

手話動作セグメンテーションと言語的推論に基づく認識手法の確立とその応用

研究代表者	田中 博	神奈川工科大学	情報工学科	教授
共同研究者	五百蔵 重典	神奈川工科大学	情報工学科	教授
共同研究者	西村 広光	神奈川工科大学	情報メディア学科	教授

1 背景・目的

人工知能による手話の自動認識に向けた取り組みが複数の機関で進められている。認識のための技術は多岐にわたり、多様な方法があると思われるが、いずれも膨大な学習データとしての手話動作サンプルが必要である。筆者らは従来から行動推定、動作認識の研究を発展させた手話単語動作の識別方法を検討してきた。その中で、手話文も手話単語から構成されているものであり、手話動作文を適切に分割し（以降、セグメンテーションと言う）、単語動作識別技術および手話の言語的特性（単語の並び順の傾向等）を組み合わせることで、手話翻訳を行う手法を提案した。特に、この手法は手話文の領域を限定することができれば、限られた学習データ数で実現可能になると考えられ、早期にユーザ利用の可能性がある。

一方、開発技術の応用という観点では、開発技術と既存技術を組み合わせて早期にユーザに提示していくことが研究開発の活性化につながるものと思われる。現在の手話学習のツールとしては、書籍やDVD以外のWEBサービスでも手話動画の提供が主流である。ユーザが手話をカメラの前で行い、その結果によってストーリーが変化するWEBサービスもあるが、基本はあくまで手話動画の提供がメインである。本課題において筆者らは、開発してきた手話動作の識別手法を手話学習の初心者向けの復習ツールとして展開する。特に手話学習は他の語学学習と同様、単調になりがちでモチベーションを維持していくのが難しいと思われる。特に、他の語学学習と異なり、身近に練習相手がいないケースも多いと思われる。その意味でユーザにフィードバックを与えてモチベーションを高めることができるものを開発し、実際の手話学習者に試用してもらい、その評価を受けることを目標に設定した。

2 手話翻訳のための技術構成

申請者らが検討している手話認識を実現するためのシーケンスとその技術要素を図1に示す。手話の連続的な動きを各単語にセグメンテーション（分割）し、単語を識別、その結果をさらに言語モデルを用いて解析・修正するシーケンスである。認識の対象を限定することで、大規模な手話動作データの収集や言語モデルの構築を行わずに、一定レベルの手話認識の実現性を示すことを目標とした。

すでに我々は手話の単語動作に関しては、動作識別としてSVMなどの従来の機械学習の方法や深層学習の一つであるLSTMによる識別技術を取得してきた。実際の手話動作は、それらの単語から構成される手話文である。手話文の認識としては、(1)手話文の動作全体を一つの動作と捉える方法、(2)手話文を構成する単語に分割し、最終的に文として認識する方法が考えられる。方法(1)は大規模言語モデルを作成するアプローチであるが、膨大な手話動作データが必要となり早期の実現は困難と思われる。一方、方法(2)は認識対象が短文、かつ対象とする文が少ない場合は、申請者の提案手法により早期の実現の可能性があると判断した。そこで申請者らは方法(2)の実現を目標に図1におけるセグメンテーションの方法について検討した。

3 手話文セグメンテーション手法とその結果

3-1 手話動作のデータ取得

手話の動きのデータ取得が手話認識研究の出発点である。取得には光学カメラ、加速度センサ、データグローブ、ジャイロセンサが考えられる。本検討では動作の識別研究で実績の多い光学カメラ、加速度センサを用いた。手話動作データ取得時のもと

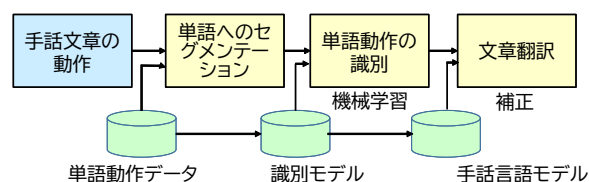


図1 手話翻訳のシーケンスと実現ための要素技術

うを図2に示す。取得時には実際に手話を使用し、ろう者協会手話講師である方の指導と取得後のデータを
確認いただき、手話動作データとしての信頼性を確保している。光学カメラ（型名：Logcool1、C1000eRR）
は手話者正面から1mの距離で撮影、加速度センサ（型名：Analog Devices、ADXL362）は両方の肘、手首の
4か所に取り付け、サンプリングレート10ms、測定最大8Gに設定し、バックスキャット通信システムを用い
て4か所のデータの同期取得を確保している。



図2 手話動作データ取得時の様子

事前検討の結果、加速度センサは3次元の動きの検出、より高速なサンプリングレートで動きが取得できることからセグメンテーション法の検討で使用する
こととした。また、カメラによる動画データは5章以降で述べる復習ツールで使用した。

今回は提案手法によるセグメンテーションの評価のために、手話単語辞書から出現数が多いものを選択し、
文章は手話指導の方にその単語を用いたものを作成してもらった。単語数は22、その単語を用いた短文数は5である。
22単語と5短文を図3に示す。

3-2 セグメンテーション手法と結果

手話動作時の加速度データの一例を図4に示す（右ひじのx軸方向のデータである）。単語”運転”と”運転

単語	1. 新しい	2. 制度	3. 作る	4. 人	5. 動物	6. 違う
	7. 運転	8. 証拠	9. 変わる	10. 家庭	11. 置く	12. 仕事
	13. 優先	14. 普通	15. 人々	16. 合う	17. 店	18. 基本
	19. 力	20. 公	21. 選挙	22. 法		

短文	A. 新しい/制度/作る (新しい制度を作る)	B. 人/動物/違う (人と動物は違います)
	C. 運転/証拠/新しい/変わる (運転免許を更新する)	D. 家庭/置く/仕事/優先 (家庭より仕事を優先する)
	E. 普通/人々/合う/店 (庶民的な店です)	

図3 選定した手話単語と作成した手話文

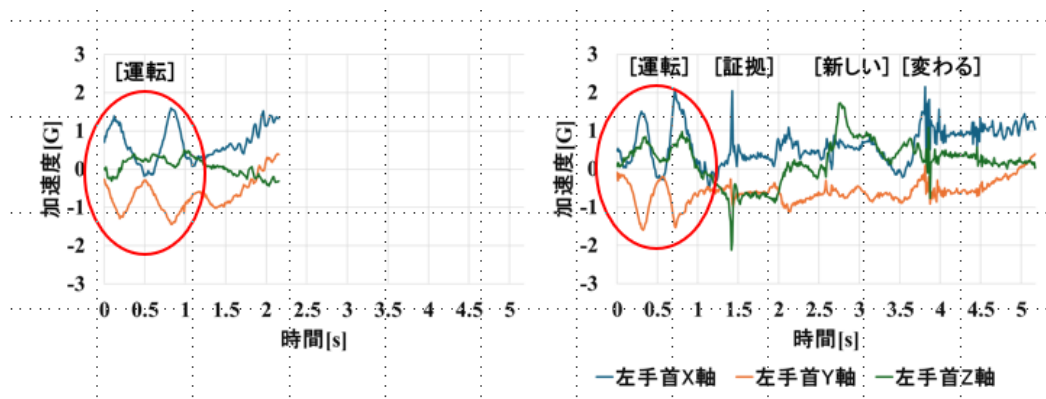


図4 加速度データの一例

／証拠／新しい／変わる（免許証を更新する）”の場合である。このグラフから「文の動作データの中には、その文を構成する単語データの類似部分が存在する」ことを利用する。

手話文においては、単語動作と単語動作の間には、遷移区間と呼ばれるどちらの動作でもない区間が含まれる（図5）。この遷移区間は手話単語の動作時間よりも短いと考えられ、本検討では手話単語区間の一部と仮定して分割を行った。この考え方に基

づき、(1)DTW（Dynamic Time Window）を用いた類似度、(2)LSTMを用いた尤度情報によるセグメンテーションを検討し、良好な結果を得たの后者の手法を採用した。

22単語、1単語につき15サンプル、合計330サンプルの単語データをLSTMを用いて学習モデルを作成した（隠れ層数:500、エポック:100、最適化手法:adam、学習率:0.001）。この学習モデルに対して、短文データを入力した。その時の尤度の出力結果を図6に示す。必ずしも安定した尤度出力が得られなかった（図6下図）。したがって、この尤度情報を用いた各単語へのセグメンテーションの条件として、以下を設定した。ここで、手話単語動作の最小時間を考慮し、分割時間が0.3秒以下では分割しない、という条件も加えた。

- (1) 22単語の尤度積算値の最大値となる単語
- (2) その単語の尤度の積算値が飽和する点

3-3 セグメンテーション結果

図6の尤度出力の結果によるセグメンテーション結果の一例を図7に示す。文を構成する単語数4に対して分割数4である。分割数とともに分割位置も重要であり、本検討ではセグメンテーション結果の評価として、以下の2つの観点から評価した。分割位置が遷移区間に入っているかで分割位置を評価した。分割数が多いほど遷移区間に入る分割位置が増えることになるため、分割数で除算することで評価指標とした。なお、遷移区間は各単語の動きを熟知している人間の目視で判定している。

(a) 分割数

(b) 分割位置指標：セグメンテーションの位置が遷移区間に入った数 / 分割数

5つの短文、各3文、合計15文に対する分割数の結果を表1に示す。実際の構成単語数よりも多い分割数になる傾向がある。このことは構成している単語の見落としのリスクは少ないことを示しており、手話文認識の観点からは過少に分割するよりもよい傾向にあると考えられる。分割位置が遷移区間内に入る確率を示す分割位置指標は平均で0.31であった。これは単語の識別精度の低下につながるものであり、より正しい

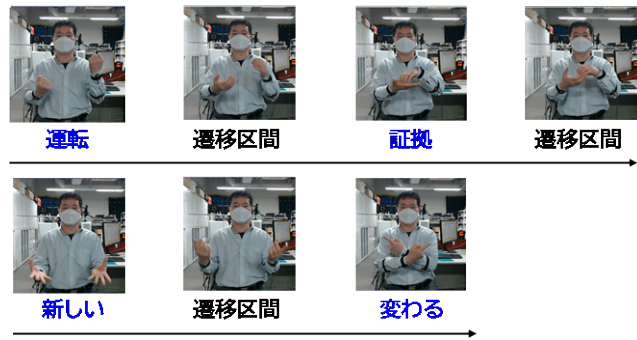


図5 手話文の動作（単語動作と遷移区間）

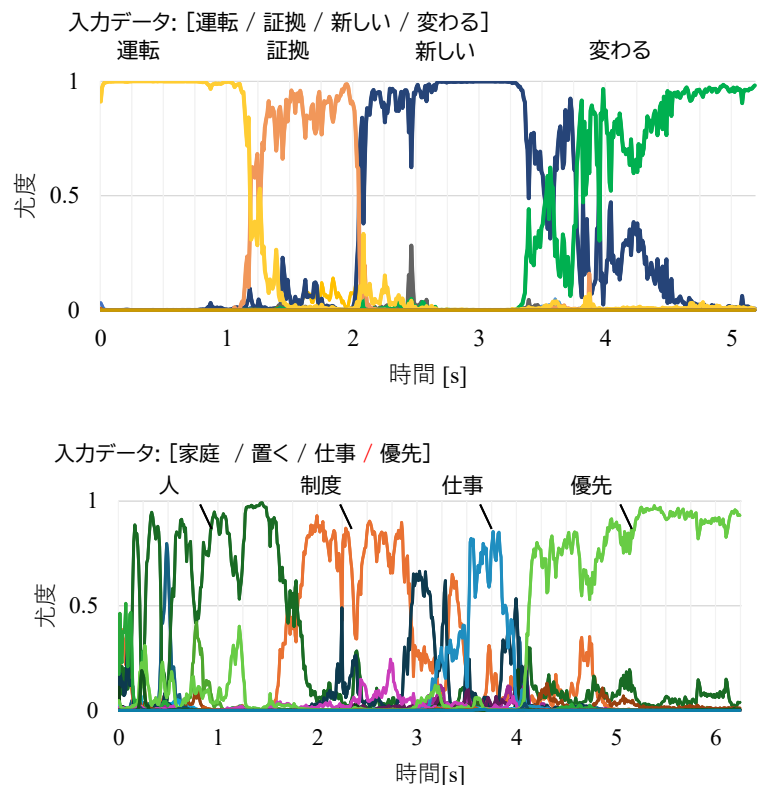


図6 学習モデルに短文入力時の尤度出力（2 ケース）

位置での分割が課題と考えられる。

4 手話文認識とその評価

4-1 分割結果を用いた単語識別

分割結果を用いてその区間の単語動作の識別を行った。ここでは、学習のためのサンプル数が少ないことも考慮して識別器として実績の多いSVMを用いた。筆者らのこれまでの検討結果を踏まえ、各分割区間の加速度データを10分割し、その分割範囲での平均値、標準偏差を特徴量とした。そして、SVMのパラメータとして正規化パラメータ10、カーネルとしてRBFを設定し単語識別を行った。図7の分割における4分割区間の各単語認識の結果を表2に示す。認識対象の単語数は22個である。上位3位までの識別結果を表に示している。

5種、全15文に対する分割結果を用いて、分割区間の単語識別率の評価指標として、今回は以下の算出式を用いて評価を行った。なお、単語の順序は考慮していない。また、正解単語が複数出現した場合は1とカウントした。

(a) 評価指数：正解した単語数／分割数

その結果である上記評価指数を表3に示す。このとき正解の基準として、22単語中の(1)1位のみを正解とする場合、(2)3位までに正解単語が含まれていれば正解として、短文に対する認識性能を評価した。手話文に含まれていない単語が認識された事例もあったが、基本的には文を構成している単語が識別された。単語数が22個と少ないことも理由であるが、比較的短文を構成している単語を認識していると考えられる。

4-2 評価と今後の課題

単語数が限定されている条件下ではあるものの、手話文の動作から文を構成する各単語に分割し、その単語の識別を行った。その結果、分割後の単語識別率は1位までの基準では約50%、3位まで考慮すると約76%であり、手法の可能性を確認した。この結果に対して、言語的推論に基づく補正手法を実装して文章として完成させる。

取り組みとして、通常の日本語文章を手話に翻訳する方法で、言語モデル作成に取り組んだ。3人の手話利用者に依頼して、天気予報のニュースを手話文への翻訳を依頼し、それを用いた手話文の語順辞書の作成を検討した。その語順を参考に、手話翻訳結果を補正できると考えたためである。3人の手話文への単語の

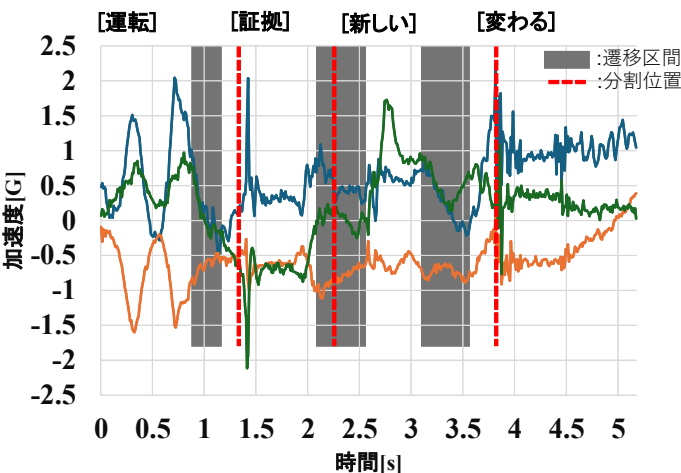


図7 短文のセグメンテーション結果の一例

表1 セグメンテーションに対する評価結果

手話文章	単語数	分割数			分割位置指標		
1.新しい/制度/作る	3	4	3	3	0.25	0.33	0.67
2.人/動物/違う	3	3	3	4	0.00	0.33	0.25
3.運転/証拠/新しい/変わる	4	4	4	4	0.25	0.50	0.50
4.家庭/置く/仕事/優先	4	4	3	7	0.00	0.33	0.43
5.普通/人々/合う/店	4	4	5	5	0.25	0.20	0.40

表2 セグメンテーション結果を用いた単語識別の例

手話文	1st 分割	2nd 分割	3rd 分割	4th 分割
運転/証拠/新しい/変わる	運転	家庭	新しい	制度
	人々	証拠	人々	変わる
	制度	法	運転	運転

表3 セグメンテーション区間に対する単語識別結果

手話文	1位のみを正解			3位までを正解		
1.新しい/制度/作る	0.50	0.33	0.66	0.50	0.66	1.00
2.人/動物/違う	0.33	0.66	0.25	0.33	0.66	0.75
3.運転/証拠/新しい/変わる	0.50	0.75	0.75	1.00	1.00	1.00
4.家庭/置く/仕事/優先	0.50	0.66	0.28	1.00	1.00	0.42
5.普通/人々/合う/店	0.25	0.80	0.40	0.75	0.80	0.60
平均	0.51			0.76		

>0.5

語順が必ずしも一致せず、より多くの手話利用者からの手話単語語順の収集が必要であることが分かった。複数の手話利用者の手話文の動作から直接語順を収集する方法を含め、新たなテーマとして継続検討する必要があると考えている。

5 手話認識技術の応用 ―手話復習ツールの展開―

ニュースでも手話通訳者によるサービスがあり、また、手話 Cafe の存在など、手話そのものが社会に広く認知されている。全国の手話通訳者登録試験は平成 13 年から始まり、手話検定試験も民間検定として普及しつつある。一方で、学習方法は書籍や動画を見て覚える、というツールが基本である（図 8）。手話文の認識には多くの研究要素があり実用化にはまだ課題も多い。このような状況下、開発した技術を利用し、手話学習者の初心者向けの手話復習ツールを開発し学習者に提供することができれば大きな意義があると考えられる。

5-1 復習ツールへの要求条件

復習ツールの要求条件として整理した項目を表 4 に示す。特徴的な点は、10 単語を 1 セット単位として、出題する形式にしたことである。これは学習者の学習ペースを考慮したこと、同時に手話動作の識別器の識別性能を確保する観点も考慮した。ジャンルごとにまとめた 10 単語のセットに加えて、ランダムに 10 単語を選択してセットとすることにした。これによって、多数の単語を記憶した場合でもツールを飽きることなく使用できると考えられる。

また、単にユーザの手話動作の識別結果だけではなく、識別器の出力である尤度を用いた得点表示、見本動作とユーザの動作の相違点を視覚的に示す機能を実装することにした。これらはユーザの動作の妥当性を客観的に示すものであり、同時にユーザの学習のモチベーションを維持することにつながると考えられる。

5-2 復習ツールの構成と技術課題

表 4 に示した機能を実装するにあたり、手話動作に対する識別モデルの作成など開発側が使用するモデル構築部とユーザが直接利用する部分である手話動作識別部に分けることにした。これによって、双方の独立性を高めて、以降の機能追加や改修の自由度を確保した。ツールの構成と主たる技術課題を図 9 に示す。

(1) 手話動作区間抽出技術

ツールとして、ユーザの手話動作を自動取得し、そのデータから手話動作の開始、終了判断を行い、手話動作の



図 8 手話学習コンテンツの例

表 4 手話復習ツールへの要求条件

No.	要求条件
1	手話動作の取得は、PC内蔵カメラ、もしくはWEBカメラで行う。
2	10単語を1セットとして、ユーザは、各セットを選択する。10単語から1単語を問題として提示する。
3	リアルタイムで、手話単語動作を識別モデルにより識別し、その結果を画面上に表示する。
4	自分の手話動作を記録して、見本動作との比較を行う機能を実装する。
5	ユーザごとの学習履歴を残す。

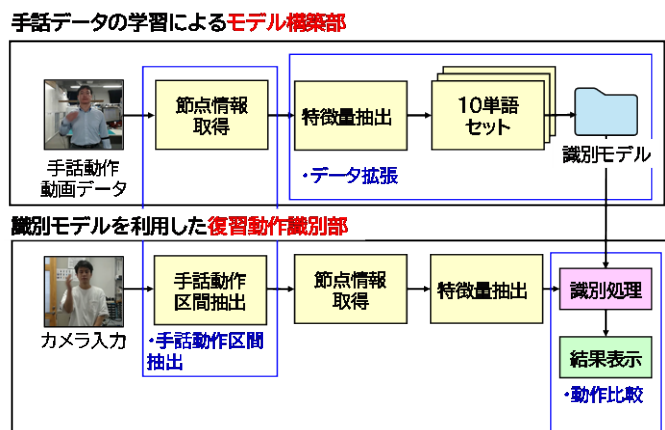


図 9 復習ツールの構成と技術課題

識別対象区間として切り出す。このとき、この区間と識別モデル作成時の手話動作データの区間が一致するようにしている。

(2) データ拡張技術

識別モデルを作成時の一番の課題は手話動作の動画データの取得である。単語数の確保に加え、個人の動作のばらつきの影響を含めるためのサンプル数、取得人数の確保が必要である。データ拡張技術を適用し、その効果を検証し、取得必要なサンプル数を明らかにできれば、データ取得の負荷軽減のみならず識別器としての信頼性確保につなげることができる。

(3) 動作比較表示技術

単に識別結果を示すのではなく、見本動作とどこがどのように異なるのか？を示すことは動きの学習の上では不可欠な要素であると思われる。AI スマートコーチは、自分の動画と各競技の一流選手の見本動画を比較する（2つの動画を重ね合わせる等）機能が提供されている。手話も見本動作を再現することが目標であり、ユーザがより視認しやすい提示法を明らかにする必要がある。

5-3 技術課題への対応

以下、各技術課題に関する成果の概要を示す。

(1) 手話動作区間抽出技術

本ツールでは、ユーザの動作を自動的に収録するとともに（特定の動作（腹部で腕を交差させる、気をつけの姿勢）を検知して、開始・終了を実施）、手話動作区間を定義する閾値（手首の位置が一定の高さ以上）を決定し、収録データからその区間を識別対象区間として切り出している。これにより、学習データと同一の動作区間の手話動作を確保した。

(2) データ拡張技術

識別モデル作成時の実収録データのサンプル数削減に対してデータ拡張によるサンプルを付与した時の識別精度の変化の一例を図 10 に示す。識別対象の単語は「挨拶」に関する 10 単語である。横軸に各単語の 1 人あたりの実サンプル数を示している。提案したアフィン変換を用いたによる拡大・縮小と回転によるデータ拡張により、実サンプル数を 24 個から 6 個にしても識別精度を維持している。なお、10 単語という識別対象数が少ないのが本結果の理由の一つと考えられる。

(3) 動作比較表示技術

動作による手首の位置（肩との相対距離）変化を、見本動作とユーザの動作のタイミングの差を考慮した対応点での差異として DDTW（Derivative Dynamic Time Warping）を用いて求めた。差異の大きさに応じて、手話動画の背景色を変化させることで、直感的に動きの相違の大きいことを把握可能にした。その一例を図 11 に示す。この例は「おはよう」と「こんばんは」という動きの前半部分に相違がある動作の例であるが、前半部分の背景色が赤色になっていることが確認できる。

5-4 ユーザ評価

この実装した復習ツールの基本機能のユーザ評価および今後の改善点を探るべく、手話学習の経験がある学生に利用してもらい、ツールの評価を行った。復習ツールの動作シーケンスを図 12 に示す。

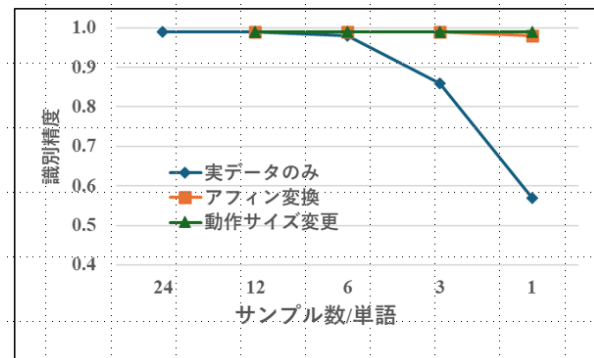


図 10 データ拡張による効果の一例

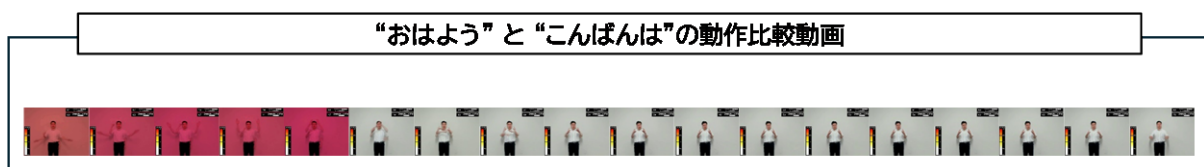


図 11 背景色の設定による手話動作相違点の表示の一例

(1) 実験協力者の特性と利用状況

実験協力者は、田園調布学園大学社会福祉学科の女性8名、男性5名の計13名である。実験として2024年10月24日から約1か月間、研究室に手話復習ツールを実装したノートPCを設置し、空き時間

などに利用してもらった。手話スキルと利用回数の関係を図13に示す。手話が全くできない実験協力者は利用回数が2回以下であった。これまでの学習時間も短く、手話習得に対する意欲が低いと思われる協力者の利用回数は少なかった。各実験協力者の利用回数は1回から8回、平均利用回数は3.5回であった。また、総利用時間は4分から113分であり、平均30.9分（標準偏差28.9分）であった。

(2) 評価結果

WEBを用いた利用アンケートには9名の回答があった。特に高く評価された点は、10単語1セットの構成であり、9人中8名

からちょうどよい、という回答を得た。パソコンの知識などは不要との感想で、初めての人でもすぐ使いこなせる、との評価で操作性そのものに関しては問題がないことを確認した。一方で、採点結果に納得がいかない、ユーザビリティの観点から特に、ツールの安定性に関する指摘が多かった。服装による動きの検出の不安定さの指摘もあり、使用時の条件を明確にするなどの必要がある。

6 まとめと今後の課題

手話単語動作の識別技術をベースに、最終的な手話文の認識を目的として研究を行った。手話文は手話単語から構成される、単語動作の動きが文の中に含まれる、という事実に基づき、手話文の中から手話単語動作の類似度を求め、その結果から各単語にセグメンテーションする方法を提案した。そのセグメンテーション結果に基づき、手話文を構成する単語の識別を行った。22単語、5文章の実験例では識別結果が3位までを正解とすると76%の正解率を得た。手話認識の対象を絞り、その中で手話単語動作データベースと連携したセグメンテーション方法を適用することで、限定された範囲の中で手話認識を実現できる可能性を示すことができたと考えている。

一方で、セグメンテーションの位置の誤差や識別の誤りは必ず存在し、その識別結果だけでは正しい手話文の認識は困難なことから、手話単語の並び順（語順）に関するデータベースの作成を試みた。その語順を考慮した補正を行うことで、認識精度を高めるという考え方である。データベース作成の過程の中で、手話者によって語順が異なることが明らかになり、単純に少人数から手話単語の語順に関するデータベースを作成することには無理があることが分かった。手話言語の語順モデルの構築が課題と考えている。

手話学習者向けの復習ツールに関しては、スタンドアローン型としてPC、ユーザが1対1の形態での利用を実現し、ツールとしての可能性を検証できた。この1対1の利用の形態から、ユーザの端末をクライアントとして主要な機能をサーバに実装し、クラウド内に配置する構成が多数のユーザの利用という観点では必須と思われる。また、本検討ではユーザ利用の可能性という観点での評価であったが、今後は復習のための単語の登録数を増やして、実利用を目的とした手話学習者に復習環境を提供することが重要と考えている。

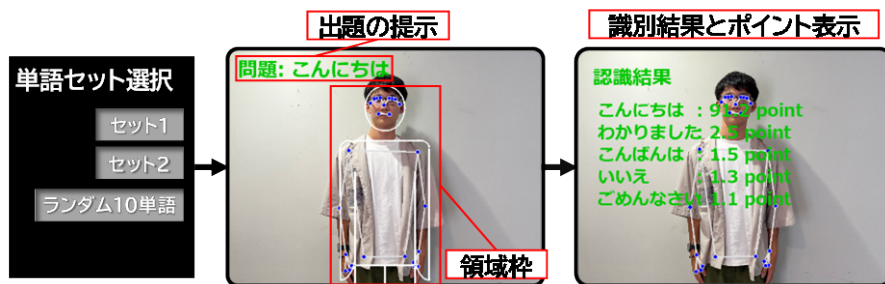


図12 復習ツールの動作シーケンス

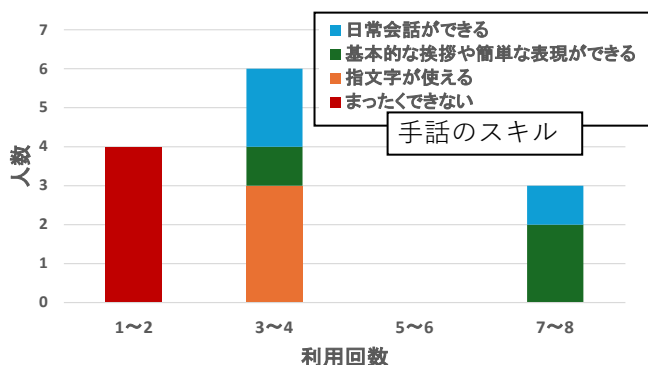


図13 手話スキルと利用回数

【参考文献】

- M. J. Cheok, M. Jin, Z. Omar, and M. H. Jaward, "A review of hand gesture and sign language recognition techniques," *Int. Journal of Machine Learning and Cybernetics* 10 pp.131-153, 2019.
- M. Al-Qurishi, T. Khalid, and R. Souissi, "Deep learning for sign language recognition: Current techniques, benchmarks, and open issues," *IEEE Access* 9, 126917-126951, 2021.
- S. B. Abdullahi, S. Bala, and K. Chamnongthai, "American sign language words recognition using spatio-temporal prosodic and angle features: A sequential learning approach," *IEEE Access* 10: 15911-15923, 2022.
- 磯谷光, 木村勉, 神田和幸, “ディープ・ラーニングを用いた手話認識に関する研究～CTCとConformerの比較～,” *信学技報, WIT2021-48*, Vol.121, No.WIT-418, pp.29-34, 2022.
- 三次仁, “後方散乱通信の原理と技術課題,” *電子情報通信学会論文誌 B*, Vol.J107-8, No.3, pp.230-241, 2024.
- Sequence-to-Sequence Classification Using Deep Learning. Available from: <https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ug/sequence-to-sequence-classification-using-deep-learning.html>
- 栗原泰晴, 黒尾陽太, 川喜田佑介, 西村広光, 田中博, 三次仁, “短文手話動作の認識のためのセグメンテーションと識別精度の検討,” *情報処理学会第 85 回全国大会*, 5ZD-02, pp.4-29～30, Mar, 2023.
- 若尾吏, 川喜田佑介, 西村広光, 田中博, 三次仁, “加速度データと座標データを用いたマルチモーダル情報による手話動作認識,” *画像電子学会誌*, vol.52, No.2, pp.348-356, 2023.
- SmartDeaf, <https://www.youtube.com/@kcc-smartdeaf>
- 手話タウン, <https://signtown.org/>
- 手話シャワー, <https://www.nhk.jp/p/ts/NJJQMGZYNL/>
- スマートコーチ, [https://smartcoach.mb.softbank.jp/lp./](https://smartcoach.mb.softbank.jp/lp/)
- 亀田他, 手話復習ツールのための識別対象区間の抽出方法の検討, *画像電子学会年次大会, MCC2024_paper_46*, 4pages, 2024 .
- Kurosawa et al., Investigation of Classification Accuracy Improving for Sign Language Motions by Data Augmentation, *NCSP'25*, pp.457-260, 2025.
- Kawaguchi et al., Investigation of Motion Evaluation and Visualization Methods for Sign Language Learners Using Dynamic Time Warping, *NCSP'25*, pp.241-244, 2025.
- 亀田他, 手話動作のフィードバックを行う手話復習ツールのユーザ評価, *情処学会第 87 回全大*, 2ZJ-04, No.4, pp.567-568, 2025.

〈発 表 資 料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
手話動画認識における部位ごとの適正動作判定に関する一考察	画像ラボ, 2025 Vol. 36 No. 6, pp. 74-81	2025 年 6 月
手話動作のフィードバックを行う手話復習ツールのユーザ評価	第 87 回情報処理学会全国大会, 2ZJ-04, No. 4, pp. 567-568	2025 年 3 月
手話動作認識における指と腕の骨格情報利用に関する一検討	第 87 回情報処理学会全国大会, 2ZJ-04, No. 4, pp. 449-450	2025 年 3 月
手話学習初心者向けの復習ツールの開発と評価 ― チームによるツール開発と評価 ―	IT を活用した教育研究シンポジウム 2024, pp. 73-76	2025 年 3 月
Investigation of Classification Accuracy Improving for Sign Language Motions by Data Augmentation	NCSP' 25, 2AM1-1-3, pp. 257-260	2025 年 3 月
題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
Investigation of Motion Evaluation and Visualization Methods for Sign Language Learners Using Dynamic Time Warping	NCSP' 25, 28PM2-1-3, pp. 241-244	2025 年 3 月
Basic Investigation for Sign Language Sentence Interpretation Using Acceleration Sensor Information	Ambient 2024, pp.1-5	2024 年 10 月
手話学習初心者向けの復習ツールの開発	教育工学研究会 (ET), 信学技報, vol. 124, no. 205, ET2024-35, pp. 55-60	2024 年 10 月
手話復習ツールのための識別対象区間の抽出方法の検討	第 52 回画像電子学会年次大会, MCC2024_paper_46, 4 pages	2024 年 8 月
手話動画認識における部位ごとの適正動作判定に関する一考察	第 52 回画像電子学会年次大会, MCC2024_paper_36, 4 pages	2024 年 8 月
セグメンテーションによる短文手話動作からの単語抽出と単語認識の基礎検討	SeMI 研究会, SeMI2024-25 (2024-07), pp. 63-68	2024 年 7 月
手話学習支援を目的とした手話復習ツールの機能拡張	情報・システムソサイエティ特別企画 ジュニア学生ポスターセッション予稿集, ISS-P-012, p. 60	2024 年 3 月
手話動作の検出次元拡大による識別精度向上に関する検討	情報・システムソサイエティ特別企画 ジュニア学生ポスターセッション予稿集, ISS-P-013, p. 61	2024 年 3 月
Proposal and Evaluation of Sign Language Sentence Segmentation Method based on Acceleration Information	NCSP' 24, 28PM2-2-4, pp. 360-363	2024 年 2 月
加加速度情報を用いた手話短文からの単語分割手法	HCG シンポジウム 2023, B-2-3, 6 pages	2023 年 12 月
加加速度データと座標データを用いたマルチモーダル情報による手話動作認識	画像電子学会誌, Vol. 52, No. 2, pp. 348-356, 2023.	2023 年 5 月