

## 視覚障害者の図形イメージ生成過程の分析

## Analysis of the graphic image generation process of the visually impaired

村井 保之<sup>(1)</sup> 巽 久行<sup>(2)</sup> 徳増 眞司<sup>(3)</sup> 宮川 正弘<sup>(2)</sup>  
 Yasuyuki Murai Hisayuki Tatsumi Shinji Tokumasu Masahiro Miyakawa

## 1. はじめに

視覚障害者は指で触ること（触指）で図や形状の理解を試みるが、触指によるイメージの生成過程が曖昧なため、理解させるための情報支援も容易ではない。その原因の一つは、視覚障害者がどのように触知し、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。本研究は、視覚障害者の図形イメージ生成を解明する試みとして、触指位置を検出・追跡し、触指した軌跡と画像特徴量から触指イメージを定量的に分析・評価する。目標はイメージ生成過程の可視化であり、その先には図や形状のイメージを自動的に言語化し、視覚障害者への情報支援を図ることにある。

具体的には、凸画や触絵画（触って観る絵画）の触指を通して形状のイメージ生成過程の分析を行う。触指位置の検出方法として、精度も高く高速で広範囲な検出が可能な光学的手法（高性能のカメラがマーカを認識して位置を同定する）を用いることで、触絵画を含むすべての凸画の触指位置を追跡・分析することができ、全盲者の図形情報理解を支援する技術になり得ると考える。

## 2. 軌跡画に対する画像特徴量の評価

図 1 は、花の凸画の原画と触指軌跡画像とを SURF 特徴量で対応させたものである。左の花が元画像、右の花が触指された軌跡画像である。この結果から、通常の画像特徴量では類似性が検出できないことが分かる。触指位置を検出・追跡して、そのデータを情報科学的に分析する試みは、著者等の知る限り殆ど行われていない。このことが、視覚障害者の形状理解に対する支援体制が遅れている原因でもある。我々は触指情報から、視覚障害者がどのように対象物のイメージを理解するのか定量的に評価する方法を見つけ出すことが本研究の目的である。

## 2.1. 触指位置の検出

触指時の指先位置検出方法として、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



図 1. 画像特徴量(SURF)での対応

- (1) 日本薬科大学, Nihon Pharmaceutical University  
 (2) 筑波技術大学, Tsukuba University of Technology  
 (3) 神奈川工科大学, Kanagawa Institute of Technology

法を採用する。視覚障害者は輪郭線の凸絵を絵として識別できることから、最初に、対象物をエッジで表現した凸画を作成する。触指の際に指先に付けたマーカの位置を追跡するには、最低 2 台のカメラが必要である。追跡はステレオカメラ法を用いるが 3 台以上のカメラを使えば指の位置などの影響が減り追跡が途絶えにくくなる。

## 2.2. 軌跡の描画と特徴量の算出

触指の様子を追跡したカメラ画像から取り出されるマーカの座標を基に触指位置の軌跡画を作成する。作成された軌跡画の特徴量と、原凸画の特徴量を比較し、被験者がイメージを理解するに至った時間（動画フレームの量）とそれぞれの特徴量について分析する。様々な画像特徴量の中で、視覚障害者の認識理解に有効な特徴量はどのようなもので、それがイメージ生成過程を評価する指標になり得るか、などを検討する。

## 2.3. 予備実験

触指位置の検出と追跡に関して次の予備実験<sup>[1-4]</sup>を行った。図 2 は、予備実験に用いた画像で、左図は原写真、右図はエッジ画を示す。全盲の被験者はバラを知っているものとする。図 3 は、実験環境である。触指位置の検出に 2 台のカメラ（毎秒 90 フレーム）を使用し、触知する右人差し指先に付けたマーカを追跡した。図 4 は、マーカを付けた指で凸化した触画を触指している様子である。図 5 は、左右 2 台のカメラによる触指追跡結果であり、左図は右側カメラ側、右図は左側カメラの軌跡画である。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。

## 2.4. 特徴量の評価・分析

上述したように、図や形状をエッジ検出して輪郭のみ



図 2. 実験に用いた画像例



図 3. 実験環境

図 4. 触指の様子

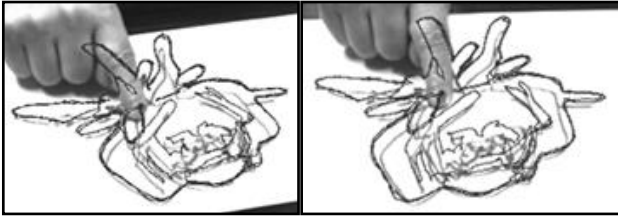


図5. 左右カメラによる触指軌跡



図6. SURF 特徴点の検出

で描画した凸絵に対して、視覚障害者の触指位置を検出・追跡可能であることは確認済みである。本研究は、元凸画と触知で得た指の軌跡画（これがイメージを形成する絵となる）との対比を行い、画像特徴量はイメージ生成過程の評価指標になり得るか否かを検討すること（最終的には触知における有効な特徴量とは何かを求めること）である。この実験として、図6に、典型的画像特徴量として有名なSURF (Speeded Up Robust Features) 特徴点を検出した結果を示す。同図において、左は元凸画の、右は指の軌跡画の、それぞれのSURF特徴量検出結果であり、両図に対して特徴点对応を行ったものが図1である。即ち、既存の画像特徴量では類似性判定が成功しない理由と、類似判定が可能で触指評価指標となり得る特徴量を、実験や評価・分析を繰り返して探求する。

### 3. イメージ生成過程の評価指標として有効な特徴量の検出

触知における有効な特徴量を見出すために、元凸画から模擬した指の軌跡画を作成する「指軌跡のシミュレーションプログラム」の開発を行う。視覚障害者が描く実際の軌跡画は、凸線が複雑な箇所は指がゆっくと、また、凸線が込み入った場所では追跡が不連続になることもある。軌跡の描画は、画像のフレーム数（滞留時間）と触指座標の重ね合わせで表示されるが、フレーム数が多く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ので、これらもイメージ生成過程の評価指標に含まなければならない。また、触指位置以外の情報を検知するために、指型の触覚センサを使用することも考えている。これは、実際の触知では、指に感じる微妙な質感で軌跡に変化が起こることも配慮するためである。

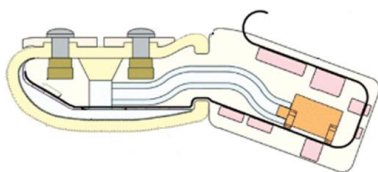


図7. 指型センサ(BioTac)

例えば、凸画に起因する指振動が軌跡測定に影響を及ぼすことを避けるため、図7に示す指型触覚センサ（充滿した液体で振動を流体音波として捉えることができる）を用いるなどである。

### 4. イメージ生成過程の解明と情報支援への応用

図形イメージ生成過程の分析と言語化、図形イメージの理解に向けた情報支援への応用を行うためには、触知における有効な特徴量（触知特徴量）の算出にかかっている。触知特徴量が算出できれば、これを基に、触指による形状生成プログラム、形状理解のためのイメージングプログラム、イメージの決定要素抽出プログラム等の開発が可能となる。

### 5. 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という大変難しい問題であり、早急に十分な成果を出すことは容易ではない。そこで、まずは、イメージ生成過程の評価指標に適するような画像特徴量の分析と多様な特徴量を用いて、触指軌跡画像と元の凸画との類似判定を行う手法を開発する。次に、触知に向く画像特徴量の提案と、図形イメージ生成過程の可視化に関する実験と理解度の検証を行う予定である。図形イメージ生成過程の分析と言語化、図形イメージ理解に向けた情報支援への応用は、その後の課題となる。

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に何らかの定量化を試みる本研究は、それ自体に特色があり、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、どこに原因があっ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。

### 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, 徳増真司, 宮川正弘: “触知VR上での仮想把持感による白杖歩行について”, 第14回情報科学技術フォーラム (FIT2015), Vol.3, No.K-031, pp.541-542, 2015
- [3] 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
- [4] 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