

# 手話トレーニングマシンの開発 —手話単語データベースの拡充—

福原明恵 森 雄一郎  
Akie Fukuhara Yuichiro Mori

高知大学 理学部 応用理学科 情報科学コース

## 1. はじめに

2011年に『障害者基本法』<sup>[1]</sup>の改正によって手話が法的に認められた言語となった。手話を身近な言語とすべく、手話の環境整備などを定めた手話言語法の制定に関する意見書を採択する自治体が全国的に広がっている。

社会的に手話の必要性が高まっているが、手話を扱えるのが聴覚障害を持つ者などの一部だけでは、社会的に使える言語として人々に馴染まない。社会の中で言語として扱う以上、手話利用者とコミュニケーションが取れるレベルの手話の学習が健聴者にも必要といえる。

手話の習得方法には本、映像教材、手話教室などが主な方法として挙げられる。しかし手話という動作を伴う言語においては、本や映像教材といった学習の場合、その動作が正しいかどうかの判断を学習者自身が行うことは困難である。また、手話教室は開講場所が遠いことや日時の問題など、容易に手話の学習が出来るとは言い難い。

本研究では手話翻訳装置を開発する前段階として「手話トレーニングマシン」<sup>[2]</sup>の開発・研究を行っている。この「手話トレーニングマシン」は“円滑なコミュニケーションを可能とする手話の学習支援システム”を目標としている。本研究ではこのシステムを本、映像教材、手話教室のそれぞれの良い面を取り込んだ新しい手話学習の方法として位置付けている。

本研究では「手話トレーニングマシン」で学習できる手話単語の拡充を研究目的としている。しかし先行研究の教師データの作成方法は1単語にかかるコストが大きく、容易に単語の拡充が行えない。そこで本研究は教師データの作成を容易に行えるシステムとして「教師データ自動登録作成システム」の研究・開発を行っている。現段階では先行研究同様の231単語の教師データの作成を目標として研究・開発を行った。

## 2. 先行研究概要

2013年度の先行研究<sup>[3]</sup>では、片手手話から両手手話への対応を研究テーマとし、ハードウェア面とソフトウェア面のそれぞれの改良を行った。この先行研究ではNPO 手話技能検定協会が主催する手話技能検定試験<sup>[4]</sup>を指標とし、5級相当231単語の手話単語に対応した「手話トレーニングマシン」の開発を行った。

この先行研究で製作された「手話トレーニングマシン」は、手話初心者を対象に行った評価実験において、判別率は88.6%に達した。

以降、先行研究までに開発された「手話トレーニングマシン」について説明する。

### 2.1 「手話トレーニングマシン」とは

「手話トレーニングマシン」は学習者の手話学習を支援するシステムである。このシステムはパターンマッチングを行う手話動作判別プログラム、学習者の手話動作の情報を取得する手話入力デバイス、手話動作の判別における模範解答に相当する教師データが格納されている手話単語データベースにより構成されている(図2.1)。

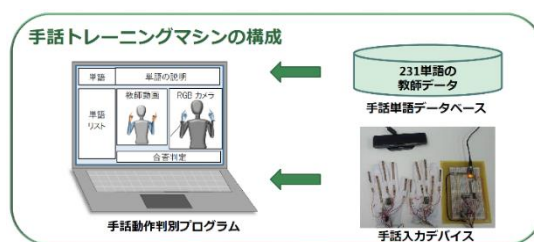


図2.1 手話トレーニングマシンの構成の概略図

手話動作判別プログラムとは、SG法という先行研究で提案された手法を用いてパターンマッチングを行い、手話動作の合否判定を行う。SG法は手話動作開始時(Start時)の動作と、手話動作終了時(Goal時)の動作を判別処理の対象とする処理方法である。手話動作開始時、終了時に手

話入力デバイスから取得した各判別項目のパターンと、手話単語データベースに登録されている教師データのパターンとを比較し、学習者の手話動作の可否判定を行う。

手話入力デバイスとは学習者の手話動作の情報を取得しコンピュータに送信する役割を持つ機器を指しており、データグローブ、Xtion, データグローブ制御回路で構成されている。手話入力デバイスを図 2.2 に、その構成機器と役割について表 2.1 に示す。

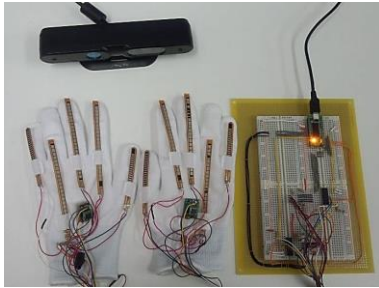


図 2.2 手話入力デバイス

表 2.1 手話入力デバイスの構成機器とその役割

構成機器		役割
データグローブ	曲げセンサ	手の形状
	3 軸加速度センサ	手の傾き, 振り
Xtion		手の位置, 移動方向
データグローブ	PIC	センサの数値を A/D 変換し, コンピュータへ送信
制御回路	マルチプレクサ	各センサからのアナログ信号の選択 PIC へ送信

手話単語データベースとは、手話動作判別プログラムにおける模範解答に相当する教師データが登録されているデータベースである。手話単語データベースは 1 つの手話単語に対して、両手それぞれに「手の形状」「手の位置」「手の傾き」「手の移動方向」「手の振り」の 5 種類 8 項目の判別項目を設けている。手話判別項目は SG 法に則り、手話動作開始時 (Strat 時) と終了時 (Goal 時), その途中の 3 つの領域で設定している。各判別項目と設定されているパターン数を示した表 2.2 を以下に示す。

表 2.2 手話単語データベースにおける判別項目

判別項目	Start 時			途中		Goal 時		
	手の形状	手の位置	手の傾き	手の移動方向	手の振り	手の形状	手の位置	手の傾き
パターン数	24	6	6	53	2	24	6	6

### 3. 本研究の目的

「手話トレーニングマシン」の研究は以下の図 3.1 の流れで行っている。

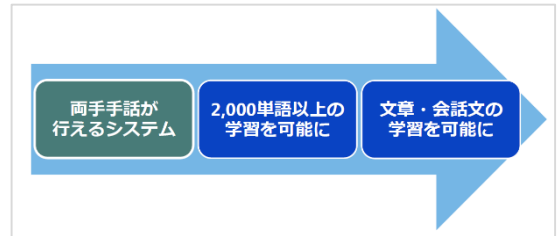


図 3.1 「手話トレーニングマシン」の研究の流れ

先行研究の研究内容は「手話トレーニングマシン」全体の研究の基礎部分に相当する。評価実験における判別率 88.6%の結果から、限られた単語数で精度を向上させるより、より多い単語数での実用化を図ることが必要と考えられた為、研究を次の段階に進めることとした。

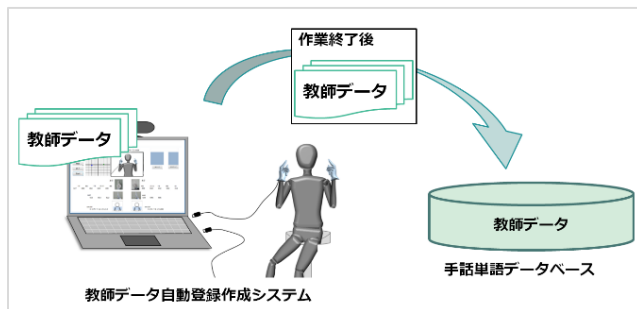
「手話トレーニングマシン」の目標は、手話技能検定試験における 2 級に相当する。この 2 級では出題範囲単語数が 2,000 単語以上となっている。その為「手話トレーニングマシン」の目標達成には 2,000 単語以上の学習を可能にする必要がある。2,000 単語以上の学習を可能にするとは、2,000 単語以上の教師データを作成・拡充することを指す。

しかし先行研究の手話単語の登録方法は、手話入力デバイスのセンサの値を教師データとしてパターン化・作成を行うことから、データベースへの登録までを人間が手作業で行っている。その為、教師データ 1 単語の作成にかかるコストが高く、2,000 単語以上の拡充を行う上では容易性に欠ける方法である。

先行研究の手話単語の登録方法から、手話単語データベースの拡充における課題が明らかとなり、手話単語の登録方法を自動化することによる、手話単語データベースの拡充における容易性の確保が急務であると考えた。そこで本研究は 2,000 単語以上の手話単語データベースの拡充を目的とし、先行研究の課題の解決方法として「教師データ自動登録作成システム」の開発を行った。

## 4. 「教師データ自動登録作成システム」

「教師データ自動登録作成システム」は、教師が行った手話動作を手話入力デバイスから取得し、「手話トレーニングマシン」の設定に則ってパターン化し、手話単語データベースに登録するシステムである。本システムの概要図を図 4.1 として以下に示す。



### 4.1 専用のデータグローブの製作

このシステムは「手話トレーニングマシン」で使用した手話入力デバイスを用いて手話動作を行う。手話入力デバイスの構成は先行研究と同様の機器、仕様である。ただし「教師データ自動登録作成システム」のデータグローブは手の形状を求める処理が先行研究と異なる為、先行研究のグローブと構成機器は同じだが、曲げセンサの配置箇所、方法を変更したものを製作した (図 4.2)。

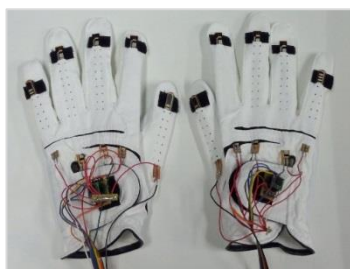


図 4.2 本システムのデータグローブ

データグローブを製作した理由は、「手の形状」を求める処理が「手話トレーニングマシン」の手話動作判別プログラムの処理方法と異なる為、同じデータグローブを使用することが出来なかった為である。

本システムでは予めキャリブレーションをして取得した 24 パターンのデータと比較し、酷似しているものを現在の「手の形状」としている。この処理を先行研究のデータグローブで行うと、表 4.1 のような数値となる。パターン

の違い、パターン 19, 20 は明確なパターン化が行えない。

表 4.1 先行研究のデータグローブの曲げセンサの比較

	データグローブの各指の曲げセンサの値				
	親指	人差し指	中指	薬指	小指
パターン 19	382	584	442	470	431
パターン 20	382	594	454	484	432
差	0	10	12	14	1

パターン 19, 20 の数値が酷似した原因として、指の曲がり具合に関する考慮不足と結論付けた。そこで本システムでは指の曲がり具合による曲げセンサの数値変動の取得向上を考慮した専用のデータグローブの製作を行うこととした。考慮した箇所は、曲げセンサの設置箇所と配置方法である。これによりパターン 19, 20 の人差し指、中指、薬指の数値が閾値を越すことが可能になった (表 4.2)。

表 4.2 本研究のデータグローブの曲げセンサの比較

	データグローブの各指の曲げセンサの値				
	親指	人差し指	中指	薬指	小指
パターン 19	503	602	614	628	470
パターン 20	506	642	651	660	484
差	3	40	37	32	14

### 4.2 ユーザインタフェース

本システムのユーザインタフェースには 7 種類の機能を持たせている。以下の図 4.3 中に示した①～⑦がその機能である。

以降、①～⑦の各機能について説明する。

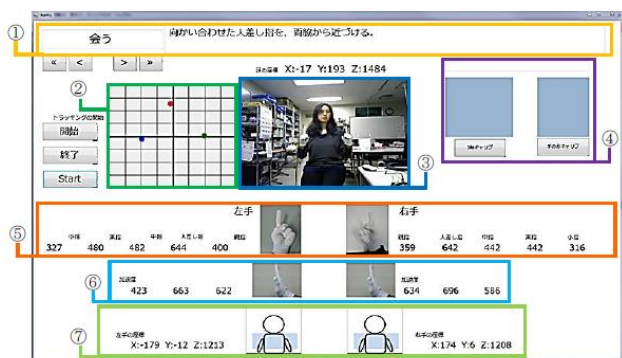


図 4.3 ユーザインタフェースの各機能について

### ① 手話単語名と手話動作の説明文

登録を行う手話単語名と、その手話動作の説明文が出力される。ここに出力されるデータは、予め手話単語データベースに入力されているものとなる。黄色枠下のボタンによって登録する単語の選択が可能となる。

### ② Xtion によるスケルトントラッキングの出力

赤玉が頭、青玉が左手、緑玉が右手となる。スケルトントラッキングは関節部分にポイントを置いて追跡している。その為、関節同士が重なるとトラッキングが失敗する。トラッキングの失敗による誤った情報の入力を防ぐ為に、Xtion のスケルトントラッキングを把握できるように出力を表示している。

### ③ RGB カメラによる教師の手話動作確認

教師の手話動作確認の為に RGB カメラにより得られた画像を表示している。

### ④ 「手の傾き」「手の形状」のキャリブレーション

「手の傾き」の 6 パターン、「手の形状」の 24 パターンのキャリブレーションを行う。キャリブレーションにより取得した数値はデータベースに格納されている。

### ⑤ 現在の「手の形状」

画像は現在の手の形に該当するパターンを出力している。画像横の数値は各指の曲げセンサの値を出力している。出力される画像はこのセンサの値と④で取得したキャリブレーションの値の比較によって決められる。

### ⑥ 現在の「手の傾き」

画像は現在の手の傾きに該当するパターンを出力している。画像横の数値は手の甲に設置されている 3 軸加速度センサの XYZ 軸の値を出力している。出力される画像はこのセンサの値と④で取得したキャリブレーション

の値の比較によって決められる。

### ⑦ 現在の「手の位置」

「手の位置」は 6 パターンある。画像は現在の手の位置に該当するパターンを出力している。画像横の数値は、Xtion のスケルトントラッキングによる手の座標を示している。この座標を用いて、どのパターンに属するのかの処理を行っている。

## 5. 評価実験

### 5.1 目的

本研究で開発された「教師データ自動登録作成システム」は、「手話トレーニングマシン」の手話単語データベースの拡充を目的に研究・開発を行った。本システムは、教師の手話動作から教師データを自動で作成するシステムである。本システムは、「手話トレーニングマシン」における学習が可能な教師データを作成しなければならない。学習が可能な教師データの指標として「手話トレーニングマシン」における判別率を対象とする。

「教師データ自動登録作成システム」が「手話トレーニングマシン」の学習において有用な教師データを作成できるかの評価実験として、まず本システムにより作成された教師データを用いた場合の「手話トレーニングマシン」における判別率がいくらになるかを求める。そして先行研究の判別率 88.6%との比較を行い、本システムにより作成された教師データの有用性を評価する。

### 5.2 実験方法

評価実験に使用する先行研究同様の 231 単語の教師データは、著者が教師として手話動作を行い本システムにより作成した。なお、この作成された教師データには人手による教師データの改変（調整）を行わないこととする。

「手話トレーニングマシン」における判別率を求める実験は、先行研究同様、手話初心者の同研究室の 5 名を被験者として行った。実験に使用する教師データは前述した教師データを使用し、「手話トレーニングマシン」、実験手順は先行研究と同様の条件下で行った。

### 5.3 実験結果

本実験により、被験者 5 名の平均判別率は 62.0%となった。これは先行研究の平均判別率 88.6%と比較すると 26.6%の減少となる。失敗の割合の約 85%が教師データのパターンと被験者の手話動作のパターンの不一致によるものであった。つまり教師データを作成した教師と、学習を

行う被験者の手話動作における個人差が原因であることを示す。

## 5.4 今後の課題

本研究の目的は手話単語データベースの拡充である。この手段として教師データを作成する「教師データ自動登録作成システム」の作製を行った。

本システムは教師と学習者との個人差を考慮して教師データの作成を行っていなかった。その結果、本実験では個人差を原因とする失敗を数多く起こし、先行研究の判別率よりも減少した判別率となった。よって個人差に対応した教師データの作成を可能とする「教師データ自動登録作成システム」への改善を行う必要がある。

先行研究の教師データは人の判断により作成されており、個人差が出る部分は予めその判別項目の判別処理を対象外としていた。これにより個人差が原因の失敗の発生を回避している。

この方法を本システムに導入した場合、個人差による間違いが多かった本実験の結果から、本システムで作成した教師データには判別処理の対象外となる採点項目が多く存在することとなる。判別処理の対象外が多い場合、不正解の手話動作を行っても正解として判定される為、正確な手話動作の学習の妨げになる。

また、「手話トレーニングマシン」の目標である2,000単語以上へと学習できる手話単語を増やす過程において、個人差を判別処理の対象外にするこの方法がいつまでも有効とは限らない。先行研究の教師データの個人差への対応の方法は、異なる単語と手話動作であるのにも関わらず、単語を構成する教師データが全て同じとなる可能性がある。このような教師データでは正しい手話学習を行えない為、手話学習を目的としている「手話トレーニングマシン」の根本からの問題となる。本研究は手話単語データベースの拡充として2,000単語以上の拡充を目的としている為、単語の拡充を行う前にこの問題の解決を行う必要がある。

以上のことから、先行研究と同様の方法で「教師データ自動登録作成システム」における個人差に対する処理を行うことはできないという結論に至った。

そこで個人差を判別対象外とするのではなく、Fuzzy理論を今後導入することで個人差を吸収する予定である。

個人差は教師1人のみでは見つけることが出来ない為、複数の教師データの作成・比較を行ない、相違箇所を個人差のある採点項目として抽出する。

動作の定義にメンバーシップ関数を導入することにより、個人差による動作の違いを吸収させ、個人差を考慮した判別を行うことが可能となる。さらに、手話動作の判別にお

いて、先行研究の一致不一致の2値的な判別方法から、正解となるパターンに幅を持たせた判別方法となる。

今後の課題は、Fuzzy理論の導入による個人差の処理方法の模索と、それに伴う「手話トレーニングマシン」と「教師データ自動登録作成システム」の再構築となる。本研究の目的である2,000単語以上の手話単語の拡充は、この課題が終了してからの取り組みとなる。

## 6. おわりに

本研究では「手話トレーニングマシン」で学習できる手話単語の拡充を目的としている。単語の拡充を容易に行う為に「教師データ自動登録作成システム」の作成を行った。このシステムは教師データの作成を行うことが出来たが、教師と被験者の個人差に対する処理を考慮していなかった為、先行研究の判別率より減少した結果となった。

先行研究の個人差に対する処理は、個人差を判別処理の対象外とする方法であった。この方法を「教師データ自動登録作成システム」へ導入した場合、正しい手話学習を行うことが出来る教師データを作成できないと判断した。

そこで今後はFuzzy理論を導入することにより、個人差をも判別対象とすることで、有用な教師データを作成できるシステムを目指す。

## 参考文献

- [1] 内閣府：“障害者基本法（昭和45年5月21日法律第84号）”  
<<http://www8.cao.go.jp/shougai/suishin/kihonhou/s45-84.html>>  
(2015/02/15 アクセス)
- [2] Yuichiro Mori, Akie Fukuhara, Shogo Hayashida :  
“Development of Sign Language Training Machine using Depth Sensor”,  
Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education. Japan, Asia-Pacific Society for Computers in Education pp.787-792, 2014/12
- [3] 松下 友弥：“手話トレーニングマシンの開発—両手手話について—”  
2013年度 学士論文, 高知大学理学部
- [4] NPO 手話技能検定協会：手話技能検定試験 6級~2級試験範囲集  
<<http://www.shuwaken.org/test/download/testrange.pdf>>  
(2015/02/15 アクセス)