

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 8 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01028

研究課題名(和文) 深度センサを用いた手話トレーニングマシンの実用化

研究課題名(英文) Toward practical use of sign language training machine using depth sensor

研究代表者

森 雄一郎 (Mori, Yuichiro)

高知大学・教育研究部自然科学系理学部門・准教授

研究者番号：50274361

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)：本研究は、独自の手話入力デバイスを用いた手話動作をリアルタイムに理解・判定・評価する手話訓練システムの研究・開発である。この研究期間における主な成果は、一つは学習対象とする単語数の拡張である。先行研究での231語から1000語レベルまで扱えるシステムを構築できた。さらに判定部の改良を行い特に問題となっていた個人差による判定率の低下をファジィ理論を用いることにより吸収した。また、利用するデバイスもKinect2への変更や、改良を加えたデータグローブを用いることにより精度が向上し、トレーニングの高精度化・高品質化を実現した。

研究成果の概要(英文)：This research is the development of Japanese sign language training system that understands, judges and evaluates sign language motion using the original sign language input device in real time. The main results of this research are the following three points. One is an extension of the number of words to be learned. Although it was 231 words in the previous study, we could construct a system that can handle up to the 1000 word level. Furthermore, by improving the judgment section, we improved the influence of individual differences by using fuzzy theory. In addition, the device was changed to Kinect 2, and the accuracy was further improved by the data glove with further improvements, realizing high accuracy and high quality of sign language training.

研究分野：ファジィ工学

キーワード：手話 トレーニングマシン 学習支援 障害者支援

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 社会的背景として、近年の手話を言語とする大きな動きがあった。2006年国連に於いて障害者権利条約が採択、それを受け日本に於いても2011年に『障害者基本法(改正版)』を策定、手話が言語として位置付けられた。自治体に於いても理解は進み、鳥取県では翌年、手話を使用しやすい環境の整備を県の責務とした条例が制定された。このような流れの中、具体的に手話の普及や学習環境の整備を軸とした『手話言語法』の制定への動きが高まっていた。

しかし現在でも絶対的に手話利用者や通訳者の数が不足しており、東日本大震災時では、避難所や役場などで手話通訳者が一人もいない状況が多くあり、多くの聾者がより厳しい困難に直面した。災害時に於ける聾者の孤立問題でも手話通訳者不足は深刻な問題である。手話学習環境を整備し、手話利用者・通訳者の数・質とも底上げをすることが急務となっているのは明らかであった。

このように手話は聴覚障害者にとって欠かすことのできないコミュニケーション手段であり、直感的に会話に利用できるため極めて必要不可欠である。しかし、健聴者にとっては非日常的な手話を理解・習得するのはきわめて困難であり、聴覚障害者と健聴者間のコミュニケーションの障害となっているのは、明らかな事実でもある。このような状況の中、情報技術を活用して手話の認識を中心とした先行研究が行われていた。本研究は、そのような状況に対応し聴覚障害者の社会参加を支えるものとして、手話の基本的な動作の取得、判定、認識システムをベースとした手話トレーニングマシンを目指した。

(2) 学術的背景としては、手話の学習支援システムに関する関連先行研究として、以下の参考文献に示す研究があった。データグローブを用いた手話動作情報をリアルタイムに入力するところは同じであるが、本研究との差異は、ハードウェアの技術の進歩を積極的に取り入れる事でより軽量コンパクトなデータグローブと、当時は無かった赤外線深度センサとの併用により、より高精度な情報を多角的に捉えることが可能となっている事である。また、この先行研究はCGをベースとした仮想現実空間で手話動作を表示しているが、CGの品質に問題があり、更にこの先行研究は、扱える単語数が試作システムと言え少なく、手話認識部や学習支援部が単語数増加を想定していない。

[参考文献]

宮尾淳一、手話単語特徴を用いた手話学習システムの構築、電子情報通信学会教育工学研究会技術報告、ETR99-112. 129-134 (2000)

(3) 研究開始時点で基本部分は既に森によって進められており、当時、簡単な会話が出

来る231語(手話技能検定5~7級)の単語数を扱うプロトタイプシステムが存在した。しかし、ある程度の日常会話が可能単語数は約1,000語(手話技能検定3,4級)、そして、自由にコミュニケーションが可能単語数は約2,000語(手話技能検定2級以上)といわれており、単語数を見てもその拡張作業は必要不可欠である。また、現在の判定アルゴリズムを単語数増加に堪えうる物へと改良する必要があった。更に、現段階でデバイスの特性等により誤認識に繋がる問題点が明らかになっているので、それらの回避策の考案も課題であった。更に、学習システム部も単語数に応じた機能追加や性能向上の必要が認識されていた。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、聴覚障害者の社会参加を容易にする為に、聴覚障害者のみならず健聴者も対象とした手話学習システムの開発・実用化である。聴覚障害者との円滑なコミュニケーションの為に、障害の有無にかかわらず手話を体得することが必要不可欠である。

本システムは手話入力デバイスを用いることで手話の動作情報を正確に捉え、手話動作をリアルタイムに理解・判定・評価する手話訓練システムであり、自らの先行研究で確立したハードウェア的要素を中心とした技術を土台に、さらにそれらの改良と洗練を行いながら、判定部の高度化・高精度化を進めながら、自然言語解析技術の導入によるさらなる高度化や、本格的な学習支援機能の実装を行い、実用会話に必要な単語数2,000語を目標とした、手話トレーニングシステムの実用化を研究の目的とした。

## 3. 研究の方法

研究の目的を達成するための方法・計画として、以下に示す5つの項目をその具体的な内容とした。

- ① 実用単語数への拡張
- ② 単語数拡張に伴う単語判定部の改良
- ③ デバイス特性に起因する問題点の解決
- ④ 学習システム部の機能追加や性能向上
- ⑤ システム全体の評価・検証

単語数拡張に於いては、教師の手話動作の登録作業を半自動化するプログラムを完成させ、これを用いて単語登録の効率化を図り実用レベル数を備えたデータベースの構築を行う。また単語数増加に伴い、判定に用いる基本動作パターンを増加させる必要がある。扱う単語に応じた基本動作パターンを抽出し判定部の改良・性能向上を行う。

本システムの要でもある深度センサの特性に起因する問題(デバイス問題)への対応は、深度センサでは追跡しきれない欠落情報

に対し、RGB 画像から情報を補完する技術を利用しての解決を計画した。更に、当時新型の深度センサ (KINECT2) を利用し、新旧のデバイスにおける深度情報の取得方式の違い (旧:ランダムドット方式, 新:TOF方式) を検証し、移行することにより精度向上を実現する。

学習システム部は被験者 (手話初学者) が実際に学習を行う形での評価実験を計画した。また、研究分担者には全期間を通し、プログラム部の機能・性能評価や実装手法の妥当性、評価実験の妥当性などについて評価・検証を行った。

当初の計画では実用単語数として 2,000 語を目標としていたが、単語登録に関する自動化部分の開発の遅れや、その主原因となった個人差への対応などが影響し、判定部の大規模な改良も伴い、研究期間においては、進行内容の大幅な遅れとなり、単語数は最終的に 1,000 語レベルでの見通しとなった。

#### 4. 研究成果

本支援の研究機関における研究成果は、以下に挙げる 3 項目となる。当初計画からの大幅な遅れもあり、成果発表は当初の予定より遅れている。期間中の発表はできなかったが、現在、国際学会へ 2 件の投稿と 1 件の投稿準備を行なっている。

##### (1) 単語拡充と自動登録化システム、個人差への対応について

単語の拡充を目的とし、学習単語の登録用システム「教師データ自動登録作成システム」の開発を行った。(図 1 参照)

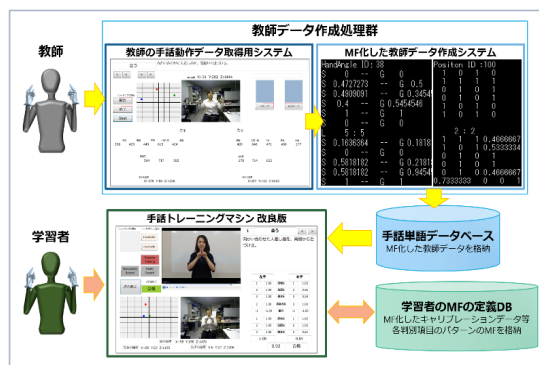


図 1: システム関係図

このシステムは教師役の手話動作から教師データを自動で作成および登録を行う。この研究では教師役の手話動作に忠実な教師データの作成を容易に行う手法の確立が出来た。しかし新たな課題として、「手話トレーニングマシン」「教師データ自動登録作成システム」の両システムにおける手話動作の定義および判別処理において、人間の動作における個人差への対応が不足していたことが明らかになった。この個人差とは、教師役

と学習者の手話動作における癖や身体的特徴による手話動作の違いや、教師データと学習者の手話動作データとの僅かなズレを指す。そこで本研究では、より高度な登録・判別処理の実現を目指し、新たな追加研究課題として個人差に対応した新しい手話動作の登録・判別方法の実現を加えた。この個人差への対応を行うにあたり、手話動作の定義および判別処理にファジィ理論の導入を行った。評価実験の結果、判別システムの平均正答率は 91.0%となり、これは個人差を考慮する前に低下していた判別率 62.0%と比較し、29.0%の向上となった。なお、この時点での登録単語数は 556 単語である。ファジィ理論を使用した提案手法は、「手話トレーニングマシン」「教師データ自動登録作成システム」の手話動作の判別処理における個人差に対し、効果的であることが確認できた。更に単語登録と判別システムの調整を行い、現在では 1,000 語レベルでの運用の評価実験を進めている段階にある。

##### (3) 高精度化: 回転運動

学習可能な手話単語が拡充する中で、学習者にとって模範解答となる教師データが同一となる手話単語が存在することが確認されていた。(図 2 参照)

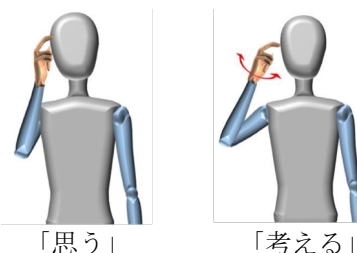


図 2: 同じ手指形状で異なる意味の手話単語

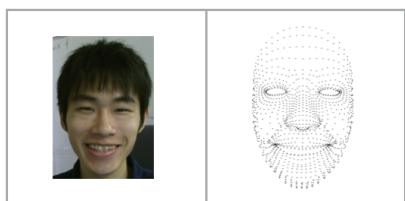
当初開発し使用していた手話動作を取得するデータグループでは捉えきれない動きを含むことが原因としていた。意味が異なる手話単語が同一の教師データの場合、間違った手話動作で手話を学習する可能性があるため、同一の教師データが存在する手話トレーニングマシンでの手話学習は、学習者にとって正しい手話学習環境を保障することが出来ない状態にある。そこで新たな追加課題として、同一の教師データの区別化を目的とし、同一の教師データを持つ手話動作における手指運動の中で、新たに「回転運動」に着目し、手話動作の取得・判別を可能とすることを旨とした。

具体的手法や評価実験結果については、現在、成果報告として執筆中であり、詳細の記述は割愛する。

##### (4) 高精度化: 表情の取得

手話において非手指動作は非常に大きな

役割を担っている。非手指動作とは手指以外の動きを指し、例えば頷きや目の見開き、一瞬の間などがある。手話の自然な表現を習得するには、非手指動作を含めた学習を行う必要がある。既存の手話トレーニングマシンのシステムは主に手指動作にのみ着目しており、非手指動作を含めた学習には対応していない。そのためより自然な手話の学習を支援するにあたって、非手指動作の表現を学べる環境を構築する必要がある。非手指動作の中で表情は最も重要であり、手話での会話中に頻出する表現の1つである。この手話における表情に着目し、日常的に使われる手話を習得できるように、システムに表情の要素を導入することを本研究の追加課題とし本システムの更なる高精度化を目指した。



(左: 実際の表情, 右: 取得結果)  
図3: 顔形状取得の例

具体的手法や評価実験結果については、現在、成果報告として執筆中であり、詳細の記述は割愛する。

## 5. 主な発表論文等

先にも述べたが、成果発表は当初の予定より遅れている。期間中の発表はできなかったが、現在、国際学会へ2件の投稿と1件の投稿準備を行なっている。

〔雑誌論文〕(計 4 件)

①福原 明恵, 森 雄一郎, 手話トレーニングマシンの実用化に向けて一学習単語拡充に伴う個人差への対応一, *Technical Reports on Information and Computer Science from Kochi*, 査読無, Vol. 9 (2017), No. 1, ISSN 1883-812X

②山岸 由依, 森 雄一郎, 手話における手指動作取得の高精度化一回転運動について一, *Technical Reports on Information and Computer Science from Kochi*, 査読無, Vol. 9 (2017), No. 2, ISSN 1883-812X

③大栗 慶太郎, 森 雄一郎, 手話トレーニングマシンの開発一表情判別について一, *Technical Reports on Information and Computer Science from Kochi*, 査読無, Vol. 8 (2016), No. 4, ISSN 1883-812X

④福原 明恵, 森 雄一郎, 手話トレーニング

マシンの開発一単語データベースの拡充一, *Technical Reports on Information and Computer Science from Kochi*, 査読無, Vol. 7 (2015), No. 2, ISSN 1883-812X

〔学会発表〕(計 3 件)

①福原 明恵, 森 雄一郎, 手話トレーニングマシンの実用化に向けて一個人差への対応一, 第21回日本知能情報ファジィ学会中国・四国支部大会, December 17, 2016, pp.33-36

②大栗 慶太郎, 森 雄一郎, 手話トレーニングマシンの開発一表情取得について一, 平成28年度電気関係学会四国支部連合大会, 2016,9,17 徳島大学, pp.253

③福原 明恵, 森 雄一郎, 手話トレーニングマシンの開発一学習単語拡充について一, 第20回日本知能情報ファジィ学会中国・四国支部大会, December 12, 2015, pp.7-10

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

森 雄一郎 (MORI, Yuichiro)  
高知大学・教育研究部自然科学系理学部門・准教授  
研究者番号: 50274361

### (2) 研究分担者

豊永 昌彦 (TOYONAGA, Masahiko)  
高知大学・教育研究部自然科学系理学部門・教授  
研究者番号: 40346705