

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01480

研究課題名(和文) 眼電位を用いた重度肢体不自由者における意思伝達支援装置に関する研究

研究課題名(英文) Study of the Character Input with Coding Input Method for Users with Severe Physical Disabilities

研究代表者

小山 裕徳 (KOYAMA, HIRONORI)

東京電機大学・未来科学部・教授

研究者番号：00120113

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、重度肢体不自由者、特に筋萎縮性側索硬化症患者におけるアクセシビリティ機器として眼電位を用いた意思伝達支援装置の検討を行った。眼電位を用いた意思伝達支援装置としてスイッチ一つを用いた走査入力方式の提案を行っている。しかし、走査入力方式では文章を完成するまでに時間を要し、意図的に文章を短くするなどの傾向がある。また、複数の入力動作による符号化入力方式を用いた検討はなされておらず、本研究は符号化入力方式の提案を目的とし検討を行った。その結果、注視位置と瞬目を用いた入力動作を利用することで複数の入力動作を提案することが可能となった。

研究成果の概要(英文)：In individuals with motor disabilities such as amyotrophic lateral sclerosis, progressive speech impairment necessitates the use of an assistive communication aid. However, these individuals also need accessibility equipment to use these aids. Because they have limited control over body movement, we have been investigating the utility of the EOG as a means of accessibility and previously reported a technique to identify voluntary eye blink on the EOG. We propose a scanning input method using one switch as a communication control device using EOG. However, with the scanning input method, it takes time to complete a sentence, and there is a tendency to intentionally shorten the sentence, for example. In addition, studies using a coding input method based on multiple input operations have not been made, and this research was conducted with the aim of proposing a coding input method.

研究分野：福祉工学

キーワード：眼電位 意思伝達支援装置 瞬目 アクセシビリティ機器

1. 研究開始当初の背景

重度肢体不自由者、特に筋萎縮性側索硬化症 (ALS) 患者などの進行性の疾患では様々な機器を利用する場合、病状の進行に適したアクセシビリティ機器を使用することになる。病状末期においても比較的機能低下が少ない残存機能を用いることで、病状の初期から末期にかけて同一の機器を使用することが可能となる。そのため、アクセシビリティ機器を買い換える必要が無く、利用に慣れるなど多くの利点が考えられる。そこで、病状末期においても比較的機能低下が少ない眼球運動を用いたアクセシビリティ機器の検討が多く行われている。

眼球運動を検出する一つの手法として眼電図法がある。眼電図法は眼球運動を電気的に検出し、他の検出方法と比較し頭部を固定する必要がなく装置の取り付けが容易であり長時間の信号検出が可能である。また、安価に作成することが出来る CCD カメラを用いた視線探索法と同様に、眼電図を用いた装置も比較的安価に設計することが可能であり、患者にとって利用しやすいという利点がある。

眼電図法を用いた入力方式として、単一スイッチによる走査入力方式が考えられる。しかし、走査入力方式ではメニュー項目や文字入力などの選択に多くの時間を要してしまう。そのため、眼電位を用いた新たな入力方式の検討が必要となる。

2. 研究の目的

ALS 患者などの進行性の疾患では病状の進行に適したアクセシビリティ機器を使用することになる。そのため、病状末期においても比較的機能低下が少ない眼球運動を用いたアクセシビリティ機器の検討が多く行われている。眼球運動を入力方式に利用する手法としては角膜反射法、強膜反射法、サーチコイル法、眼電図法などがある。角膜反射法、強膜反射法は赤外線を目に照射し、反射光をセンサで検出している。赤外線を長時間照射することで、眼疾患を引き起こす可能性がある。利用者はアクセシビリティ機器を長時間かつ高頻度に利用するため、安全性を考慮すると赤外線を利用した測定はなるべく避けたい。また、サーチコイル法はコイルを巻いたコンタクトレンズを用いるため眼球に接触し、装着時間が限られ、患者にとって大きな負担となる。眼電図法は眼球運動を電気的に検出し、他の検出方法と比較し頭部を固定する必要がなく装置の取り付けが容易であり長時間の信号検出が可能である。また、安価に作成することが出来る CCD カメラを用いた視線探索法と同様に、眼電図を用いた装置も比較的安価に設計することが可能であり、患者にとって利用しやすいという利点がある。また、医療現場において眼球運動検査に広く用いられているため、既存の生体電気アンプなどの医療機器を流用するだけで

なく、医療従事者が測定機器を使い慣れているなど医療機器への導入が容易である。

現在まで眼電図法を用いたアクセシビリティ機器の提案を行ってきた。眼電図法を用いた問題点の第一として誤入力や誤動作などがあり入力に安定性が高くないことが挙げられていた。原因として入力動作が無意識に行われ、誤入力や誤操作となることが考えられる。そこで入力動作に着目し、これらの問題点を解決すべく研究を行ってきた。入力動作を「閉眼中に上方視」にすることで誤入力を低減することができ、96%の成功率となる。これは「閉眼中に上方視」が他の眼球運動と比較し有意に大きな電位が生じるためである。図1に眼電位を用いたスイッチ操作を示す。

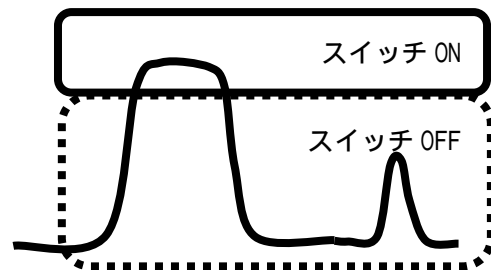


図1 眼電位によるスイッチ操作

また、随意性瞬目を入力動作として用いることも提案している。眼電位では厳密に視線を同定する精度はないが、上方視や下方視など大まかな注視位置を識別することは可能である。そこで、図2に示すように、注視位置と随意性瞬目を組み合わせることで、随意性瞬目のみの動作による複数の入力方法の提案が可能となった。また、随意性瞬目では入力の容易性から連続した動作することで特異的な波形が生じる。

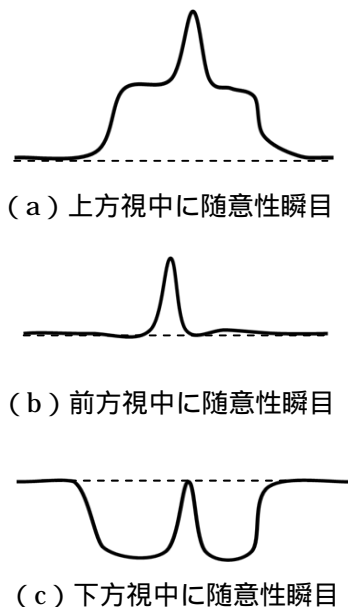


図2 注視位置と随意性瞬目による

これまで、眼電位を用いた入力方式としては単一スイッチによる走査入力方式が主流であるが、複数の入力動作を利用可能なことから、符号化入力方式による文字入力の提案が可能となる。そこで、眼電位を利用した符号化入力方式による意思伝達支援装置の提案を目的とする。

### 3. 研究の方法

視線入力の多くは50音を画面上に表示し、目的の文字を注視することで入力される直接選択入力方式を用いている。直接選択入力方式では対象となる視覚対象物が小さくなるため、高い入力精度が求められる。そのため、事前にキャリブレーションを行う必要がある。しかし、重度肢体不自由児などはキャリブレーションに応じてもらえないケースが多く、キャリブレーション無しで視線入力装置を利用している。このような状態において、視線を同定できる高い精度は求まらない。一方、符号化入力方式は複数の符号のみで文字を入力することが出来る。しかし、符号を覚える必要があるなど、視線入力として入力の検討がなされていない。そこで本研究は符号化入力方式を用いた視線入力の検討を行った。本研究においては、符号化入力方式の符号化としてモールス信号を用いた。モールス信号は短点(・)および長点( )で構成される。そのため二つの入力動作が必要となる。

実験は5文字のランダムな平仮名を提示し入力した。なお、文字毎に符号数が異なるため、5文字で19符号となるよう設定を行った。なお、一般的に視線入力として利用される入力方式である直接入力方式との比較を行った。また、視線入力においてはキャリブレーションを実施せずに実験を行い、キャリブレーションの有無による影響も検討した。

また、符号化入力方式では、目的の文字を入力し終了後に確定動作および削除動作の検討も行った。確定動作とは例えば、「い」を入力する場合、短点、長点(・ )と入力するため、短点を入力し、その後長点を入力することで「い」が表示される。その後短点を入力すると「な」、長点を入力すると「や」が入力される。また、符号の誤入力および文字の誤入力があるため、削除機能については文字が確定せず符号の入力状態では符号が一つ削除、文字が確定している状態では1文字削除できるようにした。なお、決定および削除においては入力精度による影響を検討した。実験では符号を入力後に特定の入力動作を行うことで確定、特定の入力動作を行うことで削除機能を割り当てとし検討を行った。なお、「下方注視時に随意性瞬目」における入力成功率が80%、「上方注視時に随意性瞬目」における入力成功率は95%となっている。これら二つの入力動作を用い、入力成功率が決定および削除に与える影響の検討を行った。なお、この実験においては5

文字を入力後、すべての文字を削除するように指示した。

被験者は20代5名とした。実験風景を図3に示す。ディスプレイは23inch、被験者から65cmの位置に設置した。また、画面右上に入力文字および入力符号を呈示した。実験は蛍光灯下で行い、明るさは320lxとした。入力領域サイズは、直接入力方式では一文字の大きさを150×150pixelとした。

なお、すべての実験において実験協力者には東京電機大学ヒト生命倫理審査委員会承認された資料を用いた上でインフォームド・コンセントを十分に行い、同意を得た上で実験を開始した。



図3 実験風景

### 4. 研究成果

文字入力を終えるまでの時間は、符号化入力方式では58.05±15秒、キャリブレーションを行った場合の直接入力方式では23.95±18秒となった。また、t検定を行った結果、直接選択入力方式が有意に短いことが確認された。誤入力は符号化入力方式では5.6%、直接入力方式では5.6%となった。符号化入力方式では19回の符号を入力するため、一つの符号を入力するまでの時間は約3.1秒であった。一方、直接入力方式では約4.8秒となった。

実験結果より入力速度は直接選択入力方式が符号化入力方式と比較し有意に速いことが確認された。これは符号化入力方式では符号を記憶する必要があるため、文字入力に時間を要する。また、直接入力方式と比較し、入力数が多くなることから時間を要する。

また、キャリブレーションを実施しない場合、直接入力方式では44.86±58秒となった。また、誤入力は16.0%となった。符号化入力方式では19回の符号を入力するため、一つの符号を入力するまでの時間は約3.1秒であった。一方、直接入力方式では約4.8秒となった。また、キャリブレーションを実施しない場合、直接入力方式では約9.0秒となった。

符号化入力方式では事前に符号を記憶する必要がある。また、文字入力時に符号を想起する必要もある。そのため、直接入力方式と比較するとより時間を要することになる。直接選択入力方式を用いた視線入力におい

てはキャリブレーションを行わない場合、一つの文字を入力するのに約9秒となっている。キャリブレーションを行う場合は約4.8秒であったことを考えると二倍ほど時間を要することになる。また、キャリブレーションが実施できない状態では誤入力も多くなり使用感が悪いことが考えられる。実際にアンケートでは「入力したい位置とズレが生じる」「ズレを考慮して入力を行った」などユーザビリティに問題があったと考えられる。視線入力においては、あらかじめキャリブレーションを実施できることが望ましいが、実施できない場合においては誤入力が高くなることが確認された。

また、符号化入力方式においては決定および削除における入力精度が与える影響を検討した。注視位置と随意性瞬目をを用いた場合、「下方注視時に随意性瞬目」における入力成功率が80%、「上方注視時に随意性瞬目」における入力成功率は95%となっており、入力成功率の高い「上方注視時に随意性瞬目」を削除機能に割り当てることで10%ほど入力時間が短くなることが確認された。

本研究では符号化入力方式の検討を行った。視線入力を用いた直接入力方式と比較すると時間は要するが、誤入力が少なくアンケートからも符号化入力方式は利用しやすいとの意見も確認された。一方で符号化入力方式では事前に符号を記憶する必要がある。また、符号を記憶していない場合は符号を確認し入力することになる。そのため、次にどのような符号を入力するとどのような文字が入力されるかなど、アシスト機能を用いる必要性が確認された。また、本実験で利用した符号はモールス信号を用いており、二つの符号を組み合わせている。しかし、確定や削除などを改めて別の入力動作に割り当てる必要があるため、四つの入力動作が求められる。これまで「閉眼中に上方視」「注視位置と随意性瞬目」「連続した随意性瞬目」などさまざまな入力動作を提案してきた。それぞれの入力成功率や抽出率を考慮する必要がある。また、ユーザによって動作の入力成功率も異なる可能性がある。そのため事前に入力動作を行い、それぞれの精度を把握し符号化入力方式に適用することでよりユーザビリティの高い入力方式となると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計5件)

大矢哲也, 野本洋平, 小山裕徳, 川澄正史, 視線入力を用いた支援システムの検討, 平成29年電気学会電子・情報・システム部門大会, 2017

大矢哲也, 野本洋平, 小山裕徳, 川澄正史, 重度肢体不自由者における視線入力を用いた文字入力の検討, 平成29年電気学会電子・情報・システム部門大会, 2017

大矢哲也, 野本洋平, 小山裕徳, 川澄正

史, Study of the Character Input by Eye Gaze and Switch Operation, 第56回日本生体医工学会大会, 2017

大矢哲也, 野本洋平, 小山裕徳, 川澄正史, Study of the Character Input with Coding Input Method for Users with Severe Physical Disabilities, 第55回日本生体医工学会大会, 2016

大矢哲也, 野本洋平, 小山裕徳, 川澄正史, Research of Operation Method of Accessibility Equipment based on Eye movement, 第54回日本生体医工学会大会, 2015

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小山裕徳 (KOYAMA HIRONORI)

東京電機大学・未来科学部・教授

研究者番号: 00120113

### (2) 研究分担者

大矢哲也 (OHYA TETSUYA)

日本医療科学大学・保険医療学部・講師

研究者番号: 60514247