

令和 3 年 5 月 28 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K02759

研究課題名(和文) パターン認識技術を併用した指文字(手話)のゆらぎの解明

研究課題名(英文) Investigation on Variations in use of Fingerspelling Alphabet (JSL) combined with Pattern Recognition

研究代表者

長谷川 由美 (Hasegawa, Yumi)

近畿大学・生物理工学部・准教授

研究者番号：40585220

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、動きを伴わない41の指文字を、目で見ただけの観察の観点とパターン認識技術を利用した情報の観点から指文字を観察し、それぞれの指文字の本質的な形を明らかにしようとした。ここでの本質的な形というのは、例えば、どのような手の形が指文字「あ」が「あ」であるとわかるようにしているかという形のことである。手の関節の位置を推定できるOpenPoseというソフトウェア、Leap Motionというソフトウェアや赤外線カメラを使って、手の中心からそれぞれの指先までの距離と方向を計算し、各指文字の本質的な形について、データ分析を行った。これらのデータを利用して、指文字を学ぶ人のための指文字の冊子を作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

手話を学習している人や、手話をコミュニケーション方法としている聴覚障がい者の指文字のデータを集め、各指文字の本質的な形を明らかにすることができた。その目的を達成する過程で得たデータを使って、初めて手話を学ぶ人が、学習をスムーズにスタートできるように指文字学習小冊子「指文字in JSL」を作成した。複数の写真やイラストが使われているので、手の形をまねやすく、間違えた手の形を覚えてしまわないように工夫されている。また、同じ文字でも人によって少しちがう様子も見ることができ、今までにない教材作りができた。大学の授業や地域の手話サークルで使う予定であり、大学内のみならず、地域での活動にも利用できる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we tried to identify the essential or intrinsic shape of each of the 41 fingerspelling letter by the observational point of view (i.e. seeing them with the eyes) and the informational point of view (i.e. using pattern recognition technology). The essential shape here is, for example, what finger and hand shapes make it possible to know that the fingerspelling alphabet "a" is "a". We analyzed the data by OpenPose to estimate the position of the joints of the hands, by Leap Motion, and by some infrared cameras to calculate the distances and directions from the center of the hand to each fingertip. Using these data, we also created a fingerspelling booklet for beginning learners of Japanese Sign Language.

研究分野：言語学

キーワード：手話 指文字 パターン認識 ゆらぎ 教材開発

1. 研究開始当初の背景

手話学習の早い段階で、手で表す仮名「指文字」を学ぶ。指文字は話者が手話単語がわからないとき、固有名詞を表すとき、助詞などを強調したいときなどにも使われる。手話単語の一部として指文字が含まれていることもあり、手話を学ぶにあたっては、指文字は必須学習項目の1つといえる。

ほとんどの初学者用学習本には指文字のイラストや写真が掲載されている。本の裏表紙や最初のページに50音表としてすべての指文字が「あいうえお」順にならんでいる場合がほとんどであり、各指文字を正面から、つまり、読み手から見た手指形状の写真やイラストが1文字につき1つ掲載されていることが多い。学習者にとっては、それらは真似るべき手本であるが、他の本に載っている指文字や、実際に手話話者が示す指文字とは、指先が向いている方向や指の形が少し異なっていたりすることがあり、それが原因で、指文字をうまく読み取れなかったり、誤学習につながることもある。

本に掲載されている通り、指文字を「あいうえお」順で学習しがちであるが、類似性に着目して覚えることも方法の1つであろう。例えば指文字「し」「す」「る」は共に、親指、人差し指、中指を広げ、折り曲げた薬指と小指の指先は掌に接した手の形である。手や掌の向きが異なっているだけである。手話講師が学習者に間違い防止を目的とした注意喚起のために、似ている指文字を提示することはあるが、既存の学習本で、各指文字同士の類似点についての説明がなされていたり、また逆に、共通しない部分に現れるバリエーションに触れて説明がなされていたりするものは見かけない。日常的に手話をコミュニケーション手段としている聴覚障がい者や、手話を長期間学習している聴者も、そのような点に関しては、あまり意識していないことが多い。

そこで、本研究では、指文字の中でも動きがない41の指文字を中心に、各指文字の本質的な形状を明らかにし、その結果を利用して、手話初学者がよりスムーズに指文字学習ができる教材作成をめざすこととした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、指文字に対し、目視による観察的観点とパターン認識技術を利用した情報的観点から指文字を観察し、各指文字の本質的な形状を明らかにすることである。さらに、その過程において蓄積される形状的データを利用し、既存の指文字学習教材とはことなる初学者向けの指文字教材を作成する。

3. 研究の方法

本研究では、手話を主たるコミュニケーション手段としている聴覚障がい者、手話通訳者、手話通訳士、手話サークルで3年以上手話を学んでいる聴者（以降、手話熟達者と呼ぶ）と、大学で指文字を学ぶ学生を対象とし、表出された指文字の形状データと、指文字の読み取りと表出テストにおける誤りのデータを活用した。データ収集のことためにも、比較的持ち運びに便利で設置しやすく、被験者の負担を最小限に抑えられるシステムが必要であると考えた。

初年度に、それらの条件を満たすデバイスの1つとしてLeap Motionを使ってデータ収集を試みたが、手指形状データの読み込みを行うタイミングの難しさや、誤認識があったため、他のデバイスの利用を検討することになった。

2年度目以降はOpenPose、Leap Motion、赤外線カメラ、ウェブカメラ、ビデオカメラを使用した。画像に基づき人の関節位置を推定できるOpenPoseは特別なカメラを必要とせず、一般的なウェブカメラで使うことができる。人の体、顔、手の関節位置を推定することが可能なソフトウェアで、本研究では、手に関して21個の関節それぞれの2次元座標と、その推定位置の尤度スコアを得て利用した。また、指文字の手指形状を、赤外線カメラで撮影し、画像解析により割り出すソフトウェアLeap Motionで観測した。Leap Motionによって認識された指文字の手の中心からの手の方向、掌の方向、小指の情報、薬指の情報、中指の情報、人差し指の情報、親指の情報の7つのベクトル表現から各指文字の手指形状の類似性を導き出し、類似性の高い指文字のグループ化、および、各指文字の本質的な形状を明らかにすることを試みた。

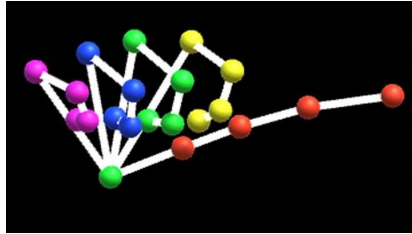
4. 研究成果

本章では本研究で得られた主な研究成果を説明する。第4章の1節から3節は、各指文字の平均的な形状や類似性を見出し、それらの結果より、スケルトン、マップ、クラスタ分割を作成した。本研究の目的の1つである各指文字の本質的な形状を明らかにするためである。また、それら結果を用いて作成したものが、第4章4節にある指文字冊子である。スケルトン、マッ

プ、クラスタ分割は、どれもが指文字学習に役立つ情報として、冊子内で活用された。

4 - 1 手話熟達者の平均的な指文字

OpenPose を用いて、10 名の手話熟達者の指文字を撮影し、手の関節情報の平均値を用いて、指文字の平均的な形を算出した。図 1 は指文字「あ」の正面から見た平均的な形である。



(図 1: 指文字「あ」の平均的な形)

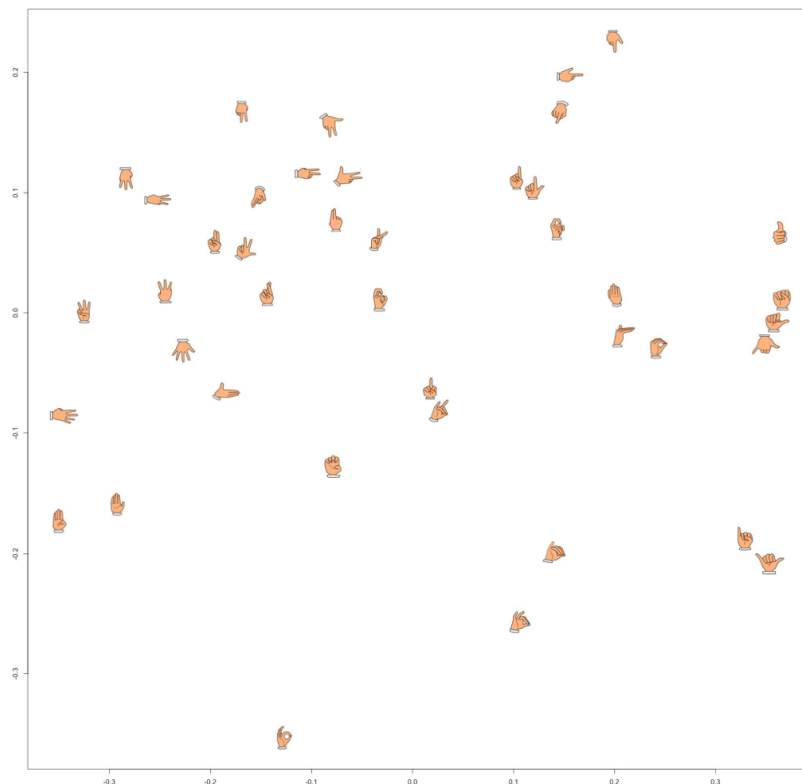
4 - 2 指文字マップ

手や指の位置を赤外線カメラで撮影し、Leap Motion で指文字の手指形状を観測した。対象とした指文字は動きを伴わない 41 文字である。3 章で記した手指形状の 7 つの特徴を、多次元尺度構成法に基づいて、部分的な形状の類似性を見つけだし、指文字を低次元空間に付置した。

また、大学生を対象とした指文字の読み取りと表出テストにおける誤りデータをもとに、間違っ

た指文字の位置を接近させる手法をとり、完成したものが図 2 の「指文字マップ」である。このマップの教育的利用方法の一例として、間違えた指文字と正しい指文字が、近い場所にある場合は、手指形状の類似性に間違いの原因がある可能性があり、また逆に、マップ上で離れた場所にあった場合は、手指形状の類似性ではなく、他の原因の可能性が考えられ、指文字を間違えた原因を探る一手段となる。

今まで、指文字は日本語の仮名文字の「あいうえお」順に従って表記されていたが、このマップのように、なんらかの数値的な根拠でこのように付置されている例はなかった。手話（指文字）のひとつの特徴を表したものであり、手話の指文字が日本語の仮名文字とは全く異なることを視覚化したものではないかと考える。



(図 2: 指文字マップ)

4 - 3 クラスタ分割

各指文字の部分形状を活用し、学習者にとってより明快でコンパクトな、指文字の新しい類型を提案したのが図 3 のクラスタ分割である。ここでは、動きのない指文字 41 文字すべてを対象にするのではなく、35 文字とした。例えば「きつねの『き』」として学習する「き」のような指文字、「め」のように部分形状が孤立している指文字は、習得が早く、誤りが起こりにくい

ためである。

指文字の表出と読み取りの誤りの一因に、指文字間の形状の類似性が考えられる。4 - 2 節の指文字マップ作成時と同様に、指文字形状を7つの特徴で表し、大学生を対象とした指文字の読み取りと表出テストにおける誤りデータを考慮して、クラスタ分析を行った。手話教育担当者の経験や直感に基づいた編集を経て、29の指文字を9分類したのが、図3のクラスタ分割である。

図3を見ると、各型で共通している形状的な特徴をすぐに想像することができる。例えば、型1には「ふ」「む」「れ」の3文が含まれているが「親指と人差し指が伸びていて、他の3指は閉じられている」ことが共通であり、手の方向や掌の向きが異なる指文字が集まっている。このように、コンパクトで、学習者にとっても、直感的にもわかりやすい類型とした。

型	指文字 (五十音順)	手指形状
1	ふむれ	
2	こほ	
3	ちつ	
4	へや	
5	あさた	
6	うとなにはら	
7	しする	
8	まみゆわ	
9	くけてよ	

(図 3 : クラスタ分割)

4 - 4 指文字冊子

指文字の本質的な形状を明らかにする過程において得られたデータを活用し手話初学者向けの指文字冊子を作成した。この冊子は大学の授業と、コロナ収束後には地域の手話サークルで使用される予定である。



(図 4 : 指文字冊子「あ」のページ)

図1は、「あ」のページであるが、大きく分けると6つのセクションがある。

赤で囲んだ部分には、読み手側、斜め（斜め前）、話者側から撮影された3枚の写真と1枚のスケルトンが掲載されている。スケルトンは、4章1節の手話熟達者の平均的な指文字を活用している。指文字の中には、正面から撮影された指文字よりも、斜めから撮影された指文字の

方が、正面を向いているものもあった。これは、手話熟達者たちが、より手首への負担が少ないように、自然な状況の下で指文字を表したからである。複数アングルからの写真を掲載したのは、学習者が間違えて手指形状を覚えてしまうことを防ぐためである。

青で囲まれている「いろいろな形」の部分には、写真が3枚ある。これらは手話熟達者および指文字のテストを受けた学生が、実際に表出した指文字である。図4では、どれも「あ」と認識できるものである。これらは、指文字のゆらぎの実例であるとともに、本研究目的の1つの指文字の本質的な形状を示すものでもある。3枚の写真のゆらぎのある部分は、測定した指文字形状の7つの特徴値の差が大きく、本質的な形状である部分は差が小さい。3つの指文字「あ」において、握られた4指の横に置かれた親指の開き具合、握られた人差し指、中指、薬指そして小指の4指の向きにゆらぎが認められるが、4指が折り曲げられて、指先が掌に向かっている点、親指が折り曲げられた指の横にある点は、「あ」の本質的な形状であるといえる。

黄色で囲まれた「指文字の由来」の部分では、指文字の成り立ちを知ることができる。この部分は既存の手話の本や手話の講習会やサークルで教えられている内容を記したもので、指文字を覚えやすく、そして、忘れにくくするヒントとなる。

ピンクで囲まれた「似ている指文字」は4章2節の指文字マップを切り取ったものである。図4では「あ」を中心とした指文字マップを切り取ったものが掲載されている。

黒で囲まれた「似ている指文字」は、4章3節のクラスタ分割を利用している。ここでは、「あ」が含まれている第5型が掲載されている。似ている指文字とともに、学習者に似た形の指文字をまとめて見せることができ、類似した指文字の復習や間違い回避のための意識付けに利用できる。

紫色で囲んだ「間違えやすい指文字」は大学の指文字の授業で、指文字の読み取りと表出の小テストを行った結果をもとに作成した。1つの指文字に対して同じ間違いが2回以上あった文字のみをこのリストに入れた。特に間違いがなかった場合は、空欄となっている。学習時に間違いやすい一例として参考になる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 田中省作, 長谷川由美
2. 発表標題 部分形状に着目した学習のための日本手話の指文字の新しい類型化
3. 学会等名 第92回外国語教育メディア学会中部支部研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中省作, 本田久平, 長谷川由美
2. 発表標題 多変量解析を活用した日本手話初学者の指文字の誤り分析
3. 学会等名 日本教育工学会 2019年秋季全国大会（第35回）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中省作, 本田久平, 長谷川由美
2. 発表標題 誤りデータを考慮した多次元尺度構成法による指文字の布置
3. 学会等名 情報処理学会九州支部火の国情報シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宇都宮優佳, 本田久平, 長谷川由美, 田中省作
2. 発表標題 Unityを用いた手指計測データ管理システムの構築
3. 学会等名 平成30年度電気学会九州支部高専研究講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浜野遼太郎・熊代明・本田久平・長谷川由美・田中省作
2. 発表標題 OpenPoseによる指文字認識に関する研究
3. 学会等名 電気・情報関係学会九州支部第71回連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 矢野将彦、本田久平、長谷川由美、田中省作
2. 発表標題 指文字認識を用いたロボット操作に関する研究
3. 学会等名 第70回電気・情報関係学会九州支部連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kyuhei. Honda, Masahiko. Yano, Yumi. Hasegawa, Shosaku. Tanaka,
2. 発表標題 Hand Gesture Recognition for Robot Control Using the Leap Motion Controller
3. 学会等名 The 5th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017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
研究 分担者	本田 久平 (Honda Kyuhei) (40342589)	大分工業高等専門学校・電気電子工学科・教授 (57501)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究 分 担 者	田中 省作 (Tanaka Shosaku) (00325549)	立命館大学・文学部・教授 (34315)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関