

平成 30 年 6 月 16 日現在

機関番号：53601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01491

研究課題名(和文) 拡張現実を用いたウェアラブル指文字学習支援機器の開発

研究課題名(英文) Development of Wearable Learning Support System for Fingerspelling by Augmented Reality

研究代表者

藤澤 義範 (Yoshinori, Fujisawa)

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) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：現在我々は、指文字の学習を支援する機器の開発を行っている。指文字は手話の一種であり、平仮名一文字ずつに対する指文字が存在している。手話は聴覚障害者のコミュニケーション手段として広く普及しているが、手話の語彙は非常に少なく、指文字を併用して使われている。手話学習では、指導者と学習者が向かい合うため、手話を逆に覚えてしまう恐れがある。また、市販のイラストなどのテキストではそれがどちらから見た図なのかが分らず、これも逆に覚えてしまう原因となっている。我々は、拡張現実をつかい、見たまを真似すれば正しい指文字となるような学習支援機器の開発を行った。

研究成果の概要(英文)：A fingerspelling is a kind of sign language, and each of fingerspellings correspond to one Hiragana character. Sign language is used as a communication tool for the hearing-impaired persons, but since the sign language vocabulary is less than the spoken language, it is used accompanied with fingerspellings. The instructor and the learner face each other when the lesson of sign language, the learner would see the opposite form of the sign language. In addition, when using commercially available textbooks, the learner does not know whether the illustration of the textbook is from the viewpoint of the learner. This is also one of the reasons to remember the opposite. We are developing a learning support system using augmented reality technology, learners can learn correct fingerspellings just imitating the form which they see.

研究分野：福祉工学

キーワード：指文字 手話 学習支援 拡張現実

1. 研究開始当初の背景

聴覚障害者のコミュニケーション手段の1つとして手話がある。厚生労働省が公表している平成18年身体障害児・者等実態調査によると、コミュニケーション状況は表1のようになっている。手話の割合は全体で18.9%を占める。等級別に見ると1級では75.0%、2級では38.4%もの割合を占める。つまり、障害が重い人ほど手話によるコミュニケーションが重要であることがこの調査から読み取れる。手話は主に手と表情を用いて名詞や動詞、

表1：視覚障害者のコミュニケーション方法

等級	補聴器	筆談	読話	手話	その他
平均	69.2%	30.2%	9.5%	18.9%	6.8%
1級	41.7%	58.3%	16.7%	75.0%	8.3%
2級	51.4%	45.9%	21.6%	38.7%	6.3%
3級	81.5%	27.8%	1.9%	7.4%	11.6%

形容詞などを表現する視覚言語である。単語単位で表現可能なため、円滑に意思の伝達ができる。ただし、固有名詞に対応する手話はない。さらに助詞を表現することが出来ないという問題があり、多くの聴覚障害者は、指文字を使い手話単語にない言葉を表現している。

指文字とは、ひらがなの50音を手の形に対応させた視覚言語である。ひらがなを1文字ごとに正確に表現できるため、固有名詞や助詞の表現が可能になる。また、相手に手話が通じない場合にも利用可能である。このように、指文字は手話会話を補助する視覚言語であるといえる。

手話や指文字の学習には、一般的に表2のようなイラストや写真を用いる。このような教材の多くは相手から見た視点で手の形を表現しているため、自分から見た視点での手の形は想像して学習する必要がある。しかし、聴覚障害児が学習者の場合には、このような自分で見えていない手の形を想像して真似することは難しい。そのため、既に学習している指導者が表2のようなイラストを使い実際に自分で手本を見せながら学習者を指導することが多い。

表2：ひらがなに対応した指文字

	a	ka	sa	ta	na	ha	ma	ya	ra	wa
a										
i										
u										
e										
o										

ただし、この方法では常に指導者が学習者の側にいる事が不可欠であるため、独りで指文

字を正しく学習することは困難であると考えられる。そこで、我々は拡張現実を応用した新しい学習支援機器を提案する。

2. 研究の目的

我々が提案する機器は、指導者のいない環境でも学習者独りで正しい指文字の学習ができる環境を提供することである。本機器には次のような特徴がある。

1. 指文字の三次元モデルの視点を変えながら細部まで手の形を観察することが出来る
  2. 三次元モデルのアニメーションにより指文字を作る過程も学習することが出来る
- このような特徴を備える機器を利用することで、学習者は自宅などの指導者がいない環境であっても独りで指文字学習ができ、結果として短期間での指文字の習得につながると考えている。

これまでに、我々は試作した機器を用いて記憶への定着率に関する実験を行ってきた。しかし、実験中に多くの参加者が指文字を五十音順で覚えていたため、指文字ごとの記憶率を見ると五十音の後半のひらがなほど記憶率が低くなる傾向が表れた。また、被験者数が10人程度であったため、十分なデータが収集できたとはいえなかった。そこで、指文字を覚える順番を昇順と降順で分けるように実験のルールを改め、再度実験を行った。

3. 研究の方法

ここでは、はじめに本機器の特徴である拡張現実について説明し、その後本機器を装着して使用した際の指文字の見え方について説明する。最後に本機器を装着して学習した場合とイラストで学習した場合の実験内容について説明する。

3.1 拡張現実

拡張現実(以下、ARと呼ぶ)とは、現実の映像にデジタル情報を付加して現実を拡張し、実際にそこにもものがあるかのように見せる技術である。ARには、位置情報をもとに情報を提示するロケーションベース型と、画像認識や空間認識の技術を応用して情報を提示するビジョンベース型の2種類がある。本機器では、ビジョンベース型の中でもマーカ型ARを用いる。マーカ型ARは、マーカと呼ばれる図形を予め登録しておき、カメラ映像の中からマーカの特徴を検出し、登録済みマーカであると認識したときに、対応する情報をその場に付加するという仕組みである。

本機器には、図1のような周囲に幾何学的な枠と、中心に学習対象となるひらがなを描いたマーカを用いる。周囲に枠がない場合、「い」と「こ」というひらがなは、片方を90度回転させるとほぼ同じ形になるため、誤認識が起きやすい。この問題を解決するために我々は、マーカ毎にひらがなの特徴量を増やすような工夫として、図1のような幾何学的

な枠を加えた。この工夫により誤認識の問題は大幅に軽減した。



図1:「あ」のAR マーカ

### 3.2 提案する学習支援機器

これまでに、我々は小型 PC と USB カメラ、ヘッドマウントディスプレイを用いて本機器を構成して実現を目指していた。しかし、近年の技術の向上により、現在では、それらを一体化したメガネ型ウェアラブルデバイスを用いて提案機器の実現をしている。

本機器は、メガネ型を採用することで、両手が自由な状態で学習することが出来る。両手が自由になることで、右手で指文字を作りながら左手でマーカの移動や回転などができるようになる。実際に本機器を使用して「あ」の指文字が出来るまでの過程を図2に示す。

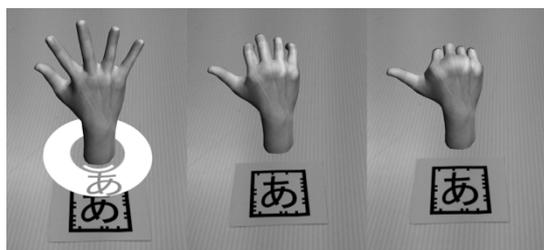


図2: 指文字「あ」ができる動作

始めにマーカを認識すると手が開いた状態の三次元モデルと、「あ」というラベルが表示される。その後、徐々に「あ」という指文字に近づき、最後に指文字が完成する。この一連の動作を真似することで学習者は指文字の作り方とひらがなの対応を学習することができる。

学習者は、右手で指文字を作りながら左手でマーカの移動や回転をさせることができる。マーカを回転させた様子を図3に示す。マーカを正面から見た場合は、指文字が自分から見た形で表示される。マーカを回転させると、表示されている三次元モデルもマーカを追従する形で回転する。そのため、図3の右の画像のようにマーカを180度回転させると、相手から見た指文字として表示される。

また、図4のようにマーカで撮影時にカメラに収まる範囲であれば複数のマーカを同時に認識することも可能である。

図4は「う」「え」「お」の3つのマーカを認識して指文字が表示された様子である。学習者は複数の指文字を見比べながらそれぞれ

の指文字の特徴など、手の形の細部を学習することができる。



図3: マーカとモデルの位置関係

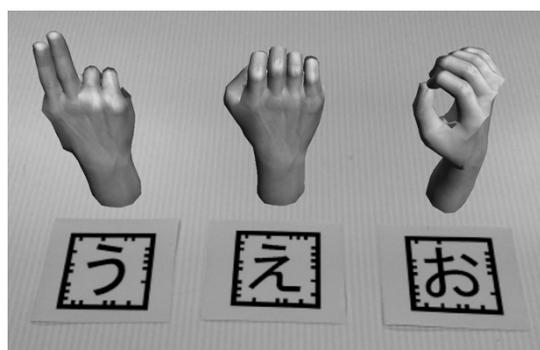


図4: 複数のマーカを認識した様子

### 3.3 定着率の実験

本機器の優位性の検証のため、我々は一般的なイラストを使った学習と本機器を使った学習での記憶への定着度を図る実験を行った。被験者は、健常な20歳前後の男女30名を対象に、次の手順で実験を行い、記憶した指文字の数をデータとして収集した。なお、実験は周囲の音が聞こえないように配慮し、なるべく集中できるような静かな環境で実施した。

1. 46種類のマーカもしくはイラストカードを指定した順番で並べて参加者に渡す。
2. 被験者は30分で渡されたカードの順番で指文字を学習する。
3. 学習直後に定着率の測定を行う。
4. 2時間後と1日後に再度定着率の測定を行う。なお、その間は指文字について考えないように普段の行動をしてもらう。

実験は、30名中14名が本機器を使い、16名がイラストのみによる学習となった。表3に詳細な内訳を示す。本機器を使い降順で学習した人数は6名、他は8名ずつである。また、それぞれで条件が平等になるように、いずれにもテキスト等による実験の補足説明は行っていない。

表3: 参加者数

	昇順	降順
本システム	8	6
イラスト	8	8

定着率の測定は、すべての文字をランダムに出題し、被験者にはそのひらがなに対応す

る指文字をその場で実際に作ってもらい、その正誤を我々が記録する方法で行った。これを実験の直後および2時間後、1日後に実施した。

#### 4. 研究成果

本章では、イラストと本機器を使って学習した場合の記憶への定着率についての実験結果と、指文字ごとの記憶率の違いについて述べる。また、今回開発した機器と制作した三次元コンテンツの評価についてまとめる。

##### 4.1 各方法による記憶率

イラストで学習した時の指文字の記憶数の平均値を図5に示す。図5のASCが昇順で学習した場合の変化である。DESCが降順で学習した場合の変化である。Totalが学習者全体の平均である。学習直後の定着率は58%程度であるが、わずかではあるが時間が経つにつれ記憶数が減少していることが分かる。昇順の場合には、減少傾向は見られなかった。わずかではあるが、平均的に定着率が時間とともに減少していることが分かる。

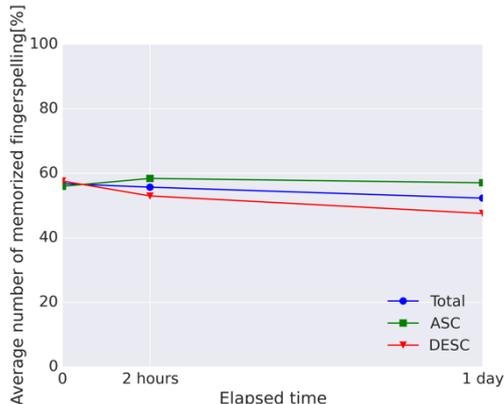


図5：イラストによる記憶率

図6は、本機器を使用して学習した結果である。学習直後の定着率は、およそ30%である。その後、2時間後も1日後もほとんど変化がないことが分かる。また、降順よりも昇順で覚えた方が、高い定着率であることが分かる。

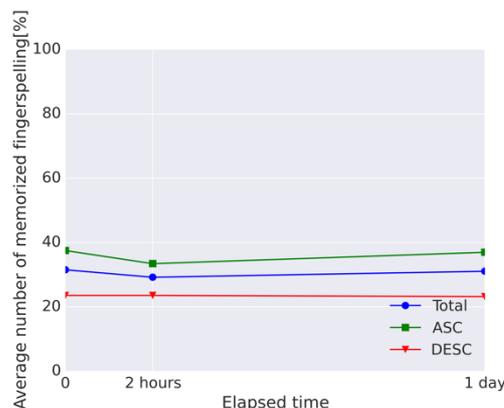


図6：本機器による記憶率

図5と図6の定着率の変化を比較すると、本機器を使用した場合は、イラストを使って

学習した場合よりも定着率が低いことが分かる。これは、本機器を使った学習では、1つの指文字の学習に時間がかかってしまうのが原因である。本機器ではアニメーションにより指文字を作る過程も表現しているので、どうしてもイラストに比べて時間がかかってしまう。しかし、図6は図5より定着率の減少が見られないため、本機器を使った学習では学習内容が記憶に残りやすいのではないかと考えられる。

##### 4.2 指文字ごとの違い

指文字ごとに全体の定着率の平均値を算出して高い順に並べた結果を表4に示す。

表4：文字ごとの定着率

F	T [%]	D [%]	F	T [%]	D [%]
a	80.65	19.64	re	40.33	-56.85
me	71.88	-10.42	ma	39.88	-36.90
i	71.58	13.99	wo	39.73	-41.37
he	64.43	-33.63	nu	39.43	-16.96
o	57.74	-34.52	ka	39.14	-25.89
e	57.14	-52.38	ke	38.54	-10.42
te	55.65	2.98	ko	38.54	-43.75
mi	55.36	-5.95	tu	37.20	-17.26
nn	54.02	-46.13	ku	36.31	-10.71
hi	53.87	-17.26	ha	36.01	-19.64
ta	52.38	-28.57	ro	34.82	-55.36
yo	50.74	-44.35	na	34.52	-30.95
ni	49.11	-26.79	ra	34.52	-30.95
sa	48.66	-40.18	su	32.59	-22.32
wa	48.21	-20.24	hu	32.59	-55.65
no	48.07	8.63	so	31.10	-33.63
u	45.68	3.87	se	30.06	1.79
si	43.75	-20.83	ho	27.23	-49.70
ti	42.41	-27.68	ru	25.89	-23.21
ne	42.41	-27.68	yu	24.40	-34.52
ki	41.67	-16.67	mu	21.73	-14.88
ya	40.77	-10.12	to	20.24	-26.19
ri	40.48	-19.05	mo	15.63	-31.25

項目のFが対象となるひらがなである。Tは、対象となるひらがなの学習直後と2時間後、1日後の定着率の平均値である。Dは、本機器を使用して学習した定着率のみの平均値からイラストを使用して学習した定着率のみの平均値を減じた値である。つまり、Dの値がプラ

スのひらがなは、本機器を使用することで学習効果が上がった指文字であるといえる。Tの全体のデータを4つの範囲に分ける四分位数を用いると、下位25%の境界値を示す第1四分位数は34.52[%]、データの中央値を示す第2四分位数は40.40[%]、上位25%の境界値を示す第3四分位数は51.56[%]である。よって実験対象の46種類の指文字のうち、Tの値が34.52[%]より低い「も、と、む、ゆ、る、ほ、せ、そ、ふ、す」の指文字は比較的覚えにくいと言える。また、51.56[%]より高い「あ、め、い、へ、お、え、て、み、ん、ひ、た」の指文字は比較的覚えやすいと言える。これは、指文字の形が単純か否かと指文字の形が他のものに連想できるか否かの2つが影響していると考えられる。

日本の指文字にはその成り立ちがあり、効率よく学習するための助けになる。例えば、覚えやすい部類の中で「め」は親指と人差し指で目をかたどる。「へ」は親指と小指をまっすぐのばし下に向けカタカナの「へ」の形にする。「み」は人差し指と中指、薬指をやや離して伸ばし、横向きにして漢数字の「三」を表す。覚えにくい部類でも、「ゆ」は「湯」の温泉マークであり、「る」と「ふ」はカタカナの「ル」「フ」が連想できれば学習の助けになる。今回の実験は指文字の成り立ちについての知識がないため、被験者が直感で何らかのものを連想できたか否かが覚えやすさに繋がり、結果としてTの値に影響を及ぼしていると考えられる。したがって、別の被験者で再度同じ実験を行えば、表4の順番は変わることが予測される。

次に、本機器とイラストを使った定着率の差を示すDについて述べる。実験で使用した46種類すべてのひらがなのD値の全体の平均は-24.35[%]となっており、ほとんどの指文字においてイラストを使用した学習の方が記憶への記憶率が高いという結果になった。46種類の指文字のうち、「あ、い、て、の、う、せ」はD値がプラスであるため、本機器を使用することでの学習効果があるといえる。

また、覚えやすい部類の「て」はD値が5%未満と非常に小さく、今回の実験で使用したどちらの学習方法に左右されない純粋に覚えやすい指文字であると言える。覚えにくい部類の「せ」は同様の理由で純粋に覚えにくい指文字であると言える。

D値に対して四分位数を用いると、下位25%が「れ、ふ、ろ、え、ほ、ん、よ、こ、を、さ」の指文字である。これらは本機器を使って特に覚えにくいという指文字である。これらの指文字に対しては、アニメーションの改良等を検討する必要がある。

#### 4.3 機器およびモデルの評価

本機器の利便性を評価するために、聴覚障害者の男性1名と手話通訳者の協力を得て、本機器を装着し使用した感想を頂いた。もっとも高評だったのがイラストではわかりにく

い指文字の向きが分かることであった。指文字を学習する際にイラストでは一方の向きしか示されていない場合があり、間違った向きで覚えてしまうことが多いということである。しかし、本機器を使えばそれを解消できるという感想であった。下記の3つは、本機器への要望である。今後対応する予定である。

1. 指文字のモデルをもっと大きくしてほしい。
2. マーカを認識できる距離がわかりにくい。
3. 動きのない指文字でも動きがあると勘違いされる恐れがある。

具体的な対策として、1については、単純にマーカ自体を大きくすることで相対的にモデルも大きくすることが考えられるが、今後のことも考えると表示するモデルの大きさを学習者とマーカの距離に応じて変化させるといった動的な大きさの変化を検討する必要がある。2については、距離間隔の目安として画面中央にフォーカスアイコンを用意して対応した。3については、アニメーションの有無を選択できるようなマーカを設けて、そのマーカを認識したらアニメーション無しにするような機能を考えている。本機器のアプリケーションを操作するのではなく、直感的に分かりやすいマーカを使い、様々なモードを切り替えられるような工夫を行う。

また、指文字の三次元モデルの正確性についても評価を頂いた。図7は、「ち」「つ」「め」の三次元モデルを横から見た様子である。これらの指文字は、親指と他の指を使って輪を作る形になっている。我々のモデルでは、環状の円を表現しているが、実際の指文字では、指先の腹同士が接するような上下がつぶれた楕円形に改善すべきであるとのコメントをいただいた。



図7：改善の必要があるモデル

次に、「り」という指文字はカタカナの「リ」を描くような動きをする指文字であるが、我々の三次元モデルでは、アニメーション開始時から斜めに払う動作となっているため、動作開始時は、真っすぐ下におろし、後に斜めに払うように改善すべきであるとのコメントをいただいた。

時間の都合上、すべての指文字に対して評価をもらうことは出来なかったが、我々が作成している三次元モデルにも問題があることが分かった。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

- ① Kenya Kobayashi, Shoichi Ito, Yoshinori Fujisawa: Development of Learning Support System for Fingerspelling by Augmented Reality, Proceedings of The 5th International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2017, pp. 492-495, 2017. 9

〔学会発表〕(計 7 件)

- ① 藤澤義範, 伊藤祥一: ウェアラブルデバイスによる指文字学習支援機器の開発, 第15回情報科学技術フォーラム講演論文集, K-050 (2016. 9), pp. 555-556
- ② 中村沙羅, 藤澤義範: 拡張現実を用いた指文字学習支援教材の作成, JapanAT フォーラム 2016 講演論文集, PS-32 (2016. 9), pp79-80
- ③ 裕野継, 伊藤祥一, 藤澤義範: 拡張現実による学習システムの開発, 情報処理学会第78回全国大会講演論文集, 7ZA-01 (2016. 3), pp. 4-699-4-700,
- ④ 藤澤義範, 伊藤祥一: ARを用いた学習支援機器の開発, 日本福祉工学会 第19回学術講演論文集, 304 (2015. 11), pp33-34
- ⑤ 藤澤義範, 伊藤祥一: 指文字の学習支援機器の開発, 第30回リハ工学カンファレンス in おきなわ, 2B3-2 (2015. 11), pp177-178
- ⑥ 裕野継, 伊藤祥一, 藤澤義範: ARによる指文字学習システムの提案, JapanAT フォーラム 2015 講演論文集, OR-5 (2015. 9), pp. 19-20
- ⑦ 藤澤義範, 伊藤祥一: 拡張現実を用いた指文字の学習支援, 平成 27 年度工学教育研究講演会講演論文集, 1A06 (2015. 9), pp. 12-13

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

○取得状況 (計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:

取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 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

(2) 研究分担者

伊藤 祥一 ( ITO.Shoichi )  
長野工業高等専門学校・電子情報工学科・准教授  
研究者番号: 10369978

(3) 連携研究者

( )

研究者番号:

(4) 研究協力者

( )