

令和 4 年 6 月 22 日現在

機関番号：53601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K11595

研究課題名(和文) ウェアラブル手話学習支援機器の開発

研究課題名(英文) Development of Wearable Sign Language Learning Support Equipment

研究代表者

藤澤 義範 (FUJISAWA, YOSHINORI)

長野工業高等専門学校・電子情報工学科・教授

研究者番号：00342494

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)：本研究の目的は、ウェアラブルデバイスを用いて指文字だけでなく、手話単語の学習機能も実装することである。また、これに加え、相手の指文字を認識して可視化する機能についても実装を試みた。手話単語については、手話の三次元モデルをいかに簡便に作成するかが大きな問題となり、数種類の三次元モデルの制作を行った。指文字の認識については、2種類の方法で認識を試み、ウェアラブルデバイスが持っている機能を使い、数十種類の指文字の認識に成功した。認識ができない指文字には共通の特徴があり、これらの認識方法の検討が今後の課題である。本研究期間内に、ウェアラブルデバイスを用いることによる学習効率の検証には至っていない。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、メガネ型のウェアラブルデバイスを使い、指文字の学習だけでなく、手話の学習もおこなえる機能の実装を試みた。これは、両手が自由に使えるメガネ型ウェアラブルデバイスを使う最大の利点であり、これまでにないデバイスの利用方法であると言える。また、本研究では、実際に聴覚障害者の方にデバイスを装着してもらい、ウェアラブルデバイスを装着しての学習の有用性について意見をもらっている。さらに、ろう学校の指導的な立場の方からの意見で学習者自身が指文字や手話を使えることも大事だが、相手の指文字や手話を正しく理解できるようになることも大事であるという意見もあり、指文字の認識についての実装に至っている。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to implement a function to learn not only fingerspelling but also sign language words using a wearable device. In addition, we also tried to implement a function to recognize and visualize the other fingerspelling. For sign language words, the main problem was how to easily create 3 dimensional models of sign languages, and we created several types of 3 dimensional models. For the recognition of fingerspelling, we tried two different methods and succeeded in recognizing a lot of fingerspelling using the functions of the wearable device. The fingerspelling that could not be recognized had common features, and one of our future works is needed to consider recognition methods for these fingerspelling. We have not yet verified the learning efficiency of the wearable device during the period of this study.

研究分野：福祉工学

キーワード：ウェアラブルデバイス 聴覚障害 指文字 手話 三次元モデル 学習支援

1. 研究開始当初の背景

我々は眼鏡型のウェアラブルデバイスを使い、デバイス越しに見える現在の風景にデジタルコンテンツを表示する拡張現実(以下、AR)を使い、ウェアラブルデバイスを学習支援機器として使用することを考えた。そこで、平成27年度の科学研究費(基盤研究C(15K01491))では、聴覚に障害を持つ人などを対象にした指文字を学習する機器の開発に取り組んだ。

指文字は、右手を使い50音を一字ずつ表現する視覚言語である。一字ごとに正確に表現できるため、手話単語に無い固有名詞などを表現する際に用いられ、視覚言語の学習初心者がはじめに覚える言語である。我々は、この指文字の学習に対して、ウェアラブルデバイスを使った学習と既存のテキストを使った学習で、学習効率がどの程度変化するのかについて検証を行った。

それ以降、我々が開発してきた機器に指文字だけでなく、手話単語についての学習も行えると考えた。眼鏡型のウェアラブルデバイスを用いることで、両手が自由になり、指文字だけでなく手話への拡張も可能である。スマートフォンやタブレット端末用のアプリの中にも指文字や手話の学習を目的としたものはある。しかし、片手でデバイスを持った状態での手話の学習は現実的ではないと考え、眼鏡型ウェアラブルデバイスを使った学習支援に至った。また、ろう学校等の指導的な立場の方からの意見で、学習者本人が指文字や手話を正しくできることも重要であるが、相手の手話や指文字を学習者が正しく認識できるようになることもとても重要であるという意見があり、我々は、指文字の学習支援から手話の学習支援に拡張するだけでなく、指文字の認識機能についてもウェアラブルデバイスに実装することを検討した。

2. 研究の目的

本研究は、平成27年度の科学研究費(基盤研究C(15K01491))にされた課題をより発展させることが目的である。これまでに我々はARを使い眼鏡型のウェアラブルデバイスを用いて、指文字の学習支援機器の開発を行ってきた。

本研究では、これまでに開発してきたものを指文字だけでなく、手話の学習支援にまで拡張することを本研究の大きな目的としている。また、学習者自身が指文字や手話を正確にできるようになることも重要であるが、相手の指文字や手話を正確に読み取ることも重要であるとの意見もあり、本研究では、指文字に認識手法の検討についても研究目的の一つとなっている。

3. 研究の方法

研究は、手話の三次元モデルの制作と指文字の認識の検討の2つを並行して行い、指文字の認識については、2つの手法で認識を試みた。

(1) 手話の三次元モデルの制作

手話の三次元モデルについては、モーションキャプチャを用いて、手話を母語とする人の協力のもと、「はじめまして」「ありがとう」「おはよう」「こんにちは」「こんばんは」「すみません」の6種類の手話の三次元モデルを制作した。

三次元モデルは、次の手順で制作する。

1. 予め人の三次元モデルを用意する
2. モーションキャプチャで手話の動きをPCへ取り込む
3. 動きのデータを三次元モデルへ埋め込む

図1は、実際に手話の動きをPCへ取り込んでいる様子である。手話に限らず、人体の動きをコンピュータに取り込むためには、大掛かりな機材と時間が必要となる。そこで、我々はそれをなるべく簡便に行う方法を検討した。

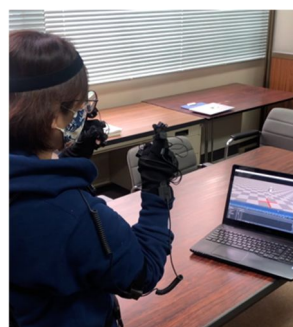


図1：手話の動きの取り込み

(2) 指文字の認識手法の検討(その1)

図2のようにウェアラブルデバイスのカメラからの入力画像と予め用意しておいた41枚の指文字画像(正解画像)を毎フレームごとに2値化と比較を繰り返し、類似度を算出する。用意する正解画像は、清音46種類の指文字から動きがある指文字5種類を除いた41種類とした。入力された画像から指文字を切り出し、正解画像と比較したとき、類似度が0のとき、一致したと判断するが、算出した類似度が一定のしきい値を下回ったものをその文字と認識し、画面上に認識結果を可視化する。

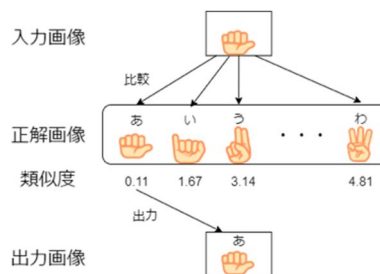


図2：認識までの概略

類似度の算出には、正規化中心モーメントを用いる。この方法を用いると、カメラと対象となる指文字の距離や入力画像内の場所に関わらず正解画像と比較できる。また、指文字の傾きについては、図3のように対象となる指文字が収まる長方形に占める指文字(白色)と背景(黒色)の面積の割合を特徴として、類似度に加えて指文字を認識する指標にしている。



図3：指文字傾き時の対応

(3) 指文字の認識手法の検討(その2)

今回、我々が使用したウェアラブルデバイスには、手の指を追跡して独自のジェスチャを登録する機能が備わっている。この追跡機能を利用して指文字の認識を試みた。ただし、この機能は手の平の中心を基準にして指先を追跡するため、手のひらが見えない状態では、指の追跡ができない。また、指同士が重なるようなジェスチャも認識できないため、認識対象となる指文字が限定されてしまう。今回は、清音46種類のうち38種類の指文字を認識対象とした。

ウェアラブルデバイスは、カメラで手を捉えると、手のひらを検出し、指を検出する。さらに、関節を検出し、手のひらと関節の位置関係からジェスチャを判断する。今回は、この検出手法を指文字に応用して指文字の判定を行った。

指の状態を「曲げる」「伸ばす」「輪を作る」の3つの状態に分類し、母指以外の4本の指がどの状態にあるのかを認識して、母指と手のひら、指の状態から指文字を判定する。

4. 研究成果

(1) 手話の三次元モデルの制作

手話の三次元モデルに関わらず、一般的に人の動きをコンピュータに取り込むには、高価な機材と多くの時間が必要である。そこで、今回は、なるべく安価な機材をつかい、短時間で手話の三次元モデルの制作を試みた。

コンピュータ上の人の三次元モデルは予め用意されており、ソフトウェアの操作に難は無いという前提で、モーションキャプチャでの取り込み準備に15分、6種類の手話(「はじめまして」「ありがとう」「おはよう」「こんにちは」「こんばんは」「すみません」)を4回、述べ24回の手話の取り込みにおよそ30分を費やした。その後、キャプチャした動作1つを三次元モデルに埋め込むのにおよそ20分かかっている。さらに、細かな修正が発生しており、誰も簡単に制作できるというわけにはいかなかった。

使用しているモーションキャプチャの性能にもよるが、図4のような指先の修正が必要になる。また、図5のように腕の位置関係の修正も必要になった。

本研究で使用する手話の三次元モデルは、研究開始時にはモーションキャプチャに頼らず、三

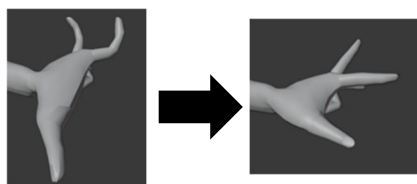


図4：指先の修正

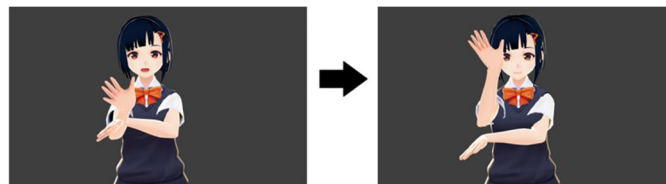


図5：腕位置の修正

次元のモデリングソフトウェアで制作してきたが、それに比べると今回の手法は非常に短時間で制作することができる。

しかし、手話は腕の動きだけでなく、表情も使い相手に伝える言語であるため、表情のキャプチャもしくは表情を別に作り三次元モデルに反映させる必要がある。

(2) 指文字の認識手法の検討(その1)

図6は清音の指文字一覧である。46種類の指文字のうち、「の」「も」「り」「を」「ん」は動きがあるため、この認識手法を使つての認識からは除外している。

	あ	か	さ	た	な	は	ま	や	ら	わ
あ										
い										
う										
え										
お										

図6：本手法の認識対象となる指文字一覧

本手法を用いて実際に認識した結果を図7に示す。画面中央に白で囲われている部分が認識した部分で、認識結果がその上部に表示されている。

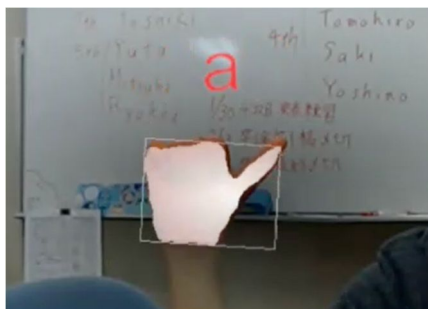


図7：指文字の認識の結果

本手法により、認識した結果を表1に示す。

表1：認識結果一覧

	あ	か	さ	た	な	は	ま	や	ら	わ
あ	○	○	○	○	○	○	×	○	×	△
い	○	○	○	△	○	×	×	-	-	-
う	○	○	○	△	○	○	△	×	×	-
え	○	○	△	○	○	○	△	-	×	-
お	×	×	×	○	-	○	-	×	○	-

今回認識の対象とした41種類の指文字の内、正しく認識できたものは全体の58%に当たる24文字であった。さらに、認識はできたものの、誤って認識することもある文字は15%程度あった。全体のおよそ27%にあたる11文字が認識できない結果となった。

例えば、図8の「し」と「す」は、角度が異なるだけで、指の形自体は似ている。そのため、この2つは特徴量に差がなく、認識できなかったと考えている。また、図9の「い」と「ち」は、正面の画像を二値化した結果は人が目視しても判断ができないほど似ており、カラー画像や異なる角度からの画像を利用するなど、今回の手法に別の要素を加える必要があると考えている。

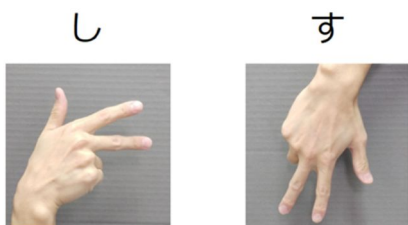


図8：角度が異なる指文字

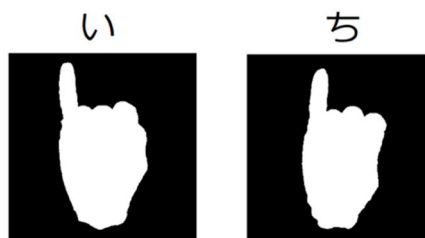


図9：二値化した結果が類似している指文字

(3) 指文字の認識手法の検討(その2)

我々が使用しているウェアラブルデバイスの手指のトラッキング機能を利用して指の状態を

検出して、指文字の認識を試みた。図 10 は指文字を認識した結果の一例である。

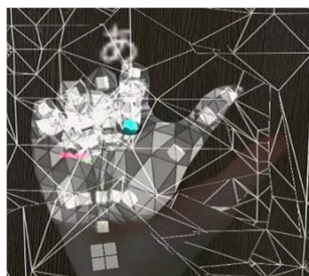


図 10：認識した結果

これは、相手が「あ」という指文字を出したときにそれをウェアラブルデバイスで認識した結果である。手のひらを検出し、それが手の腹側なのか、手の甲側なのかを判断する。母指は手のひら伸ばされた状態になっており、母指以外の4本の指は曲げられた状態になっている。このような特徴を持つ指文字は「あ」と判断し、結果を表示している。

このように本手法を用いると、手の腹と手の甲を判別できるため、相手が行った指文字の認識の他に自分が目の前で指文字を作ること、自分が作った指文字が正しいか否かの判断もできるようになる。そこで、今回は、図 11 の認識対象の指文字 38 種類のうち、10 文字(「く」「し」「そ」「た」「に」「ほ」「み」「む」「も」「よ」)は、自分が作った指文字の認識として、残りの 28 文字を相手からみた指文字の認識対象とした。

本手法により、動きのある指文字も認識することが可能になった。しかし、手の甲側から見た時、指が隠れてしまう場合は、認識はできなくなる。これは、カメラからみて指がトラッキングできなくなるためである。

	あ	か	さ	た	な	は	ま	や	ら	わ
あ										
い										
う										
え										
お										

図 11：本手法の認識対象となる指文字一覧

認識率という観点では、指文字と認識されれば、それは正しく認識されることがわかっている。例えば、図 12 (左) は誤った「ほ」の指文字である。母指と人差し指は接していなければならないので、これは、「ほ」とは認識されない。図 12 (右) の指文字が正しい「ほ」である。そのため、指文字としてお手本となるような指文字しか正しく認識されない。

今回、指文字の認識手法として、画像処理を用いる方法とデバイスの持つトラッキング機能を使い、指文字の認識を試みた。結果として、それぞれに長所と短所があることがわかり、これらの2つの手法を融合したハイブリッドな方法で指文字の認識が可能であるという結論に至った。

しかし、図 13 の「い」と「ち」は、相手から見た視点では、認識可能であるが、自分から見た視点では、現状の認識手法(その1)(その2)を用いても認識は不可能であると考えられる。

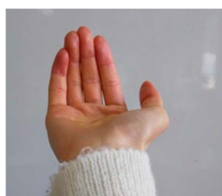


図 12：指文字の正誤判定



図 13：自分視点の「い」「ち」の指文字

そのため、一方向からの認識だけでなく、角度をずらすなどの別の手法を取り入れて、この2つの指文字の認識は行わなければならないと考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1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 Natsuhiko Hirabayashi, Nami Fujikawa, RyoheiYoshimura and YoshinoriFujisawa	4. 巻 1
2. 論文標題 Development of Learning Support Equipment for SignLanguage and Fingerspelling by Mixed Reality	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 the ACIS International Conference on Applied Computing & Information Technology proceedings	6. 最初と最後の頁 pp.99-104
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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4件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 杉山早紀, 藤澤義範
2. 発表標題 ウェアラブルデバイスを使った指文字の認識
3. 学会等名 日本福祉工学会第24回学術講演会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Natsuhiko Hirabayashi, Nami Fujikawa, RyoheiYoshimura and YoshinoriFujisawa
2. 発表標題 Development of Learning Support Equipment for SignLanguage and Fingerspelling by Mixed Reality
3. 学会等名 ACIT2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤澤義範, 原田俊樹, 伊藤祥一
2. 発表標題 指文字・手話の学習支援教材の開発
3. 学会等名 第34回リハ工学カンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤川奈美, 平林夏彦, 藤澤義範
2. 発表標題 Microsoft HoloLens を用いた指文字の学習支援機器
3. 学会等名 JapanATフォーラム2018
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
研究分担者	伊藤 祥一 (Shoichi Ito) (10369978)	長野工業高等専門学校・電子情報工学科・准教授 (53601)	

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1件

国際研究集会 the ACIS International Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT2019)	開催年 2019年～2019年
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------

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
---------	---------