

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：52301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350689

研究課題名(和文) 体表点字を考慮した情報伝達のための最適な皮膚刺激の検討

研究課題名(英文) Study of optimal stimulation of skin for information transmission aiming at Body-Braille

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・准教授

研究者番号：50223863

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000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。これまでには振動刺激を発生する素子として振動モータを使っていたが、本研究では皮膚に対して水平または垂直な振動刺激となる素子について検討した。水平方向の刺激の素子として形状記憶合金とステッピングモータを検討したが刺激が弱く適さなかった。垂直方向の素子として振動スピーカを検討した。振動スピーカは周波数・振幅を任意に変えられるので、体表点字に適した振動を呈示することができた。

研究成果の概要(英文)：We are studying Body-Braille, which transmits Braille character via vibration at any part of the body. We used vibration motors as elements that generate vibration stimuli. In this study, we studied the element that is a vibration stimulus horizontal or vertical to the skin. We tried shape memory alloys and stepping motors as elements for stimulation in the horizontal direction. Neither elements were weak stimuli, so they were not suitable as elements of Body-Braille. We attempted the vibration speakers as elements for stimulation in the vertical direction. Vibration speakers can freely change frequency and amplitude, so we were able to present the vibration suitable for Body-Braille using them.

研究分野：人間医工学

キーワード：福祉用具 支援機器 触覚 皮膚刺激 体表点字

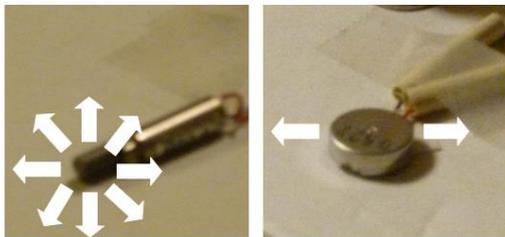
1. 研究開始当初の背景

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。応用面では有用性は示しているが体表点字の読み取り速度は速いとは言いがたい。体表点字の研究をはじめた2003年ころは円筒型振動モータを用いていたが、2008年ころから円盤型振動モータを使用するようになった。2011年以降には別の円盤型モータも使用するようになっていた。

振動モータの種類により、体表点字の読みやすさに違いがあるのに気づいた。円盤型モータの方が振動の位置認識をしやすいという見識は得られていたが、理由は思いつかなかった。円筒型モータは皮膚に対して水平・垂直の全方位に振動を発生させるが、円盤型モータは皮膚に対して水平方向の振動成分が多いと考えた。皮膚に対して水平・垂直方向の振動刺激の違いにより、振動の把握に違いがあるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

体表点字は、体の任意の部位に装着した振動刺激素子により点字情報を伝える情報伝達システムである。体表での振動呈示では入手しやすい振動モータを用いていたが、呈示方法の変更(6個のモータから2個に変更)や装置の改修に伴い、手元に3種類の振動モータがあり、体感的には円盤型モータの振動が認識しやすかった。これは円盤型モータの振動が主に皮膚に水平方向であるためと考えた。



円筒型モータでは全方向 円盤型モータでは水平方向

本研究では、体表に対する振動方向による認識の違いを明らかにするとともに、振動にとらわれず触覚刺激として認識のよい刺激素子を見出し、手指以外の体表での認識しやすい刺激方法を解明し、体表点字での認識の向上を図る。

3. 研究の方法

はじめに、3種類の振動モータの機械的特性(周波数・振幅)を測定するとともに各振動モータでの体表点字の読み取り能力を測定し、機械的特性と読み取り能力の関係を調べた。

渦電流式変位測定器を用いて3つの振動モータの周波数・振幅を求めた。表の上段が垂直方向で下段が水平方向である。

	円筒型	円盤型 1	円盤型 2
周波数	81	125	109
[Hz]	104	119	104
振幅	320	110	97
[μm]	324	118	198
上段：垂直方向		下段：水平方向	

特徴をまとめると、

円筒型：振幅が大きく強い刺激

円盤型 1：周波数が大きく細かい刺激

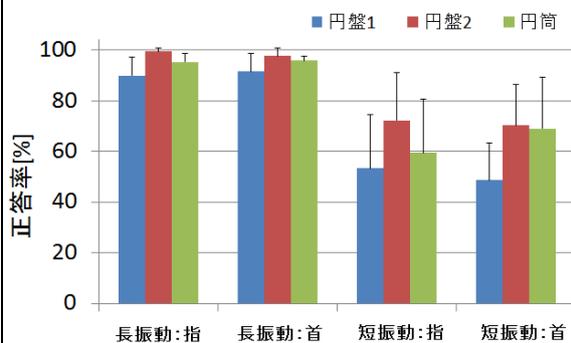
円盤型 2：円盤 1 より周波数小で粗い振動である。

2つの振動子による2点式体表点字の読み取り実験を行った。部位は指および首で、振動パラメータは、

長振動：振動時間/休止時間=250/250 ms

短振動：振動時間/休止時間=150/50 ms

とした。



実験結果から、

- ・円盤型 2 は円盤型 1 の正答率を上回っている。水平方向の振幅の差異が影響していると考えられる。

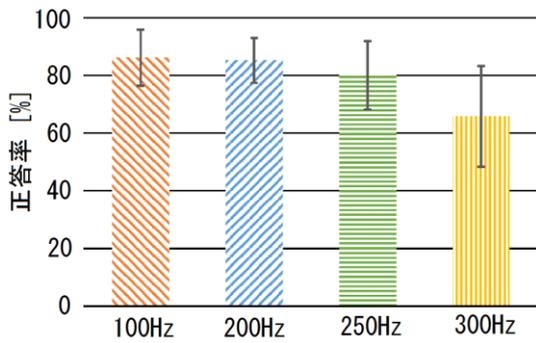
- ・円盤型 2 は円筒型の正答率を上回っている。振幅が大きければよいというものではない。ということが分かった。

皮膚の1方向に刺激を与えられる素子を選定および開発して、一方向での刺激による体表点字の読み取り特性を解明した。

皮膚に対して垂直方向の振動させる素子として、振動スピーカを用いた。

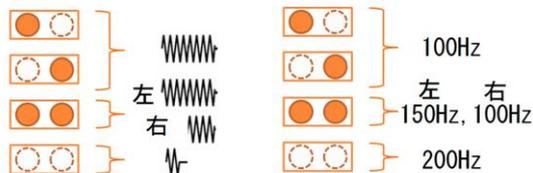


振動モータでは単一の周波数・振幅で振動させる/させないしか表現できなかったが、振動モータでは周波数も振幅も任意に変更できる。振動モータと同様に振動のあり/なしにより、振動周波数をパラメータとして体表点字の読み取りを行った。



正答率は周波数が 100Hz, 200Hz では 86%であったが、250Hz では低下していて、300Hz では 66%まで低下した。周波数に上限があるのが確認できた。この測定はパラメータとして周波数を変更したもののすべて同一の周波数であった。

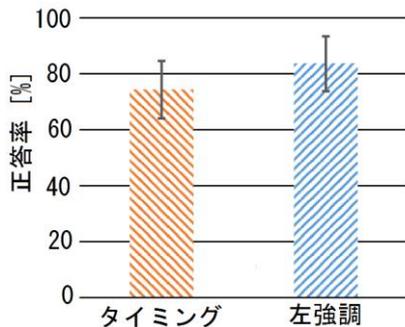
体表点字では左右の振動モータが振動した時の認識誤りが多いので、両方の振動を強調する振動パターンを考えた。



(a) タイミング

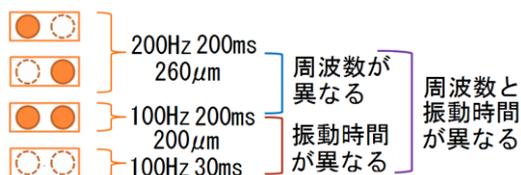
(b) 左強調

1 つは両方の振動のとき右を遅れて振動させる方法 ((a) タイミング法) で、もう 1 つは両方の振動のとき左の振動の周波数を変更する ((b) 左強調法) である。

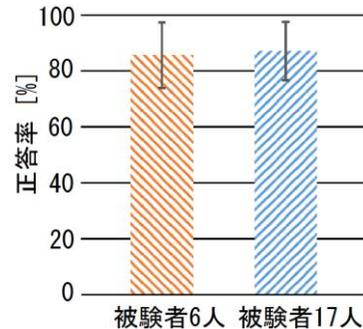


タイミング法は、1 つ前の実験結果より正答率が低下している。左強調法では 1 つ前の実験よりも振動パターンの違いを認識しやすく正答率が 84%に上昇した。

さらに点字の点がない「空段」を強調することを考えて、空段を弱く感じる振動とするように振幅・周波数を選んだ。



左または右の 1 つの振動については、周波数を 200Hz、振幅を $260\mu\text{m}$ とした。両方および空段についてはともに 100Hz としたが振動時間が異なる。体表点字の 1 つの段を表現するための振動 (左・右・両方・なし) を位置・周波数・振幅を用いることによりすべて異なるようにできた。

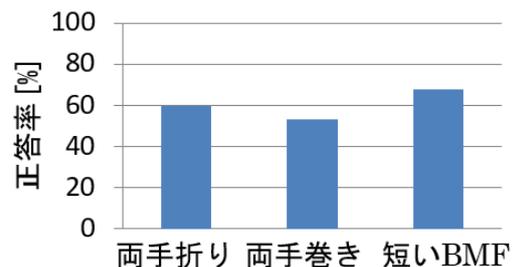


被験者 6 人の正答率は 84%であった。被験者の数から「空段」の振動が弱くかつクリアに感じられてよかったとの意見があった。また、単一の周波数・振幅の振動とは異なり複数の種類の振動が混在するため測定が単調とならないとの意見もあった。これまでに体表点字を経験していない人を被験者として測定しても正答率は 85%で高い正答率が維持された。

皮膚に対して水平方向に刺激をさせる素子として申請時の計画調書では形状記憶合金を考えていた。形状記憶合金は通電すると収縮して張った状態になり通電を切ると緩む。通電のオン/オフを繰り返すことにより振動と同様な刺激を発生できる。この形状記憶合金を皮膚に当てることで皮膚に水平方向に刺激を与えることを考え装置化した。形状記憶合金部分は体表に付けることを考慮して 10cm と 15cm のものを用意した。



両方の指に折り曲げて装着した場合と巻き付けた場合の 2 方式について、体表点字の読み取り特性を測定した。



正答率は、折り曲げた場合で 59%、指に巻いた場合で 53%であった。長さ 0.4mm の短い形状記憶合金を用意し、感度の良い指の背に装着して測定しても 68%であった。刺激が弱く体表点字の刺激素子には使えないことが分かった。

申請時の計画調書では、皮膚に水平方向の刺激として、偏心重りのついた 2 つの歯車を用いた装置の開発を想定していたが、歯車がずれることにより想定した水平の刺激を発生することができなかった。皮膚に対して水平であれば前後の直線的な刺激でなく円周方向の刺激もあり得ると思いつき、制御しやすいステップモータの先の回転で皮膚を刺激することを考えた。



実際に実験をしてみると、従来の刺激呈示時間では刺激の有無を判断するのが困難だったため 2.5 倍の 500 ミリ秒とした。正答率は形状記憶合金による刺激と同じく 50~60% 程度であり、体表点字の刺激素子としては利用できないことが判明した。正答率が低い理由は刺激が分かりづらかったためである。

4. 研究成果

体の任意の部位で振動パターンを認識することで点字情報を伝える体表点字では、これまで振動モータを用いていた。3 種類の振動モータのうち円盤型の振動モータでの体表点字の認識率が高くこれは皮膚に対して水平方向の刺激からではないかと考え研究を行った。

3 種類の振動モータの機械的特性（周波数・振幅）を求めるとともに体表点字の読み取り実験を行い、円盤型の振動モータの方が、正答率が高いのを確認した。また単に振幅を大きくても正答率が上がるわけではないのが分かった。

申請時の計画調書では水平方向の刺激が認識を上げるのによいと想定していたが、本研究で形状記憶合金による刺激およびステップモータによる刺激について検討したが、刺激が弱すぎて認識率を上げることができなかった。

一方、皮膚に垂直な方向の刺激を出せる振動スピーカでは、好ましい結果が得られた。振動スピーカでは周波数も振幅も任意に変更できる。そこで、体表点字を表現するための 4 つのパターン（左、右、両方、なし）について、異なる振動で呈示することができた。

点字の点がない「空段」について、弱くかつクリアなパターンで振動を呈示でき、正答率の向上になった。また、振動モータでは振動のあり/なしの変化しかつけられず順応が起きやすいが、提案した振動スピーカの呈示ではあり/なし以外に異なる周波数・振幅による振動であるため順応が起きづらく読み取りの向上にもなった。振動パターンを区別することにより情報を伝える場合、周波数・振幅の変化を混在させることが有効であると分かった。

体表点字の開発当初は点字マスの 6 つの点に対応して 6 つの振動モータを用いていたが、正答率を落とすことなく装着が容易な 2 つの振動モータで済むようになっていた。今回の研究により振動素子として振動スピーカが使えることがわかり、1 つの振動スピーカで周波数・振幅を変えることにより複数の振動パターンを呈示できることが分かった。

現在はこの 1 つの振動スピーカで複数の振動パターンを構成できることを利用して、より装着が容易な 1 つの振動スピーカで体表点字を表現する方法を検討しはじめている。

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 5 件）

Satoshi Ohtsuka, Hiroyuki Chiba, Nobuyuki Sasaki and Testumi Harakawa: Alternative Vibration Presentation Methods for the Two-point Body-Braille System, IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics Proceedings, 査読有, 2016, pp.380-382, DOI: 10.1109/GCCE.2016.7800451

Akinori Tajima, Satoshi Ohtsuka and Tetsumi Harakawa: Analysis of Vibration Characteristics for Body-Braille Reading Accuracy, IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics Proceedings, 査読有, 2015, pp.176-177, DOI: 10.1109/GCCE.2015.7398516

Satoshi Ohtsuka, Tetsuya Usami and Nobuyuki Sasaki: A Vibration Watch Using a Smart Phone for Visually Impaired People, IEEE 3rd Global Conference on Consumer Electronics Proceedings, 査読有, 2014, pp426-427, DOI: 10.1109/GCCE.2014.7031094

Nobuyuki Sasaki, Satoshi Ohtsuka, Kazuyoshi Ishii and Tetsumi Harakawa: The Study of a New Actuator for a Two-point Body-Braille System, International Conference on Computers for Handicapped Persons Proceedings, 査読有, 2014, Part1-630-633,

DOI: 10.1007/978-3-319-08596-8_97

Nobuyuki Sasaki, Satoshi Ohtsuka, Kazuyoshi Ishii and Tetsumi Harakawa: The Development of a Music Presentation System by Two Vibrators, International Conference on Computers for Handicapped Persons Proceedings, 査読有, 2014, Part1-602-605, DOI: 10.1007/978-3-319-08596-8_93

〔学会発表〕(計6件)

阿久津諒平, 佐々木信之, 原川哲美, 大墳聡: 新しい体表点字の呈示方法: 1点式体表点字の検討 第二報, 日本福祉工学会学術講演会, pp. 129-130, 2016年11月26日, 前橋工科大学(群馬・前橋).

田島彰規, 佐々木信之, 原川哲美, 大墳聡: 形状記憶素子の2点式体表点字の読み取り特性, 電子情報通信学会2016年総合大会, 2016年基礎・境界, p. 324, 2016年3月15日, 九州大学伊都キャンパス(福岡・福岡).

千葉拓亨, 佐々木信之, 原川哲美, 大墳聡: 2点式体表点字における皮膚の受容器を考慮した振動呈示方法, 日本福祉工学会学術講演会, pp. 67-68, 2015年11月28日, 山梨大学(山梨・山梨).

阿久津諒平, 佐々木信之, 原川哲美, 大墳聡: 新しい体表点字の呈示方法: 1点式体表点字の検討, 日本福祉工学会学術講演会, pp. 47-48, 2015年11月28日, 山梨大学(山梨・山梨).

田島彰規, 佐々木信之, 原川哲美, 大墳聡: 体表点字のための周波数に対する振動読み取り特性の解析, 電子情報通信学会2015年総合大会, 学生ポスターセッション予稿集 p. 4, 2015年3月10日, 立命館大学(滋賀・草津).

田島彰規, 佐々木信之, 原川哲美, 大墳聡: 振動モータと体表点字パターンの読み取り特性, 日本福祉工学会第18回学術講演会, pp. 77-78, 2013年11月29日, 岩手大学(岩手・盛岡).

6. 研究組織

(1) 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・准教授
研究者番号: 50223863

(3) 連携研究者

原川 哲美 (HARAKAWA TETSUMI)
前橋工科大学・工学部・教授
研究者番号: 70319151

佐々木 信之 (SASAKI NOBUYUKI)
筑波技術大学・健康科学部・教授
研究者番号: 00353251