

モーションキャプチャを用いた視覚障害者の触指動作分析 Motion analysis of touch sensing of visually impaired using motion capture

村井 保之[†] 巽 久行[‡] 徳増眞司^{*†} 宮川 正弘[‡]
Yasuyuki Murai Hisayuki Tatsumi Shinji Tokumasu Masahiro Miyakawa

1. はじめに

視覚障害者に図や形状を理解させることは難しい。それは、視覚障害者が図や形状をどのように触指(手で触って調べる)し認知しているのかの理解が不足しているからである。本研究は、視覚障害者の図や形状の認知過程を解明するため、触指の際の指の位置を検出し、その軌跡を記録し触指を定量的に分析・評価することを試みる^[1-3]。本報告では触指動作のモーションキャプチャを行い、指先の座標データを取得し分析する。その際に用いる触図に、四角や円などの基本図形を複数組み合わせるものを用いることで、触指の動作を単純化し、触指の一般的な特徴を検出したい。

2. 触指の記録

触指の分析を行うため、まず、触指の際の指先位置に注目し、触指時の指先の座標を取得する。そこで、触指時の指先の位置を記録可能か確認するため触指の記録実験を行った^[4-5]。実験は、視覚障害者が触図(凸画)を触って認知している様子を高性能カメラ 2 台とモーションキャプチャソフト((株) ライブラリー: Move-tr/3D) を用いて行った(図 1)。触指の様子を録画した動画から、指先の座標を検出するため指先にマーカー(カラーボール)を付けた。今回使用したモーションキャプチャソフトは指先のマーカーを検出し、その 3 次元座標を出力する。

実験に用いた触図は A4 サイズで、車や魚など晴眼者用に描かれたイラストを画像処理で線画にし、それを立体コピー機で触図に加工した。実験では、触図を被験者の前方 30cm の位置に固定し、被験者は、録画担当者の合図で、手を前方に移動し触指を開始する。その際、被験者には何の図かは知らせず、図が何か解るか、解らない場合は 1 分程度触指を実行・録画した。

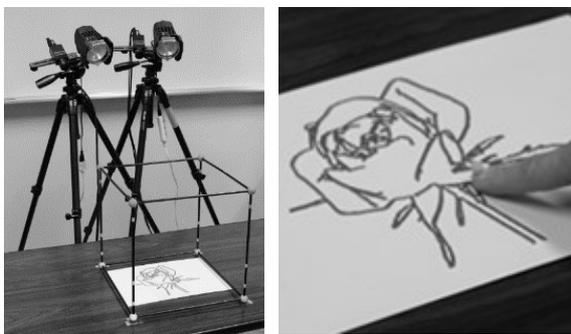


図 1 実験環境と触指の様子

[†] 日本薬科大学、Nihon Pharmaceutical University

[‡] 筑波技術大学、Tsukuba University of Technology

^{*} 神奈川工科大学、Kanagawa Institute of Technology

3. 触指実験の分析

取得した触指位置から、触指の動作を分析するため、触指の際に、触図の同じ場所を触った回数、指先の移動方向、指先の速度、左右の指先間の距離を求めた。

触図の同じ場所を触った回数(接触回数)を求めた理由は、過去の触指の観察から、触図を構成する線(凸部)が複雑な部分や特徴的な部分について、繰り返し触指する様子が見られたからである。

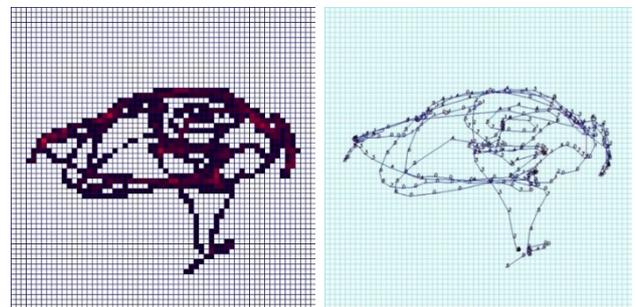


図 2 触指場所別の接触回数(車)

図 2 左は、被験者が車の触図を触指した結果である。接触回数は色の違いで示した(明るくなるほど回数が多い)。図から、車のフロント部とリア部の接触回数が多いことがわかる。

図 2 右は、触指の際の指の軌跡と移動方向を描画した例である。図中の細かい点は指の移動方向を示す数字で右端を 0 として反時計回りの 8 方向とした。数字と数字の間隔は移動の速度を表しており、間隔が広い場合、指の移動が速いことになる。この場合、触指により特徴を観察するというよりも、次の地点への移動、または、直線のような単純な場所、もしくは既知の形状と考えられる。逆に、数字の間隔が狭い場所は図が複雑な特徴のある部分で、念入りに触指し観察していると考えられる。

この実験では、被験者の右手人差し指のみにマーカーを付けたため、左手の指の動きが検出できなかった。そこで、後日左右の人差し指にマーカーを付けた場合の実験を、研究者自身(晴眼者)により行った。その結果左右の指の軌

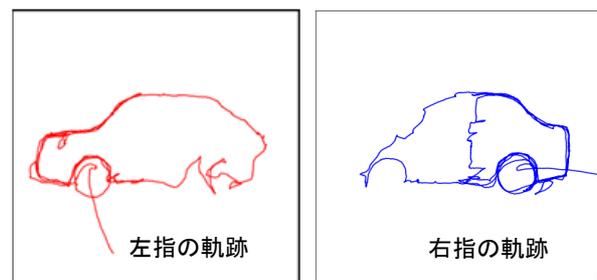


図 3 左右の指の軌跡

跡を取得することが確認できた(図 3)。今後は人差し指だけでなく全ての指の座標を検出し、より詳細な分析を行いたい。

4. 基本図形による触指記録と実験計画

この実験で用いた触図は、花や車などの形状が複雑なイラストで、触指の動作も複雑になり、触指の基本的な動作や一般的な特徴を見出すことが出来なかった。そこで、丸や四角といった基本図形を組み合わせた単純な触図を用いることで、触指の基本的な動作、触指を行う者に共通な動作を見出すことを試みる。特に、触指の際に図形認識のポイントと考えられる、線の頂点や分岐点が単純になるので、触指動作の特徴をとらえやすいと予測する。また、線の無い部分(輪郭線で囲まれた部分)にも着目しその動作も分析する。

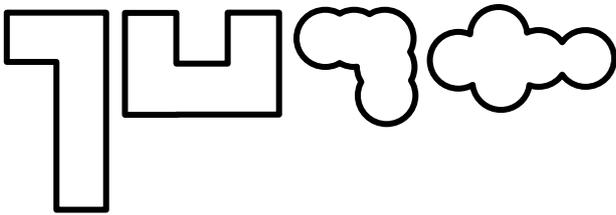


図 4 実験で用いる図の例

基本図形による触図を用いた触指実験を次のように計画する。

◇ 実験 1

頂点数の違う図形を 1 人の被験者に、四角 5 種類、丸 5 種類、触指時間は 1 分以内、十分認識した場合途中で終了する。終了後、認識した図形を指で再現し、その頂点数を答える。図形の再現動作を記録し、その際の指先の軌跡画像と元の画像を比較・分析する。

図形の種類や頂点数をかえ繰り返し実験を行う。

◇ 実験 2

図形を拡大縮小、回転した場合に、触指や認知に変化があるか分析する。1 人の被験者に、四角 2 種類、丸 2 種類の計 4 種類、それぞれ 100%、60%、30%の 3 種類のサイズ、図の向きを基準の位置と 90 度回転した場合の 2 方向、の計 24 回の触指を実施。その際、図はランダムな順番で提示する。触指時間は 1 分以内、途中で認識出来たら終了する。

この実験は触指の回数が多いので、被験者の負担が大きいために大きな問題である。実験結果を基に、今後負担が少なくなるよう検討したい。

5. モーションキャプチャシステムの変更

今回の実験で使用した、モーションキャプチャシステムでは、指先のマーカーを確実に検出するためのカメラの設置が難しく、実験前の空間設定を行うキャリブレーション操作が複雑で時間がかかり、実験の準備に負担が大きかった。さらに、指先のマーカーを検出できない場面も多かった。そこで、今後の実験では、指先の動きを高精細に取得できるシステム Phasespace 社製 Impulse X2E (図 5) を導入する。このシステムは、モーションを取得したい位置に LED マーカーを付ける光学式で、各マーカーが ID を持ち、最大 256 個のマーカーをリアルタイムでトラッキング可能である。専用カメラの解像度は 36000×36000 サブピクセル

の分解能を持ち、サンプリングレート 960 フレーム/秒と高速で、遅延も 3 ミリ秒以下とほんのわずかな動きも取得可能である。通常のカメラによる画像処理とは異なり周囲の明るさに影響されない点も使いやすい。キャリブレーションも専用の LED マーカー内蔵の棒を使い簡単に行うことが出来る。このシステム(2 台のカメラを用いる)を使い、計画する触指の記録実験を実施する。

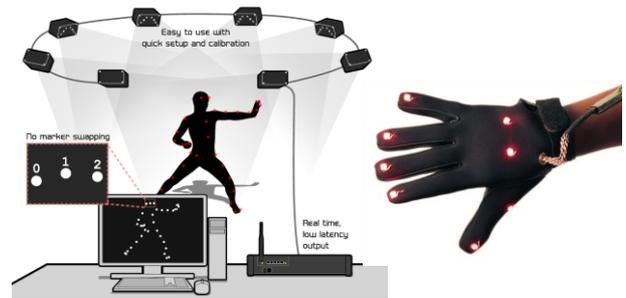


図 5 モーションキャプチャシステム

6. おわりに

本研究は、視覚障害者の触指による図や形状の認知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、触指を分析することから始めている。本報告では、単純な図形を組み合わせた触図を用いることで、触指動作の一般的な特徴を検出するための実験計画を提案し、その実験で用いるモーションキャプチャシステムについて述べた。

今後は、実験計画に従い視覚障害者の協力を得て実験を行い触指のデータを収集分析し、触指の一般的な特徴を発見したい。

ここで得られた成果は触指の分析・評価だけでなく、多くの図や形状への情報獲得支援に応用できる。例えば、視覚障害者が利用する機器のボタンの位置や操作など、どこに原因があって触指情報を獲得しづらいのかシミュレーションにより明らかにすることが可能となり、機器設計等の判断指標にもなり得ると考えている。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17K01092 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 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).
- [2] 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).
- [3] 村井保之, 巽久行, 徳増真司, 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).
- [4] 巽久行, 村井保之, 宮川正弘: “視覚障害者の触指位置追跡による図形イメージの分析”, ヒューマンインターフェースシンポジウム 2017, 7A1-1, pp.757-760 (2017).
- [5] 巽久行, 村井保之, 宮川正弘: “視覚障害者の触指位置記録と分析方法の検討”, 信学技報, 117(502), pp.43-47 (2018).