

令和 3 年 6 月 21 日現在

機関番号：52301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K12175

研究課題名（和文）1つの触覚刺激による体表点字の実現と生活応用システムの構築

研究課題名（英文）Realization of Body-Braille by a Single Tactile Stimulus and Construction of a Daily Life Application System

研究代表者

大墳 聡 (OHTSUKA, Satoshi)

群馬工業高等専門学校・電子情報工学科・教授

研究者番号：50223863

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

研究成果の概要（和文）：体の任意の部位で振動により点字情報を伝える体表点字の研究をしている。触覚認識のよい振動パターンを見出したことで、1つの振動スピーカによる触覚刺激で点字情報を伝える1点式体表点字が確立できた。体表点字の振動装置としては汎用のタブレットを用いることができるようになった。カメラによる文字認識部分が作成できず体表点字を用いた生活応用システムは構築できなかったが、タブレットによる体表点字読み取りシステムは構築でき、生活応用システムを構築するためのベース部分ができていることは確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究における1点式体表点字の構築とは、1つの振動スピーカで生成できる複数の振動パターンから4つの認識しやすいパターンを見出すことであった。周波数を変えるだけでなく、交互波や変調波を導入することで認識しやすい振動パターンを構成できた。体表点字以外の振動情報を用いるシステムでも交互波や変調波の利用は有効かと考えられる。

今回は、タブレットを用いた生活応用システムは構築できなかった。しかし、別の応用システムは構築でき、ベースとなる一点式体表点字の部分が利用できることは確認できた。これまで提案してきた盲ろう者のための生活応用システムを専用機器でないタブレットにて再び構築が可能となる。

研究成果の概要（英文）：We are studying Body-Braille (BB), which transmits Braille character via vibration at any part of the body. We found four vibration patterns with good tactile recognition, and were able to realize one-point BB that conveys Braille information through tactile stimulation by a vibrating speaker. We are now able to use a general purpose tablet as a vibrating device for BB. Because we could not create the character recognition part using a camera, we were not able to build a system for daily life applications using BB. However, we were able to build a measuring system for BB using a tablet, and we were able to confirm that we had created the base for building a system for daily life applications.

研究分野：福祉情報工学

キーワード：福祉 触覚 皮膚刺激 体表点字

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

視覚と聴覚に障害のある盲ろう者を主な対象として振動で情報を伝える体表点字の研究を行っている。体表点字では当初(2003年)は点字マスの6つの点に対応する6個の振動モータを用いていた。読み取りやすさ(評価は複数の被験者による平均読み取り正答率)の観点から本研究開始時(2018年)は2個の振動スピーカを用いていた(2点式体表点字)。振動モータでは振動する/しないの触覚刺激しか発生できないが、振動スピーカでは周波数に変えることでいろいろな振動パターンを発生でき読みやすさを向上できた。

これまでにいくつかの体表点字の生活応用システムを提案している。「テレサポート」システムは、携帯電話のテレビ電話機能を利用して、盲ろう者が手に取ってもわからない物(例えば缶ジュースの種類)を遠隔のサポートがテレビ電話の動画から確認して体表点字で伝えるものである。「ヘレンケラーホン」は、盲ろう者がサポートを介さずに携帯電話(のボタン)と振動通知装置を使って体表点字にて会話するシステムである。ヘレンケラーホンでは実証実験段階まで進み、盲ろう者が扱っても壊れることのない頑健な専用装置を回路基板から起こして筐体に入れたものを作成した。30台ほどの装置を作成したが、現在では部品が手に入らなくなり装置が作れない状況である。

2. 研究の目的

(1) 本研究では振動スピーカ1つによる刺激で体表点字(1点式体表点字)を触覚にて認識できるようにする。1つの振動スピーカによる体表点字の刺激の読みやすさは、いかに認識しやすい4つの振動パターン見出すかということになる。

(2) 振動スピーカは汎用のものである。スピーカを駆動するということは任意の周波数の音が出せばいいということである。プログラミングにより任意の音を発生させられる汎用のタブレットを1点式体表点字の振動通知装置にできるようにする。

(3) 振動スピーカとタブレットを用いることにより、これまでに提案してきたテレサポートなどの生活応用システムを再構築することができる。タブレットにはカメラも内蔵されている。タブレットを使うことも考慮した生活応用システムを検討する。

3. 研究の方法

(1) 振動スピーカを用いた2点式体表点字を参考に1点式体表点字の構築を行う。振動モータを利用していたころの2点式体表点字では、図1のように点字を上・中・下の3段に分け、2つの振動モータで点字マスを提示した。図1での振動は、上段では左と右の振動モータを T_m 駆動し、中段では点字の点がないという意味で右のみを短く T_t 振動させ、下の段では左のみを T_m 駆動していた。各段では左・右・両方・なしの4つのパターンがあり得る。振動スピーカを用いた2点式体表点字では図2のように振動刺激に周波数を加味することにより読みやすさを向上させた。

1点式体表点字でも2点式体表点字と同様に点字マスを上・中・下の3段に分け、各段を左・右・両方・なしの4つのパターンにより提示することを考える。

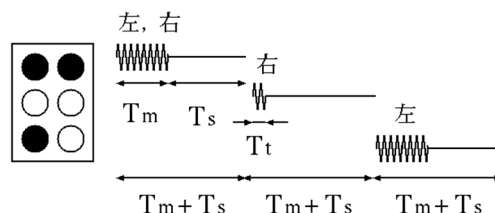


図1 「ぬ」の2点式体表点字

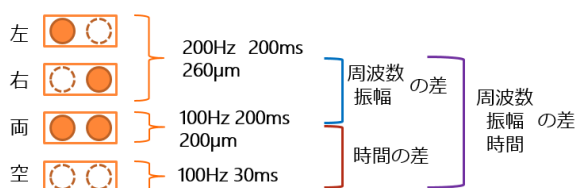


図2 振動スピーカを用いた2点式体表点字の
パターン

(2) タブレットにはAndroidのOSを用いたもの(Android端末)とiOSを用いたもの(iOS端末)がある。タブレットを体表点字の振動通知装置化するにあたり、マルチプラットフォームなXamarinを用いて開発を行うこととした。

(3) 体表点字の生活応用システムとして、盲ろう者が映したものを遠隔からサポートが伝えてくれるテレサポートシステムと同様なシステムを検討する。ただし、遠隔から読み上げてもらうのではなく、タブレットのカメラを利用して盲ろう者自身が映したものを文字認識し、それを体表点字で伝えるというシステムである。

4. 研究成果

(1) はじめに 2 点式体表点字で平均読み取り正答率の高かった (87%) パターンをそのまま 1 点式体表点字に適用した (Test1)。正答率は 67%であった。振動の振幅を増やすとともに短時間の振動 T_t の時間幅を短くした (Test2)。 T_t は振動モータでは 50ms が限界であったが振動スピーカの導入したことでより短い 30ms での刺激が作れた。正答率は 77%に上昇したが、2 点式体表点字の正答率には及ばなかった。そこで、2 つの周波数で交互に振動する交互波 (\leftrightarrow) と 1 つの周波数から別の周波数に変化していく変調波 (\rightarrow) を用いたパターンも考案して測定を行った。それぞれのパラメータを表 1 に、正答率を図 3 に示す。Test3 において 2 点式体表点字と同じ 87%を実現できた。しかし変調波を含む Test4, Test5 では正答率にばらつきが大きく個人差を評価できていないことが分かった。

表 1 Test1 から Test5 のパラメータ

Parameters	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5
Amp.	100 μm	200 μm	200 μm	200 μm	200 μm
Left	150 Hz	150 Hz	150 Hz	150 Hz	150 Hz
Right	40 Hz	40 Hz	40 Hz	40 \rightarrow 150 Hz	40 \rightarrow 150 Hz
Both	150 + 40 Hz	150 + 40 Hz	150 \leftrightarrow 40 Hz	150 \leftrightarrow 40 Hz	150 \leftrightarrow 40 Hz
None	150 Hz	150 Hz	150 Hz	150 Hz	40 Hz
T_t	50 ms	30 ms	30 ms	30 ms	150 ms = T_m

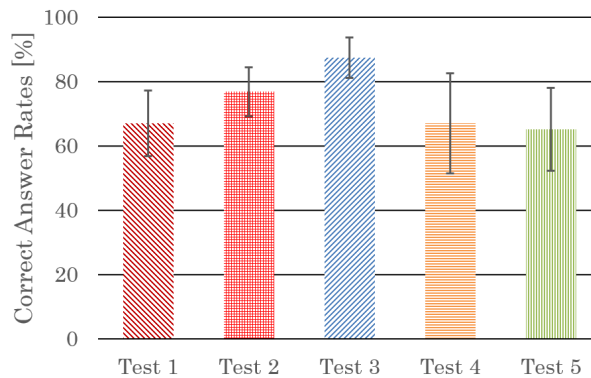


図 3 Test1 から Test5 の平均読み取り正答率

振動パターンとして変調波の多い Test6 (表 2) を加えて測定していたところ、被験者 5 人でばらつきが大きいことがわかった。そこで、これまで 300ms に固定して測定していた振動時間 T_m を変化させて Test6 および Test3 について測定を行った。被験者 A および被験者 B の結果を表 3 に示す。

表 2 Test6 のパラメータ

Parameters	Test 6
Left	150 \rightarrow 40 Hz
Right	40 \rightarrow 150 Hz
Both	150 \leftrightarrow 40 Hz
None	150 Hz

表 3 被験者 A と被験者 B の正答率

		200 ms	300 ms	400 ms
Participant A	Test 6	77.8 %	<u>91.7 %</u>	100.0 %
	Test 3	80.6 %	85.1 %	90.6 %
Participant B	Test 6	86.1 %	91.7 %	94.4 %
	Test 3	<u>91.5 %</u>	100.0 %	100.0 %

通常 T_m を大きくしていくと正答率はよくなる。新たな評価方法として、 T_m を小さいほうから見ていき 90%を超えたところをその被験者に適したパラメータをすることとした。表 3 において下線を引いたところが適したパラメータであり、被験者 A は $T_m=300\text{ms}$ での Test6 となり、被験者 B は $T_m=200\text{ms}$ での Test3 となった。被験者 A と被験者 B では、適切な T_m も異なるし振動パターンもそれぞれ Test6, Test3 と異なることも分かった。なお被験者 A-E を振動パターンで分類すると、Test6 が適しているのが被験者 A,E の 2 人、Test3 が適しているのが被験者 B,C,D の 3 人にクラス分けできた。

(2) タブレット (Android 端末および iOS 端末) を体表点字の振動装置とするためにクロスプラットフォームである Xamarin を用いて開発を行った。Android 端末にて体表点字の振動を駆動できるようにロジック部分とユーザインタフェース (UI) の開発を行った。モジュールとしては、「入力画面」「変換部」「音声再生部」「WAV ファイル生成部」「設定画面」となる。各モジュールの関係を図 4 に示す。

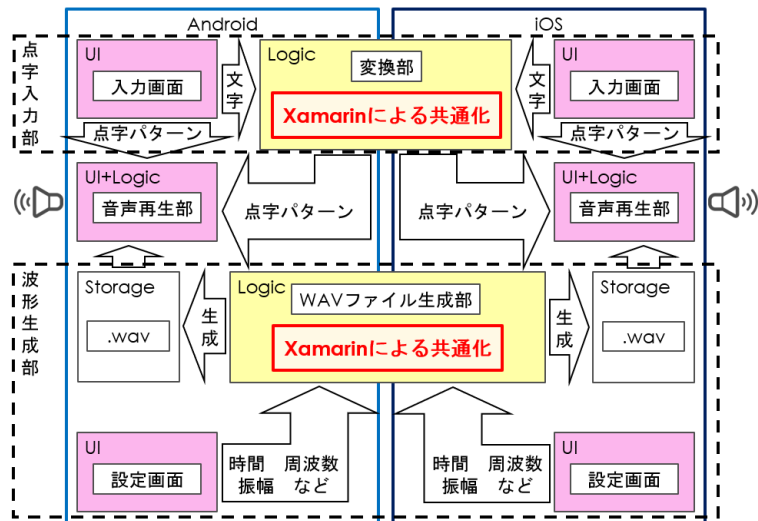


図4 振動通知装置のモジュール

図5に開発したAndroid端末の入力画面を示す。入力カナ・数字・アルファベットおよび点字パターンであり、点字パターンは点の番号(1~6)を続けて入力する。そして、右下の再生ボタンを押すと体表点字の振動に対応する音がAndroid端末から発せられる。図6は、図5の右上にある設定ボタンを押したときにあらわれる設定画面である。設定画面では、Tmなどの時間パラメータ、振幅そして左・右・両方・なしに対する周波数およびパターン(正弦波・合成波・交互波・変調波)が設定できるようになっている。



図5 入力画面

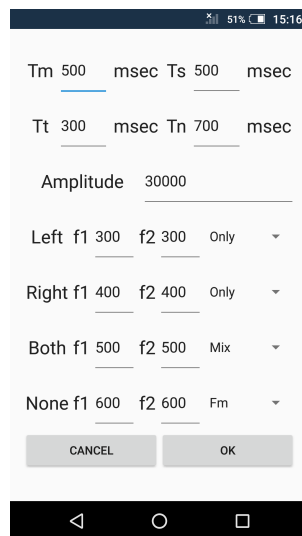


図6 設定画面

Android 端末で実現できたのち、iOS 端末でも実現を目指したが、iOS のための開発環境を PC にインストールできなかったため実施できなかった。

(3) はじめに応用システムとして、これまで PC でのみ測定できていた体表点字読み取りシステムの構築を行った。ランダムに体表点字を出題し、被験者の回答をもとに、回答反応時間や正答率そして間違いパターンなどを解析するための記録(ログ)を蓄積するシステムである。研究成果(2)のシステムにて体表点字の振動そのものは表現できていたので、体表点字読み取りシステムとして必要な機能(ランダム体表点字の提示・回答そしてログ機能)を追加することで、体表点字読み取りシステムを構築できた。このことにより、研究成果(2)のシステムをベースに応用システムを構築できることが確認できた。

生活応用システムとして、盲ろう者が知りたい物を Android 端末のカメラで映し文字認識プログラムにて文字を認識して体表点字で伝えられるというシステムの実現を目指した。しかし、文字認識プログラムをインストールすることができず、Android 端末にてカメラで映した情報を体表点字で伝えるシステムは構築できなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3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 Satoshi Ohtsuka, Hiroto Kobayashi	4. 巻 1
2. 論文標題 Realization of a Tablet-Based Device for Body-Braille	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of GCCE2020	6. 最初と最後の頁 805-806
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/GCCE50665.2020.9291928	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 -

1. 著者名 Satoshi Ohtsuka, Gyakushi Joh	4. 巻 1
2. 論文標題 New Evaluation Method for One-point Body-Braille	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of GCCE2019	6. 最初と最後の頁 1175-1177
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/GCCE46687.2019.9015279	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 -

1. 著者名 Satoshi Ohtsuka, Minori Nishio, and Testumi Harakawa	4. 巻 1
2. 論文標題 Realization of One-Point Body-Braille	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of GCCE2018	6. 最初と最後の頁 792-794
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/GCCE.2018.8574502	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2件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小林広人, 大墳聡
2. 発表標題 タブレットによる体表点字装置の実現
3. 学会等名 日本福祉工学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瘧師丈, 原川哲美, 大墳聡
2. 発表標題 新しい体表点字の呈示方法: 1点式体表点字の検討 第四報
3. 学会等名 日本福祉工学会
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

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0件

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