

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：30108

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500657

研究課題名(和文)透明文字盤の特長を生かした非接触入力スイッチの開発

研究課題名(英文)A development of non-contact input switch with features of a clear character board

研究代表者

宮坂 智哉 (Miyasaka, Tomoya)

北海道科学大学・保健医療学部・教授

研究者番号：10404758

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、長期間意思伝達支援が可能な透明文字盤の特長を生かし、Amyotrophic Lateral Sclerosis (筋萎縮性側索硬化症;ALS)などの進行性神経筋疾患の患者に対し、顔面周囲のわずかな随意性運動を入力源とする入力スイッチを開発することを目的とした。スイッチの構成は500万画素CCDカメラと画像処理ソフトによる画像センサ、および接点信号出力装置とした。入力を検出する随意性運動は口角の挙上とし、口角の中立位から1.5mm挙上した状態を検出した。試作した入力スイッチで市販の意思伝達支援装置の入力が可能なことを確認した。

研究成果の概要(英文)：The present study aimed to develop an input switch that uses minute voluntary facial movements as an input source in conjunction. The switch performed a transparent character board that can assist long-term communication for patients with amyotrophic lateral sclerosis and other progressive neuromuscular diseases. The switch configuration included a signal output device and an imaging sensor comprising a 5 megapixel charge-coupled device camera and image processing software. Detection of voluntary elevation of the corners of the mouth formed the input signal, specifically elevation of 1.5 mm from the neutral mouth position. A prototype switch with this study enabled input to a commercial augmentative and alternative communication device.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：福祉用具 支援機器

1. 研究開始当初の背景

ALS などの進行性神経筋疾患は、進行的に随意性運動機能が低下し、意思伝達が次第に困難になる。意思伝達を支援する機器があるが、それを有効に操作するには、対象者の運動機能に適応した、負担なく操作可能な入力スイッチの導入が重要である。しかし、進行的な随意性運動機能の低下に応じて、そのたびにスイッチを変更する必要がある。変更のたびに対象者はスイッチの処方の評価を受け、操作方法を習得し、介護者は設置方法を習得する。福祉給付を受けて導入する場合は、手続きに時間がかかる。その間対象者の意思伝達支援は中断し、対象者と介護者の QOL(生活の質)は低下する。

研究者は 2002 年から 2007 年にかけて、眼球運動で操作する 1 チャンネルの入力スイッチを開発し、在宅 ALS 患者を対象に臨床評価を実施し、約 30 ヶ月間継続して意思伝達を支援した。しかし、対象者によって眼球運動は正常だが、脛の挙上が困難で操作ができない例があった。また介護者が装置の設置に時間がかかる問題があった。研究及び臨床を通じて、対象者、介護者からはいいいえの単純なサインで良い、そのかわり対象者と介護者間の意思疎通を確実にしたいという切実な要望を得た。

一方疾患が進行しても、長期間利用可能な意思伝達の手段の一つとして、透明文字盤の使用がある。透明文字盤は文字や数字、記号などが書かれた透明な板で、介護者が対象者の意思を読み取る道具である。透明文字盤が長期間利用可能な理由として、1.眼球、脛、表情筋など、いずれか 1 箇所の随意性運動で、介護者が目視で判断できる視覚的变化があれば認識可能である。2.介護者が、対象者の視線中立位に目標物を合わせることで、対象者の意思表出に視線移動を必要としない。3.対象者の応答に介護者が合わせることで、緩慢な動作でも認識が可能である。4.対象者の身体に非接触で、電極貼付などによる潰瘍の発生リスクがない。一方、短所として 1.使用者の意思を介護者が読み取ることで、使用者の意思に介護者の主観が入る可能性がある。2.文字盤の扱いに慣れが必要で、扱いに慣れた介護者以外との意思伝達が難しい、などがある。

2. 研究の目的

本研究は、Amyotrophic Lateral Sclerosis (筋萎縮性側索硬化症;ALS)などの進行性神経筋疾患の患者(対象者)に対し、高解像度カメラを検出部とする画像センサを用いて、眼球、脛、表情など顔面周囲のわずかな随意性運動を入力源とする入力スイッチを開発するものとした。長期間意思伝達支援が可能な透明文字盤の特長を生かし、随意性運動機能の低下、運動可能な部位の減少に柔軟に対応し、使用にあたって対象者には身体的負担を少なく、介護者には設置時の負担を少なくすることを目標とした。装置の開発により、対

象者と介護者との意思伝達を継続的に支援することを目的とした。

3. 研究の方法

(1)入力スイッチの仕様設定

装置の構成は、使用者の顔面周囲を撮影する 500 万画素 CCD カメラと、画像データを取り込み、随意運動を検出して ON/OFF の接点信号を出力するコントローラーとした。CCD カメラを、使用者の前方 500mm~1000mm に設置する。撮影範囲は(400×400)mm とし、使用者の顔面が入るようにした。入力方法は顔面周囲の随意性運動とし、中立位を OFF、運動時の状態を ON とした。1 種類の随意性運動で 1 チャンネルの入力を原則とした。

(2)随意性運動検出システムおよび実験系

顔面周囲の随意性運動を検出するシステムとして画像処理ソフトウェア、画像処理用パーソナルコンピュータ、500 万画素カメラを中核とする画像センサシステムに、データ編集、保存用のパーソナルコンピュータを加えたものを随意性運動検出システムとした。背もたれの角度を可変できる介護用ベッドを用意し、被験者とカメラ間の撮影角度、撮影距離を調整できるようにした。

(3)随意運動検出、接点信号出力アルゴリズムの検討

検出可能な随意性運動の部位として、眼球、脛、眉、眉間、頬、口角、下顎とした。運動の検出は、顔面の中立位と、随意運動実施時の画像データを取得し、画像の明度や色度から、運動に関与しない部位の座標と運動した部位の座標を求め、それらの距離、角度から運動の検出を行う方法で検出アルゴリズムを作成した。随意運動の検出は、画像上で概ね 1mm の変化の検出を目指した。

(4)入力スイッチの試作

随意運動検出システムに、実験結果をもとに作成した随意運動検出アルゴリズム、出力アルゴリズムを導入して入力スイッチを試作した。操作のフィードバック確認のための操作音、ランプ点灯を追加した。またフィールドでの評価を想定して、高解像度カメラをテーブルなどに容易に固定できる金具、電源やケーブルをまとめるケースなどを自作して導入した。

(5)入力スイッチの評価

基本特性の評価

健常者を被験者とし、設定した検出アルゴリズムと随意性の部位ごとに入力の成功率、入力に必要な最小距離、入力再現性などを評価する。また操作しやすさなどの主観的評価を実施した。加えて誤作動防止の確認のため、顔面の位置ずれによる操作、周囲照度を変化させた状態での操作について評価した。評価には従来型の入力スイッチも用いて比較し

た。

意思伝達支援装置の操作による評価

ALS 患者の使用状況を想定した意思伝達支援装置と電子呼び鈴の操作を併用する構成で、入力スイッチの操作状況を評価した。評価項目は 基本特性の評価に準じた。

(6)倫理的配慮

本研究は植草学園大学研究倫理委員会より研究倫理審査の承認を得た(12-01号)。また北海道工業大学研究倫理委員会より研究倫理審査の承認を得た(第56号)。

4. 研究成果

(1)入力スイッチの構成

入力スイッチのシステム構成は、画像処理ソフトウェアと500万画素CCDカメラ及び比較用の35万画素CCDカメラとパーソナルコンピュータによる画像センサシステム(図1)(オムロン社製)を基本構成とした。画像センサシステムからの出力は、画像センサが入力を検出してパーソナルコンピュータに接続した仮想RS-232Cを経由してトリガ電圧を出力し、更にフォトリレーを介して接点出力を発生し、それをスイッチ入力とした(図2)。



図1 画像センサシステム

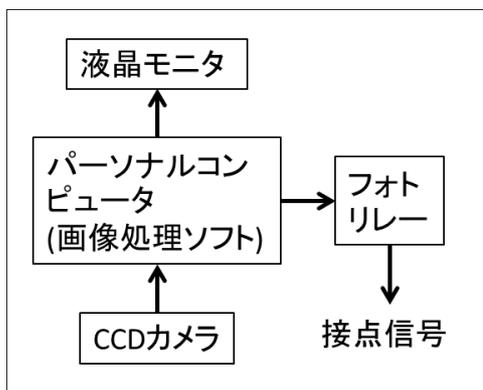
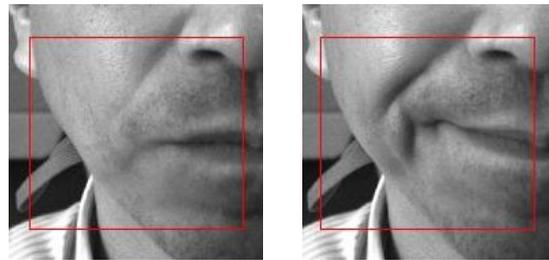


図2 システム構成

(2)入力方法

500万画素CCDカメラでは被験者の正面から500mmの距離で被験者の顔面が撮像範囲に入る位置に設置した。35万画素のCCDカメラでは200mmの距離で設置した。入力方法は顔面周囲の随意性運動の部位として、眼球、瞼、

眉、眉間、頬、口角、下顎について安静中立位と運動後の画像を比較した。スイッチ入力以外の動作と分離が容易で画像上で運動の変化を検出しやすい動作として口角の挙上を選定した(図3)。画像上で口角の安静中立位から口唇挙上1.5mmで再現ある入力操作が得られた(図4)。入力の方法は、安静中立位をキャリブレーション用画像として取得し、口角を挙上した画像と比較して、画像上の明度の変化で入力を判定した(図5)。被験者の運動開始からスイッチ入力信号の出力に至る応答は500万画素CCDカメラの場合180msecで、35万画素CCDカメラの場合100msecだった。



口角中立位 口角挙上
図3 入力動作

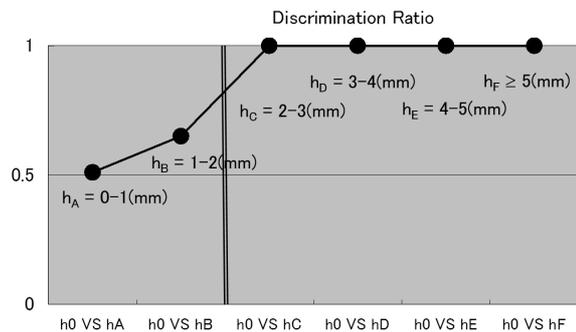


図4 入力動作の検出

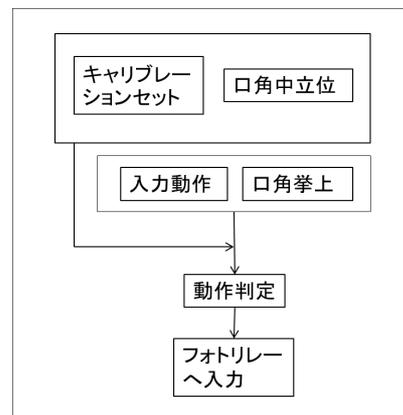


図5 入力方法

(3)入力スイッチの試用評価

製作した入力装置に市販の意思伝達支援装置を導入して試用評価(図6)を実施した。健康者を被験者とし、入力操作が可能なることを確認した。



図6 試用評価

(4)まとめ

本研究では、画像センサシステムをもとにした入力スイッチを開発し、健常者を被験者として、口角を1.5mm挙上して市販の意思伝達支援装置を入力操作することが可能なことを確認した。本システムは工業用の画像処理システムを用いており、在宅に導入するにはコスト面で難しい。今後は安価な小型ビデオカメラを用い、低価格で同様の操作が可能なシステムを構築し、より実用的なシステムの開発を進める。

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)

1. Hirokazu Haruna, Shunichi Sugihara, Keisuke Kon, Tomoya Miyasaka, Yasuyuki Hayakawa, Toshiya Nosaka, Kazuyuki Kimura, Change in the Mechanical Energy of the Body Center of Mass in Hemiplegic Gait after Continuous Use of a Plantar Flexion Resistive Ankle-foot Orthosis, Journal of Physical Therapy Science, 査読有, 25 11 1437-1443 2013/11, doi: 10.1589/jpts.25.1437
2. Satoshi Kido, Yasuhiro Nakajima, Tomoya Miyasaka, Yusuke Maeda, Toshiaki Tanaka, Wenwei Yu, Hiroshi Maruoka, Kiyomi Takayanagi, Effects of Combined Training with Breathing Resistance and Sustained Physical Exertion to Improve Endurance Capacity and Respiratory Muscle Function in Healthy Young Adults, J.Phys. Ther. Sci. 査読有, 25 605-610 2013/6, doi: 10.1589/jpts.25.605
3. Toshiaki Tanaka, Akira Kudo, Syunichi Sugihara, Takashi Izumi, Yusuke Maeda, Norio Kato, Tomoya Miyasaka, Maureen K. Holden, A Study of Upper Extremity Training for Patients with Stroke Using a Virtual Environment System, J. Phys. Ther. Sci. 査読有, 25 575-580 2013/5, doi: 10.1589/jpts.25.575
4. Yukako Okuno, Tomoya Miyasaka, Kunio Dobashi, Factors Influencing the Outcome of Acute Rehabilitation: Functional Independence Measure Assessment at Discharge, J.Phys.Ther.Sci. 査読有, 24 6 491-494 2012/7, doi: 10.1589/jpts.24.491
5. Yusuke Maeda, Toshiaki Tanaka, Tomoya Miyasaka, Kiyomi Takayanagi, Takeshi Tsuruga, Effect of Load Change on Foot Arch in Different Positions? Assessment of Foot Arch using a Motion Analysis System and a Caliper? Goniometer System?, J.Phys.Ther.Sci. 査読有, 24 5 435-441 2012/7, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/24/5/24_435/_pdf

[学会発表](計6件)

1. Shunichi Sugihara, Shimizu Koichi, Toshiaki Tanaka, Tomoya Miyasaka, Takashi Izumi, Assessment of Visual Space Recognition in Patients with Unilateral Spatial Neglect Using Head Mounted Display (HMD) System: Case Study with Left Unilateral Spatial Neglect, 2013 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, Submission number: 99 2013/12
2. Tomoya Miyasaka, Toshiaki Tanaka, Takashi Izumi, INVESTIGATION OF IMAGE-ANALYSIS DETECTION LIMIT FOR LIFTING OF COMMISSURA LABIORUM, ACPT2013 I-P006 2013/9
3. Toshiaki Tanaka, Takashi Izumi, Syunichi Sugihara, Tomoya Miyasaka, Norio Kato, Yasuhiro Nakajima, DEVELOPMENT OF A REMINDER WHEELCHAIR SYSTEM WITH MULTISENSORY STIMULATION TO SUPPORT DISABLED PERSON, ACPT-2013 I-P009 2013/9
4. Toshiaki Tanaka, Syunichi Sugihara, Takashi Izumi, Tomoya Miyasaka, Norio Kato, Yusuke Maeda, Yasuhiro Nakajima, Maureen K. Holden, A STUDY OF UPPER EXTREMITY TRAINING FOR PATIENTS WITH STROKE USING A VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY, ACPT-2013 I-P246 2013/9
5. Shunichi Sugihara, Toshiaki Tanaka, Tomoya Miyasaka, Takashi Izumi, Koichi Shimizu, Assessment of Visual Space

Recognition in Patients with Visual Field Defects Using Head Mounted Display (HMD) System: Case Study with Severe Visual Field Defect, 35th Annual International IEEE EMBS Conference
Submission number: 2163 2013/7

6. Tanaka Y, Tanaka M, Miyasaka T, Aoki K., Horiuchi K., Yamanaka T., EFFECTS OF TOES FLEXION STRENGTH TO POSTURAL SWAY AND RANGES/AREA OF WEIGHT SHIFTS, 16th International WCPT Congress
RR-PO-202-27- Thu 2011/6

〔図書〕(計1件)

1. 編者: Wenwei Yu, Teik-Cheng Lim 他/共著者: U. Rajendra Acharya, Teik-Cheng Lim, Wenwei Yu, Subhagata Chattopadhyay, Tomoya Miyasaka, Masanaori Shoji, Toshiaki Tanaka 他, Advances in Therapeutic Engineering, CRC PRESS, Taylor and Francis Group 161-181
2012/12

〔その他〕

ホームページ等

<http://labs.hus.ac.jp/details.php?id=190>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮坂 智哉 (MIYASAKA TOMOYA)

北海道科学大学・保健医療学部・教授

研究者番号: 10404758

(2) 連携研究者

田中 敏明 (TANAKA TOSHIAKI)

東京大学・先端科学技術研究センター・特任教授

研究者番号: 40248670

(3) 連携研究者

泉 隆 (IZUMI TAKASHI)

東海大学・基盤工学部・教授

研究者番号: 80193374