

触図の触指位置記録と触知情報分析

Recording fingertip locations touching on tactile graphics and analysis of tactile information for the visually impaired

村井 保之⁽¹⁾ 翼 久行⁽²⁾ 宮川 正弘⁽²⁾
Yasuyuki Murai Hisayuki Tatsumi Masahiro Miyakawa

1. はじめに

視覚障害者に図や形状のイメージを理解させることは難しい。その原因の一つは、視覚障害者が触図や触画（触って観る絵画）をどのように触知し、どのようにイメージを獲得しているかの理解が不足していることにある。本報告は、視覚障害者の図形イメージ生成を解明するために、触指位置を検出して指跡を記録し、触指軌跡の画像特徴量から触指イメージを定量的に分析・評価することを試みている^[1-2]。具体的には触図画への触指を通して、触指軌跡の生成過程や元の触図画との類似性など、定量的な触知情報の分析である。本研究の最終目標はイメージの可視化であり、その先には図や形状のイメージを言語化して、視覚障害者への情報補償を図ることにある。

2. 触指の記録

触知情報を分析するために、視覚障害者が触図画（凸画）を触って認識している様子（触指）を記録する必要がある。そこで、本報告では、視覚障害者の協力を得て、高性能カメラを複数台使い、触指の様子を動画で記録した（図 1）。記録に用いた触図画は、晴眼者用に描かれたイラストに画像処理を行いエッジ画像とし、エッジ画像を専用の機器で処理し作成した（図 2）。触指位置の分析を行うため、指先に、画像処理で指先を検出するためのマーカーを付けた。マーカーから指先の 3 次元座標を得るには、ステレオカメラ法を用いる。そのため最低 2 台のカメラが必要であり、本報告では 2 台のカメラを使用した。なお、3 台以上のカ

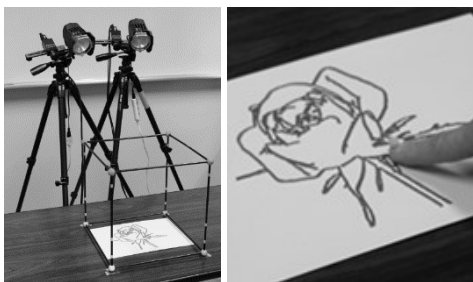


図 1. 実験環境と触指の様子



図 2. 使用した触図画の例

メラを使えば指の位置などによりマーカーが隠れて検出できなくなる場面が減る^[3-4]。

本報告では、視覚障害者 2 名（全盲 1、弱視 1）の協力を得て触指の記録を行った。なお、弱視者はアイマスクを装着し触指を行った。記録に使用した触図画は、A4 サイズ 17 枚で、車 (3)、花 (4)、魚 (5)、うさぎ (5) のイラストを用いた。

今回は、触指動作の記録が主目的で、触指後に図が理解できたか否かのみ記録し、触指中の状況などの詳細な記録は行わなかった。実施者の触図画の認識数は、17 枚のうち、実施者 1（全盲）が 15 枚、実施者 2（弱視）が 10 枚であった。特に、実施者 2 は、花については 4 枚すべて認識できなかった。なお、触図画は同じ種類ごとに（花なら花だけ）順に提示したので、最初の図が認識できると次からは認識しやすかったようである。今後はこの点を考慮する必要がある。

3. 触指位置の検出と分析

視覚障害者の触指による図や形状のイメージ獲得の過程を明らかにするため、触指を記録した動画の分析を行う。我々は、触指の際の指先の位置や動きが図形理解に大きく関わっていると考え、動画から指先の位置を検出し、その軌跡と触指した図を比較し（図 3）類似性や定量的な触知情報を見出すことを試みている。そこで、指先の動きを分析するため、触指の際に、触図画の同じ場所を触った回数、指先の速度、指先の移動方向を検出し定量化する。

本報告では、これらのうち、触図画の同じ場所を触った回数をカウントした。これまでの、触指の様子を観察から、触図画を構成する線（凸部）が複雑な部分や特徴的な部分について、何度も触指する様子が見受けられたからである。

回数のカウントは、初めに、動画中の触図画輪郭の座標を取得するため、動画の 1 フレーム目を切り出し静止画として保存する（図 4 左）。保存した静止画から、ペイント系ソフトで触図画以外の部分を削除し、その後、白色の輪郭線部分を閾値で抜き出し二値化（図 4 右）し輪郭座標を取得した。次に、動画から、指に付けたマーカーを検出し、マーカーの重心座標を求め、その座標が触図画輪郭の座標と同じ位置（5 ピクセル×5 ピクセルの範囲内）ならば、指先が輪郭部分に触れていると判定し回数をカウントする。また、画像でも確認しやすいように、その位置に四角（3 ピクセル×3 ピクセル）を描く（図 5）。なお、図では、触った回数を色の違いで示した（明るくなるほど回数が多



図 3. 触図画と指先の軌跡の画像

(1) 日本薬科大学, Nihon Pharmaceutical University

(2) 筑波技術大学, Tsukuba University of Technology

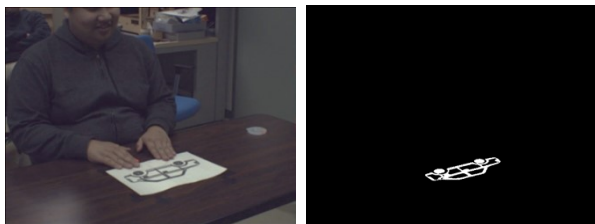


図 4. 対象の切り出し

い)。図 5 から、特徴となる部分や分かりにくい部分を多く触れていることがわかる。なお、同じ場所を触った回数は、最低 1 回、最高 13 回であった。

今回の触指の記録では、マーカーを指の上部(爪)に付けたため、実際に触図画の輪郭に触れている指先とマーカーの位置が少しずれてしまい、正確な位置が取得できなかった。今後は、マーカーやカメラ位置を調整し、できるだけマーカーと指先の位置が同じになるようにするか、ずれを補正する必要がある。

4. 問題点と対策

本報告で行った触指の記録と分析では、マーカーと指先のずれ以外にも、指先のマーカーが検出できず、座標データが得られないこともあった。以下に問題点とその対策を述べる。

4.1. 問題点

・画像サイズ

触指の分析には、触図画と触指時の指先を記録すれば良いが、カメラのレンズや記録場所の広さなどから、本来必要な部分が小さく記録され、マーカー画像が小さすぎ指先の動きが検出できない場合があった。

・周囲の色の影響

マーカーの検出には RGB など色彩情報を用いるが、触図画と指以外の背景が影響し、マーカーが検出できない場合があった。

・マーカーと指先のずれ

マーカーは指の上に付いており、実際に輪郭部分に触れている指先といくらかのずれがあり、マーカーの座標が正確な触指位置とならない場合があった。

4.2. 対策

画像サイズの問題は、触図画と指先部分をズームアップして記録することで改善可能である。そのための接写可能なカメラレンズを導入する予定である。周囲の色の影響は、作業台や実施者の手首を単色(グリーンなど)の布で覆う

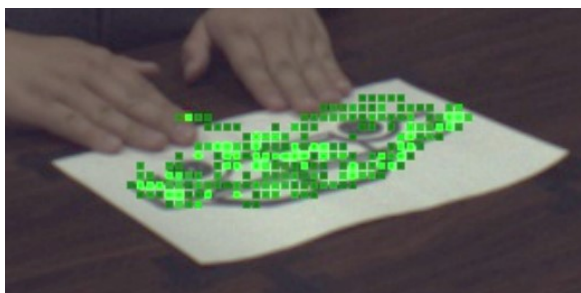


図 5. 触指場所別の接触回数

などの処置を行う。マーカーと指先のズレは、マーカーの貼り付け位置の調整と分析時に位置の補正を行う。

5. 今後の触指の記録計画

今後の触指の記録方法として、次の計画を考えている。同じ図形に対し、回転、拡大・縮小、変形を行い、同じ図形か識別できるか確認する。その際の触指状況が元の図形とどのように違いがあるかを分析する。また、現在は、指先の位置のみについて検討しているが、指先の触覚も触知に影響していると考えられるので、触覚を取得する方法を検討する必要がある。

6. まとめ

本研究は、視覚障害者の触知による図形イメージの生成過程を解明することを目的とする。そのため、早急に満足な成果を出すことは容易ではない。そこで、まずは、触指についての分析を行い、触指の定量化を試みている。本報告では、手始めとして、触指時に指が対象図形の輪郭を、どの程度、どの様に触れているのかを数値化する手法を提案した。また、その過程の可視化を行った。今回の分析では、触指時に対象図形の場所により、触れる回数に差があることが明確となった。今後は、図形の形状と触れる回数の関係を明らかにしたい。

視覚障害者が行う触指という情報取得行為を捉えて、それを理解するための定量化を試みている。ここで得られた成果は触知の評価だけでなく、多くの図形や形状への情報獲得支援に応用できる。例えば、視覚障害者が日常的に使う機器、ボタンの位置や操作など、どこに原因があつて触指情報を獲得しづらいかなどの触指シミュレーションが可能となり、よりアクセシブルな判断指標にもなり得ると考える。

謝辞

本研究は、平成 29 年度科学研究費補助金(基盤研究(C), 17K01092: “触指位置追跡と触画特徴量による図形イメージの解明”)の助成を受けて行われている。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- [1] 巽久行, 村井保之, 福永克己, 関田 巖, 宮川正弘: “触指位置追跡による図形イメージ獲得過程の理解”, 第 14 回情報科学技術フォーラム(FIT2015), Vol. 3, No. K-032, pp. 543-544, 2015
- [2] 巽久行, 村井保之, 関田巖, 宮川正弘: “図形触知過程における触指位置の軌跡図の作成 ~ 触知による図形イメージ生成の解明を目指して ~”, 信学技報, 114(512), pp. 67-72, 2015
- [3] 巽久行, 村井保之, 宮川正弘: “視覚障がい補償のための触指位置の検出と情報共有”, 多値技報, Vol. MVL-15, No. 1, pp. 27-32, 2015
- [4] 村井保之, 巽久行, 徳増眞司, 宮川正弘: “視覚障害者の図形イメージ生成過程の分析”, 第 15 回情報科学技術フォーラム(FIT2016), Vol. 3, No. K-52, pp. 559-560, 2016