

## 触指位置追跡による図形イメージ獲得過程の理解

## Understanding a graphical image acquisition process by finger-touch position tracking

巽 久行<sup>(1)</sup> 村井 保之<sup>(2)</sup> 福永 克己<sup>(1)</sup> 関田 巖<sup>(1)</sup> 宮川 正弘<sup>(1)</sup>  
 Hisayuki Tatsumi Yasuyuki Murai Yoshiki Fukunaga Iwao Sekita Masahiro Miyakawa

## 1. はじめに

人間が知覚できる情報の大部分は視覚で得ている。そのため、晴眼者の情報取得を追跡する場合は視線追跡装置 (Eye Tracking System) が便利である。弱視者 (視覚障害が比較的軽い者) も最後まで残存視力に頼るので、彼らの情報取得を追跡する場合 (但し、計測が可能な場合) にも視線追跡装置の使用は有効である[1]。しかしながら、全盲者 (視覚障害の重い者) は、聴覚による情報取得を除けば、触覚に頼らざるを得ない。

触覚による理解、言い換えれば触知の中心は指 (特に、人差し指) であり、全盲者は文字情報を点字で理解する。しかし、図形的情報の理解は触図に代替化するか音声などによる言語説明しかなく、その情報伝達も十分に評価されているとは言い難い。それは、視知 (あるいは視認) を追跡する視線追跡装置は存在するものの、触知 (あるいは触認) を追跡する装置がないことから分かる。

本研究は、全盲者の図形的情報理解を支援する試みとして、彼らの触指位置を検出・追跡し、その触知情報のイメージ化や音声化を図ることを目標としている。

## 2. 視知と触知

著者等がかつて、弱視者の視認支援を行うために、彼らの視認具合を数値化したことがある[1]。一般に弱視の視認行為は、晴眼者に比べて視線の滞留時間が長い。そのため、視点の滞留時間と視知具合には、図1の左図のような関係にあるとして定義し、弱視者の視点がどこにあるかを追跡した。

一方、触知の数値化は難しい。その理由は、触知力には個人差もあり、そもそも測定する機器すらない。しかし、視認時のような滞留行為は見られないものの、触指の頻度、即ち、触知点の滞留時間が長いほど指先の触知具合に正の相関が認められた。そこで、その関係を図1の右図のように定義した。

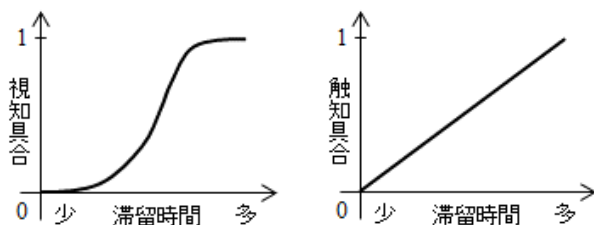


図1. 滞留時間に対する視知と触知の具合

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

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

触指を行う際の指先位置の検出方法は幾つかあるが、本研究では、高性能カメラがマーカを認識して位置を同定する光学的手法を採用した。その理由は、高速な位置検出ができること (動きの速い指先も検出可能)、測定範囲が広くとれて3次元の位置検出も可能なこと、などである。但し、短所として、設備が比較的大きく費用がかかること、初期設定 (キャリブレーション) を必要とすること、カメラが対象を捉えられない領域 (オクルージョン) では検出できないこと、などである。

## 3. 触指位置の検出

著者等は既に触指位置の検出例として、触地図上の指の位置を、デジタルペンで実用化されている赤外線・超音波法を用いて検出し、触地図とオンライン地図との間で地図情報の共有化を図るという報告をしている[2]。

本研究は、触地図やグラフのような2次元対象ではなく、一般対象物のイメージを、視覚障害者がどのように触知で獲得しているかを客観的に評価することを目的としている。例えば、触知のイメージを絵で画かせて分析するといった認知心理的な手法ではなく、獲得イメージを数値的に評価する新たな手法を開発することである。

近年、触画を簡単に描くことができる道具が普及されている。それに伴って、手で触れて絵画を鑑賞する“触って観る”アートプロジェクト[3]のような、視覚障害者の絵画鑑賞を周知する取り組みも行われてきた。指で絵画を触知して (ないしは触認して) 理解する過程の解明は未だ途上にあるが、視覚障害者は輪郭線だけで描かれた凸絵を絵として識別できることが分かっている[4]。そこで、触知での物体認識の試みとして、写真からエッジ検出 (例えばCanny法で検出) した輪郭のみで表現された触画に対して、触指軌跡がどのようにイメージを生成するかを実験した。図2は、実験に用いた画像例で、同図(a)は原写真、同図(b)はエッジ検出画を示す (画像として、スイッチやハサミのような、直ちに形状を推測できるものではなく、一方で、触った経験もなくイメージが掴めないものは避けている)。



(a) 原写真

(b) エッジ検出画

図2. 実験に用いた画像例

図3に、実験環境の様子を示す。触指位置の検出に2台のカラーカメラ（毎秒90フレーム）を使用しており、被験者が触知する右手人差し指先に付けたマーカを追跡した。図4は、カプセルペーパーで凸化した触画を、マーカを付けた人差し指で触指している様子である。



図3. 実験環境

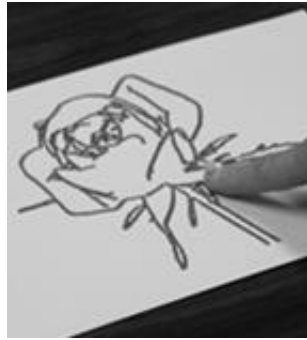
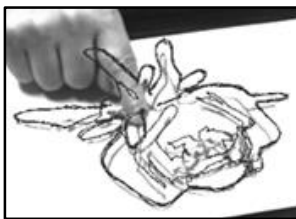
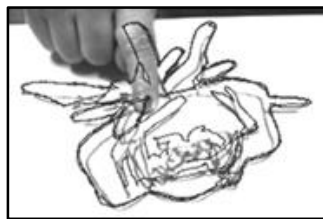


図4. 触指の様子

図5は、左右2台のカメラによる触指の追跡であり、同図(a)は右側の、同図(b)は左側の、カメラによる軌跡である。ここで軌跡の描画は、フレーム数（滞留時間）と触指座標の重ね合わせで表示しており、フレーム数が多くて座標の変化が少ない場合は触指が遅く、逆の場合は触指が速い。この実験では、触知した被験者は花の輪郭であると推測（“花のようだ”と回答）した。



(a) 右側カメラの軌跡



(b) 左側カメラの軌跡

図5. 左右カメラによる触指追跡

#### 4. 触知の定量評価

センサを搭載した自律ロボットの研究が盛んに行われているが、ロボット自体が障害を持ったエージェントである。そのようなセンサにおいて、中心となるのがカメラによる物体認識で、高速で汎用性の高い様々な手法が開発されている。究極の視覚障害にあるロボットの画像処理を、触知する視覚障害者の認識評価に利用する、即ち、画像特徴量に関して、元画像と触知で得たイメージ画像（ここでは指の軌跡画像）との対比を行い、画像特徴量はイメージ化の評価指標になり得るか否かを検討する（触知における有効な特徴量とは何かを求めるのが最終目標である）。

図6に、元の凸画（同図左）と、左右カメラの軌跡座標を合わせた触指画（同図右）に対して、SURF（Speeded Up Robust Features）特徴点を表示した結果を示す。図7は、単純にそれらの特徴点の対応を行ったものである。結果を見ると分かるように、単純にSURF法だけの評価では全く対応がとれていないことが分かる。

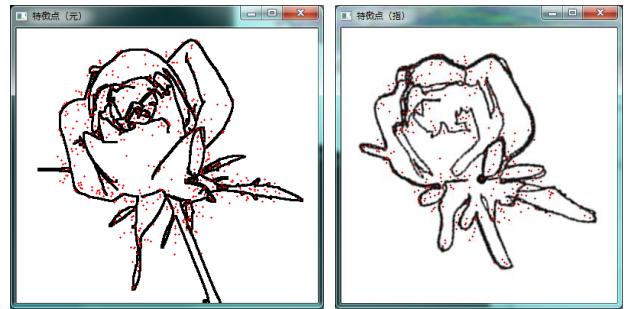


図6. SURF特徴点（左は元画像，右は触指画像）

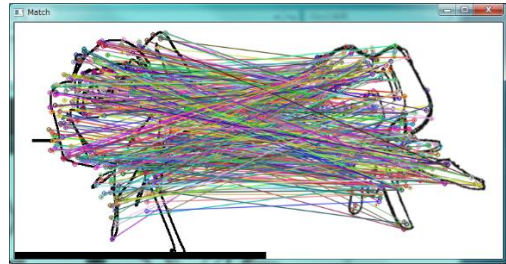


図7. 特徴点の対応

SURF特徴量はエッジに不向きであると予想していたが、かなり悪い結果である。そこで、双方の画像に何らかの情報（例えばグラデーション等）を付加して対応を上げるか、もしくは、触知に向いている特徴量を捜すなどが、現在の課題である。

#### 5. まとめ

視覚障害者が触指情報からどのように対象物のイメージを構成するのかに興味がある。情報技術の発達により文字情報に対する理解は格段に向上しているが、図的情報への理解は言語化することが難しく、その複雑さも多様である。

視覚障害者の触指位置を追跡し、そのデータを定量的に評価する試みは、著者等の知る限り殆ど行われていない。そのことが、視覚障害者の図的情報理解に対する支援体制が遅れている原因にもなっていると考えている。

**謝辞：** 本研究は、平成26年度科研費（挑戦的萌芽研究、25560101）及び平成27年度筑波技術大学教育研究等高度化推進事業（触知による形状追跡とそのイメージ生成の解明）の助成を受けて行われている。ここに深く謝意を表す。

#### 参考文献

- [1] 巽, 村井, 関田, 宮川: “視線追跡を用いた弱視のピクトグラム認識”, 第11回情報科学技術フォーラム(FIT2012), Vol.3, No.K-040, pp.639-640, 2012.
- [2] 巽, 村井, 関田, 徳増, 宮川: “視覚障がい者のためのオンライン地図情報を利用した触地図移動”, 第13回情報科学技術フォーラム(FIT2014), Vol.3, No.K-021, pp.423-424, 2014.
- [3] 安田, 生田目, 岡本, 長岡, 井上: “「触って観る」アートプロジェクト活動の概略報告”, 筑波技術大学テクノレポート, Vol.16, pp.32-36, 2009.
- [4] John M. Kennedy: “Drawing and the Blind: Pictures to Touch”, Yale University Press, 1993.