される。

3.4 視覚障害者へのインタビュー

予備実験の考察を基に中途視覚障害者にインタビューし、共同絵画を支援するために必要な事項を検討する。本研究では、中途視覚障害を持つ 20 代男性にインタビューした。インタビューでは予備実験の結果と考察を伝え、自身の体験を踏まえた描画体験や共同作業等への意見などを求めた。

インタビューを通して、共同絵画における中途視覚障害者への支援として以下の事項についてシステムへの導入が必要であると考えた。

- 描画時のフィードバック
- 新規ルールの抑制
- 完成形の保存

描画時のフィードバックに関して、描画行動に対するフィードバックが活動への意欲を高める可能性がある。例えば日常生活では、ボタン操作に対する音声提示等、行動に対する視覚以外のフィードバックがデザインとして重視される。描画行動は視覚情報によるフィードバックが主となるため、視覚障害者への支援として触覚情報等によるフィードバックが必要である。

新規ルールの抑制は、従来の支援機器や日常生活で行われるフィードバックと異なるフィードバックの提示による混乱を防ぐことが目的である。そこで触覚提示として振動よりも凸形状の出力の方が、絵の鑑賞に向いているのではないかという意見を受け、本研究において凸形状を出力し触覚提示する。

描画活動後の完成形の保存方法について、完成形の鑑賞による交流を考慮する。作品として保存することが可能な凸形状の出力方法を考案する必要がある。

3.5 予備調査のまとめ

予備実験と中途視覚障害者へのインタビューから、視覚障害者と健常者の共同絵画が可能な環境構築には「共有が不足している情報」と「共遊を促進させるための要素」への支援が必要であると考えられる。表 1 に共有不足情報と共有促進要素を「描画」と「鑑賞」の 2 つの観点から示す。

表 1 共有不足情報と共遊促進要素

	描画	鑑賞
共有不足情報	描画可能範囲	絵の形状
	描画中断, 再開時の位置	描画位置
共遊促進要素	描画後のフィードバック	描画情報の共有 描画経過の同時共有

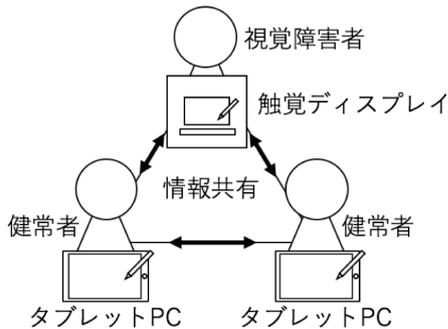


図 3 システムの概要

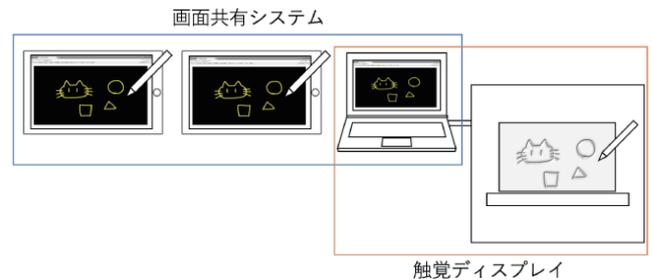


図 4 システム構成

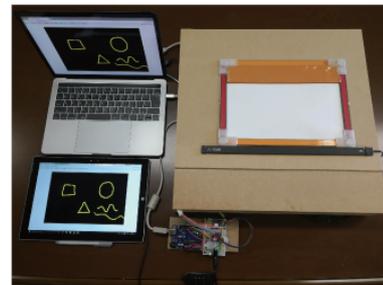


図 5 共遊触覚ディスプレイ

4. 共遊触覚ディスプレイの開発

予備調査から得た知見を基に共遊触覚ディスプレイを開発した。共遊触覚ディスプレイは、画面共有システムと触覚提示システムで構成する。共遊触覚ディスプレイを使用し、視覚障害者と健常者の共同絵画を支援する。

4.1 システムの設計

共遊触覚ディスプレイは、予備調査から得られた表 1 の要素を支援することで共遊を促進する。

鈴木ら [5] が指摘した、グループ内での共通の凝視をさせ、共同作業を促進させる手法として、触覚情報と視覚情報を用いた情報共有をシステムに導入する。凝視の容易さを考慮し、共有する情報は絵の線、形とした。また、Bornschein ら [3] や Plimmer ら [4] の知見から、描画経過をリアルタイムに共有させ、絵の理解を促進させる。

健常者と視覚障害者の共同絵画時に各々のスキルを制限せずに作業可能な設計とする。共遊触覚ディスプレイは、健常者が視覚情報、視覚障害者が触覚情報を用いて描画情報を共有する。

4.2 システムを用いた共同絵画の流れ

本システムを用いた共同絵画では、図 3 のように健常者がタブレット端末、視覚障害者が共遊触覚ディスプレイを使用する。描画方法は、健常者はタブレット端末にタッチペンを用いて描画する。一方、視覚障害者は共遊触覚ディスプレイにペンを用いて描画する。

各々が描画した線は、視覚情報と触覚情報で共有する。共有された情報を基に話し合いながら絵を完成させる。

4.3 システム構成

図 4 に開発したシステムの構成、図 5 に共遊触覚ディスプレイを示す。システムは描画した絵を参加者全員で共有するための画面共有システムと視覚情報と触覚情報を相互変換する触覚ディスプレイで構成する。

画面共有システムはウェブアプリケーションとして開発し、タブレット PC での操作を想定する。触覚ディスプレイは画面共有システムの描画情報を基に、マイコンボード Arduino Uno と連携し凸形状を提示する。

4.4 画面共有システム

各デバイスの画面を視覚情報で共有する。画面色は背景色を黒、線の色を黄色とし、健常者に加え弱視の視覚障害者の参加を考慮する。

690 × 911 の解像度の画面にタッチペンで描画する。描画された線は座標情報として他のタブレット端末、触覚ディスプレイに送信し、共有する。描画の経過を共有するために、座標情報の更新に合わせて画面を共有する。

4.5 触覚ディスプレイ

触覚ディスプレイは描画された線を、凸形状を出力して触覚情報として提示する。提示はディスプレイ表面に固定した紙を裏面からピンで押し出すことで凸形状を作成する。

ディスプレイに固定する紙は、凸形状の出力しやすさや完成形状の保持を考慮し、坪量 157g/m² のケント紙を使用する。コピー用紙に比べ、紙が厚く、表面が滑らかであることから、凸形状を出力しやすく折れにくいことから本システムに適した紙であると考えた。

画面共有システムから受信した座標情報をディスプレイ

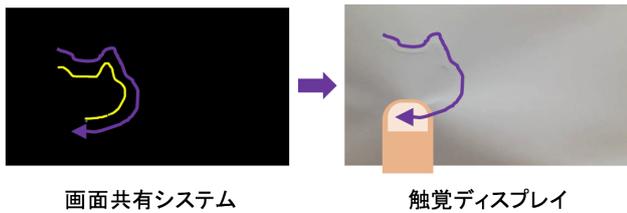


図 6 触覚ディスプレイでの線の読み取り

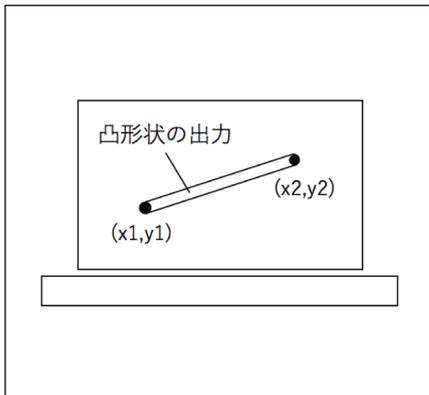


図 7 触覚ディスプレイでの描画

に提示するために、2軸のピン移動を行う。座標移動は画面更新と同時に行い、図6のように視覚障害者が他者の描画過程を触覚ディスプレイ上で追従することが可能である。

触覚ディスプレイの提示は、画面共有システムの690×911の描画範囲に対応し、x軸、y軸座標ともに1ピクセルごとに約0.24mmピンを移動させる。描画範囲は約165×218mm四方で、画面共有システムとほぼ同様の縦横比で画面共有が可能である。

視覚障害者は触覚ディスプレイ上で描画する。ペンの座標を取得するための赤外線センサー「AirBar」を設置する。取得した座標は画面共有システムの描画情報と同様の情報として他の端末と共有し、画面共有する。図7のように、(x1,y1)の座標から(x2,y2)の座標への移動をセンサーで取得し、触覚ディスプレイへの凸形状の出力と、画面共有システムへの連動を行う。

5. まとめ

本稿では、中途視覚障害者と健常者の共同絵画の環境構築を目的とした共遊触覚ディスプレイの開発を行なった。

予備調査では擬似視覚障害者と健常者の共同絵画の実施と中途視覚障害者へのインタビューを通して、「共有が不足している要素」と「共遊を促進させるための要素」を提案した。擬似視覚障害者と健常者の共同絵画は中途視覚障害者を想定したが、実体験に基づく情報が不足していた。そこで中途視覚障害者へのインタビューを行い、検討すべき事項をまとめた。

予備調査を基に共遊触覚ディスプレイを開発した。共遊

触覚ディスプレイでは、不足する描画情報を補い、視覚障害者と健常者がリアルタイムに情報共有可能である。

今後、共遊触覚ディスプレイを用いた共同絵画を観察し、共同作業への影響について評価する。評価は、会話・行動観察による定性的評価、会話数、視線の移動等の計測による定量的評価を行う予定である。

また、先天性視覚障害者を考慮したシステムデザインを行い、共遊可能な対象を増やしていきたい。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費基盤研究(C)16K00269の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 外務省：障害者の権利に関する条約，入手先 (http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/jinken/index_shogaisha.html) (2017.10.19).
- [2] 文部科学省：共生社会の形成に向けたインクルーシブ教育システム構築のための特別支援教育の推進（報告），入手先 (http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/044/attach/1321669.htm) (2017.10.18).
- [3] J.Bornschein, D.Prescher, G.Weber: *Collaborative Creation of Digital Tactile Graphics*, Assets '15(2015).
- [4] B.Plummer, A.Crossan, S.Brewster, R.Blagojevic: *Multimodal collaborative handwriting training for visually-impaired people*, CHI '08(2008).
- [5] N.Suzuki, I.Umata: *Nonverbal Behaviors in Cooperative Work: A Case Study of Successful and Unsuccessful Team*, Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 29.
- [6] S.Swaminathan, T.Roumen, R.Kovacs, D.Stangl, S.Mueller, P.Baudisch: *Linespace: A Sensemaking Platform for the Blind*, CHI '16(2016).
- [7] M.Buzzi, B.Leporini, C.Senette: *Playing with Geometry: A Multimodal Android App for Blind Children*, CHIItaly 2015(2015).