

令和 2 年 6 月 28 日現在

機関番号：32425

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01092

研究課題名(和文) 触指位置追跡と触画特徴量による図形イメージの解明

研究課題名(英文) Elucidation of figure image by tracking finger position and tactile picture quantity

研究代表者

村井 保之 (Murai, Yasuyuki)

日本薬科大学・薬学部・准教授

研究者番号：30373054

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：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手で触って(触指)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・評価した。触指の記録と分析にはステレオカメラ方と光学式のモーションキャプチャシステムを用いて触指動作を指先の座標データとして取得し分析した。本研究の最終目標は視覚障害者が獲得した図形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。

研究成果の学術的意義や社会的意義

視覚障害者が行う触指の触指位置を検出・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、どのように認知像を創生するのかを明らかにすることを目的としている。

触指を理解するための定量化を試みた本研究は、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、図形や形状への情報獲得支援に応用できる。例えば、視覚障害者が使う機器のボタンの位置や操作など、どこが原因で触指情報を獲得しづらいかなどよりアクセシブルな判断指標にもなり得る。

研究成果の概要(英文)：In this research, we clarify cognitive process of figure and shape of the visually impaired. We take motion capture of finger position when touch sensing tactile picture, acquire it as coordinate data of fingertip, and quantitatively analyze and evaluate touch sensing. Detecting general features of touch-sensing by simplifying the touch sensing operation by using combinations of basic figures such as squares and circles for touch sensing tactile pictures.

研究分野：福祉情報工学

キーワード：触指 触図 モーションキャプチャ

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

人が知覚する情報の大部分は視覚で得ている。しかしながら全盲者は、聴覚による情報の取得を除けば、触覚に頼らざるを得ない。触覚による情報の理解、言い換えれば触知（触指）の中心は指であり、全盲者は文字情報を点字で理解する。しかし、図的情報の伝達は触図（触って分かる図や絵）に代替化するか言葉で説明するしかなく、情報の伝達や理解が十分に評価されているとは言い難い。それは、触指を追跡する専用装置がないことから分かる。

古くから認知心理学の分野では、視覚障害者の形状理解に関する研究が行われてきたが、獲得したイメージを答えさせたり、あるいは絵に書かせたりなど、すべてが定性的で、工学的な定量分析とは程遠いものであった。そこで我々は、図や形状をエッジ検出して輪郭線のみで描画した凸画に対して、触指の軌跡から視覚障害者がどのように形状のイメージングを図っているのかを明確にする必要があると考えた。

2. 研究の目的

本研究は、全盲者の図的情報の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、それを可視化して定量的に分析することで、図形イメージの音声化を図ることを目標としている。

現在、様々な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、ロボット自体が様々な障害を持ったエージェントである。外界を認識するセンサのうち、中心となっているのがカメラによる認識で、近年では高速で汎用性のある多種多様なアルゴリズムが開発されている。そこで、究極の視覚障害であるロボット等が使用する画像処理技術を、指で触知（触指）する視覚障害者の認識評価に利用する、即ち、画像特徴量と触指で取得した軌跡画との対比を行い、触指における特徴量とは何か、画像特徴量がイメージングを評価する指標になり得るか否かを考察するというのが本研究課題の中心である。

3. 研究の方法

本研究は、視覚障害者の図や形状の認知過程を解明することを目的とする。そこで、視覚障害者が図形を読み取るための触指動作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、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。そのために、触指動作をステレオカメラ法や光学式モーションキャプチャシステムを使い記録し、記録した動画やデータから指先の動きを座標として取得し取得した指先の座標から触指の際に、触図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分析した。

ステレオカメラ法を用いた触指動作の記録は、高性能のビデオカメラを用いて触指の様子を動画で記録し専用のソフトで3次元座標として取得する。触指位置を画像処理で検出するため指先に、指先を検出するためのマーカーを付けた。記録に用いた触図は、晴眼者用に描かれたイラストを専用の機器で処理し作成した。触指動作の記録は、視覚障害者2名（全盲1、弱視1）の協力を得て行った。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は、A4サイズ17枚で、車(3)、花(4)、魚(5)、うさぎ(5)のイラストを使用した。

ステレオカメラ法では指先の検出が難しい場合があったことと触図が複雑だったため指の動きが分析し難かった。そこで、光学式モーションキャプチャシステムを用いて記録を行った。専用のカメラを8台使用し(図1)、左右の各指先に専用カメラで検出できるLEDマーカーを貼付した。LEDマーカーは各指に両面テープで張り付けた。記録に用いた触図は、四角と円の基本図形を組み合わせた単純なものを使用した。これは触指の動きを単純化し、そこから触指の一般的な特徴を検出できると考えたためである。触指動作の記録は、視覚障害者2名（全盲）、触図は、四角の組み合わせ図形6枚、円の組み合わせ図形6枚を用いた。得られた触指データから左右の各指について軌跡を描画し各指の動きを分析した。



図1 触指の記録

4. 研究成果

ステレオカメラ法と光学式モーションキャプチャシステムを使い取得した触指データから次の分析結果を得た。

図2、3は、ステレオカメラ法で取得したデータを分析した結果である。図2は指が触図の同じ場所を触った回数を色の明るさで表したものである。図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、最高8回であった。図3は指の移動方向と速度を表したものである。数字が移動方向を数字と数字の間隔が速度を表す。

図 2 と同じように複雑な場所は数字の間隔が狭く移動速度が遅くなっていることがわかる（図中の円で囲んだ部分）。また、数字の間隔が広い部分は単なる移動や直線的で特徴が無い部分である。

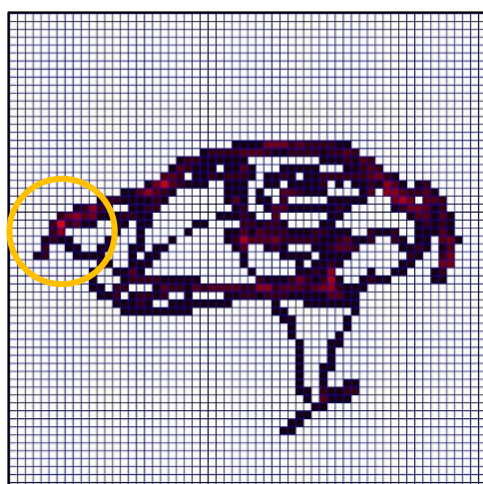


図 2 触指回数

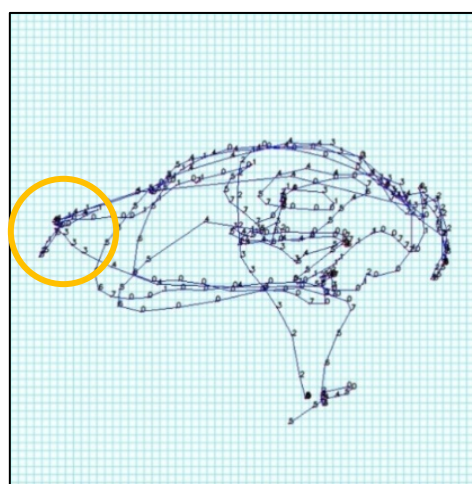


図 3 指の移動方向と速度

図 4、5 は光学式モーションキャプチャシステムを用いて取得したデータを可視化したものである。図 4 は、図形認識時の触指動作の左右全ての指の軌跡を描画した例である。各指は色の違いで表されている。図から、図形認識時の指の動きは触図の輪郭に沿ったものではないことがわかる。指を自由に動かし図形を認識しているようである。図 5 は、図形認識後に認識した図形を指で再現した図である。使用した触図は円を 5 つ組み合わせたもので、軌跡は元の図形をほぼ再現しており図形の認識ができていくことがわかる。図 6 は右手の各指それぞれの軌跡である。図から各指の軌跡はほぼ同じことがわかる。記録時の様子からも触指の動作では人差し指を主に使い他の指は補助的に使用している様子が伺えた。



図 4 全ての指の軌跡

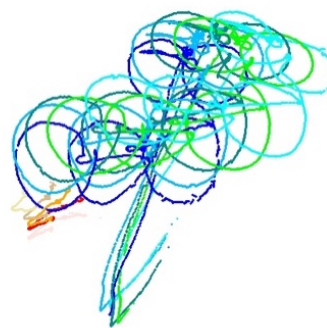


図 5 再現動作の軌跡

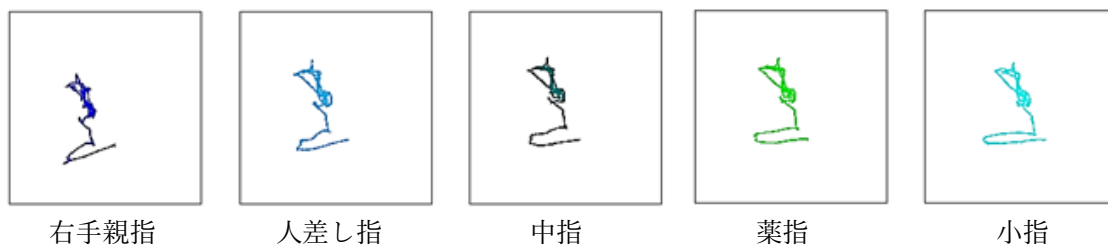


図 6 右手各指の軌跡

ステレオカメラ法や光学式モーションキャプチャシステムを使うことで触指動作の定量化と分析が可能であることがわかった。しかし、本研究の最終的な目的である画像特徴量と触指で取得した軌跡画との対比を行い触指における特徴量の算出には至らなかった。原因は倫理規定の問題などから多くの視覚障害者から触指の記録を取得することが難しかったためである。しかし、今まで行われていなかった触指を記録し定量化できたことは今後の視覚障害者の図形的情報の理解の支援に活かせると考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Murai Yasuyuki, Tatsumi Hisayuki, Miyakawa Masahiro	4. 巻 10897
2. 論文標題 Recording of Fingertip Position on Tactile Picture by the Visually Impaired and Analysis of Tactile Information	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. 16th Int. Conf. on Computers Helping People with Special Needs (ICHP2018), Springer LNCS	6. 最初と最後の頁 201 ~ 208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/978-3-319-94274-2_27	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakada Kazuki, Kobayashi Makoto, Murai Yasuyuki, Sekita Iwao, Tatsumi Hisayuki	4. 巻 -
2. 論文標題 A tablet-type acoustic digital pen that presents pen strokes with music tones	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. 10th Int. Conf. on Education Technology and Computers	6. 最初と最後の頁 297-301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1145/3290511.3290573	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計20件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 村井保之, 巽久行, 宮川正弘
2. 発表標題 光学式モーションキャプチャを用いた視覚障害者の触指の記録と分析
3. 学会等名 第29回インテリジェント・システム・シンポジウム(FAN2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 巽久行, 村井保之, 関田巖, 宮川正弘
2. 発表標題 仮想的な触力覚や音響感覚で形状理解を行う視覚障害者のためのオブジェクト認識支援
3. 学会等名 第29回インテリジェント・システム・シンポジウム(FAN2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村井保之, 巽久行, 徳増眞司, 宮川正弘
2. 発表標題 光学式モーションキャプチャによる触指動作の記録と分析
3. 学会等名 第18回情報科学技術フォーラム(FIT2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 巽久行, 村井保之, 関田巖, 宮川正弘
2. 発表標題 基本形状の擬似触知に対する視覚障害者の形状認識について
3. 学会等名 第18回情報科学技術フォーラム(FIT2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Murai Y., Tasumi H., Miyakawa M.
2. 発表標題 Recording of touch sensing using optical motion capture system
3. 学会等名 ICETC '19 Proceedings of the 11th International Conference on Education Technology and Computers
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村井保之, 巽久行, 徳増眞司, 宮川正弘
2. 発表標題 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
3. 学会等名 第17回情報科学技術フォーラム(FIT2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 巽 久行, 村井 保之, 関田 巖, 徳増 真司, 宮川 正弘
2. 発表標題 擬似触覚形状の生成による視覚障害者のオブジェクト認識の向上
3. 学会等名 第17回情報科学技術フォーラム(FIT2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 巽 久行, 村井 保之, 小林 真, 関田 巖, 宮川 正弘
2. 発表標題 弱視者のオブジェクト認識に有効な視感測色の検討
3. 学会等名 第17回情報科学技術フォーラム(FIT2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村井保之, 巽久行, 宮川正弘
2. 発表標題 基本図形を組み合わせた触図による触指動作の分析
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 巽久行, 村井保之, 中田一紀, 小林真, 関田巖, 宮川正弘
2. 発表標題 弱視者の視認を向上させる色弁別領域の推測
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中田一紀, 小林 真, 村井保之, 関田巖, 巽久行
2. 発表標題 タブレット型音響ペンによる筆移動呈示システム
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 巽久行, 村井保之, 中田一紀, 小林真, 関田巖, 宮川正弘
2. 発表標題 弱視の視認に有効な色相と明度の関連による視感領域の推定
3. 学会等名 第41回多値論理フォーラム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中田一紀, 三浦佳二, 小林真, 村井保之, 関田巖, 巽久行
2. 発表標題 位相幾何学的アプローチによる手書き文字からの特徴抽出と音響ペンへの応用
3. 学会等名 第41回多値論理フォーラム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村井保之, 巽久行, 宮川 正
2. 発表標題 視覚障害者の触指位置追跡による図形イメージ分析
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 巽久行, 村井保之, 関田巖
2. 発表標題 視知や触知の向上による視覚障害者のオブジェクト認識支援
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 巽久行, 村井保之, 小林真, 宮川 正
2. 発表標題 視覚障害者のための音響ペンによる手書き支援の考察
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村井保之, 巽久行, 宮川 正
2. 発表標題 触図の触指位置記録と触知情報分析
3. 学会等名 第16 回情報科学技術フォーラム(FIT2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 巽久行, 村井保之, 関田巖, 宮川 正
2. 発表標題 音響ペンによる視覚障害者の書筆位置追跡の実験
3. 学会等名 第16 回情報科学技術フォーラム(FIT2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村井保之, 巽久行, 宮川 正
2. 発表標題 視覚障害者の触指位置記録と分析方法の検討
3. 学会等名 福祉情報工学研究会(WIT2017)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 巽久行, 村井保之, 小林真, 宮川 正
2. 発表標題 擬似音響を用いた書筆追跡による視覚障害者のための手書き支援
3. 学会等名 福祉情報工学研究会(WIT2017)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考