

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：33108

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500660

研究課題名(和文) 重度障害者のための口腔・舌運動による総合型操作支援装置：I T O A S の開発

研究課題名(英文) Development of the Mouthpiece type remote controller for the Integrated Tongue Operation Assistive System "I-to-AS" for seriously disabled people

研究代表者

寺島 正二郎 (Terashima, George Shojiro)

新潟工科大学・工学部・教授

研究者番号：20278071

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：頸椎損傷者などは上肢も不自由なため、電動車椅子の操作にも不自由が伴う。そこで、「舌運動」を利用し、口腔部に設置したリモコンやジョイスティックを用いて、福祉機器の操作を行う「口腔・舌運動による総合型操作装置ItoAS」の開発を行っている。

24年度は、口唇で啜って使用する「口唇ジョイスティック」、25年度はジョイスティック型口腔内リモコン5号機を開発し、26年度は小型化を目指して6号機を製作した。

システムの有効性を確認するために、6号機を用いて市販の電動車椅子で簡易コースを走行する試験を行った。当リモコンを舌で操作した所要時間は指と比較して約20%の増加に留り、本システムの有効性が示された。

研究成果の概要(英文)：To control assistive devices to be used by seriously disabled people, we have focused on tongue motion. We have tried to develop an Integrated Tongue Operation Assist System ("I-to-AS") to control a PWC and a PC as an AAC device. In this study we developed a stick type mouthpiece remote controller as a new type of the remote controller. This controller has a 4-directional tact switch and a push switch. To investigate the operativeness of the "I-to-AS" with the stick type mouthpiece remote controller, eight able-bodied candidates drove a PWC on the same course. Each candidate operated the PWC using the stick type mouthpiece remote controller by "Tongue" and by "Fingers". The average driving times were compared and the difference between using the tongue and fingers was about 25% which was considered acceptable. These suggest that the "I-to-AS" with the stick type mouthpiece remote controller would be effective and it has the potential to be used by seriously disabled people.

研究分野：医療・福祉・リハビリテーション工学

キーワード：支援工学 福祉工学 リハビリテーション工学 重度障がい者 頸髄損傷 電動車椅子 操作支援

1. 研究開始当初の背景

交通事故などによる頸椎損傷や筋ジストロフィーなどによって、上肢および下肢の自由が利かない方々にとっては、屋内外の移動だけではなく TV のリモコン操作から福祉機器の操作まで、日常の全ての動作に困難が伴う。さらに発語機能も低下している場合、家族や介護者とのコミュニケーションも困難となることから、福祉・支援機器は非常に重要な機器となる。

他方、一般的な障がい者用の支援機器や操作装置は数多く開発されているが、上記の様な重度障がい者が利用できる機器は少ない。ここで、重度障がい者用においても随意的に動かせる部位としては「眼球」と「口や舌」が挙げられ、この様な重度障がい者用の支援機器・操作装置は「眼球運動」や「呼吸」を利用したものが多いが、操作が容易ではないなどの問題点を有し、新たな機器の開発が求められている。

そこで、我々は舌の機能に着目し、操作装置であるコントローラーを口腔内に設置し、舌によって操作する「口腔内コントローラー」の開発を行ってきた。ここで、口腔内コントローラーを無線タイプにした場合には電源として非常に毒性の強い電池を内蔵する必要があるので、バッテリーからの液漏れ・誤飲の危険性が問題視される。しかし、この問題を解決するために、我々の研究室では“suica”や“ICOCA”などに利用されている受動型の RF タグを利用することにより、内蔵電源を持たないリモートコントローラーを開発してきた。

これまでに、我々の研究室では舌で口腔内リモートコントローラーの操作を行うことにより、市販の電動車椅子の運転操作に成功している。また、発語機能も低下している重度障害者用の意思伝達支援システムとして、コンピュータ画面上のマウスカーソルを同様のシステムで操作する「舌マウス」システムを開発しており、文字入力などにも成功している。しかしその一方で、利用者の障害の程度や舌の運動癖により、利用できない方や良好な操作性が得られない場合があり、さらなる操作性の向上と利用対象者の拡大が重要視されてきた。

2. 研究の目的

上記の背景による問題点を解決するために、当該申請では、より多くの障害や利用者に対応するために、新たな入力デバイスとして舌の運動癖に影響されにくい「口唇ジョイスティック」の開発を行う。また、この「口唇ジョイスティック」と、これまでのシステムとの互換性を持たせることにより、入力装置として「口腔内コントローラー」「口唇ジョイスティック」の2系統を備え、操作対象として「電動車椅子」および「一般の PC を利用した意思伝達装置」を持つこととなる。

さらに、TV や照明などの環境機器の操作も可能とすることで「口腔・舌運動による総合型操作装置 “Integrated Tongue Operate Assistive System: I-to-AS”」の開発に繋げると共に、その有効性について評価する。

3. 研究の方法

これまで本研究室で行ってきた研究成果を基に、下記のように「口腔・舌運動による総合型操作装置 “Integrated Tongue Operate Assistive System: I-to-AS”」の開発を行う。

(1) 「口唇ジョイスティック」の開発

本体は口唇もしくは前歯などで軽く啞え、舌先でジョイスティック部分を操作する、「口唇ジョイスティック」の開発を行う。ここで、ジョイスティックのセンサ部は、小型の圧力センサを組み合わせるにより、ジョイスティックの操作方向とその荷重値を検出する3軸のセンサを用いる。

また、当該装置の誤動作防止や機能の拡充のために、口唇もしくは前歯で啞える部分に圧力センサ（以下、咬合力センサ）を設置する。具体的な利用方法としては、電動車椅子を操作する際に、咬合力センサに荷重が加わっていない場合にはシステムは動作させず、適切な荷重が加わった状態で動作し、閾値以上の荷重で非常停止する機能を持たせる。一方、意思伝達装置や PC などの操作時には、閾値以上の荷重でクリックなどの機能を付加する。

(2) コントロールソフトの開発

上記(1)の「口唇ジョイスティック」から発信された信号を基に、電動車椅子の運転操作を行う。また、意思伝達装置や PC などの操作時には、PC 上のカーソルを上下左右へ移動させ、クリック・ダブルクリックを行うためのコントローラー&コントロールソフトの開発を行う。

さらに、当該申請では PC による制御によって TV や照明などの環境機器の操作も可能となる様に拡張機能を持たせたソフト開発を試みる。

(3) 「口腔内リモートコントローラー」の改良

当該申請以前から取り組んできた操作支援システムの入力デバイスとして、口腔内に設置し、舌で操作する「口腔内リモートコントローラー」がある。

そこで、この「口腔内リモートコントローラー」の改良も併せて行った。ここで、従来の口腔内リモコンは押しボタン式であったのに対して、操作部に小型のジョイスティックを利用することで操作性の向上が図れると考え、スティック型口腔内リモートコントローラー(5号機)の制作を行った。

4. 研究成果

平成 24 年度中には、図 1 に示す様に、口唇や前歯部分で軽く咬み、舌先で小型のスティック部分を操作する「口唇ジョイスティック」の開発を行い、その操作性について検討を行った。「口唇ジョイスティック」を用いて市販の電動車椅子の運転操作を行い、大学内に規定した簡易コース（図 2）を走行する際の所要時間を計測したところ、全被験者の平均所要時間は 38.0 ± 6.1 (mean \pm 1S. D.) [s] であった。また、参考のために、同じコースを通常のジョイスティックを用いて走行した際の所要時間は 27.2 ± 1.3 [s] であった。ここで、本研究で開発した「口唇ジョイスティック」を用いて走行した時との平均値の差異は 10.8 [s] であり、 39.7% の増加に留まったことが分かった。この結果から、開発した「口唇ジョイスティック」は実利用可能な範囲にあることを示した。

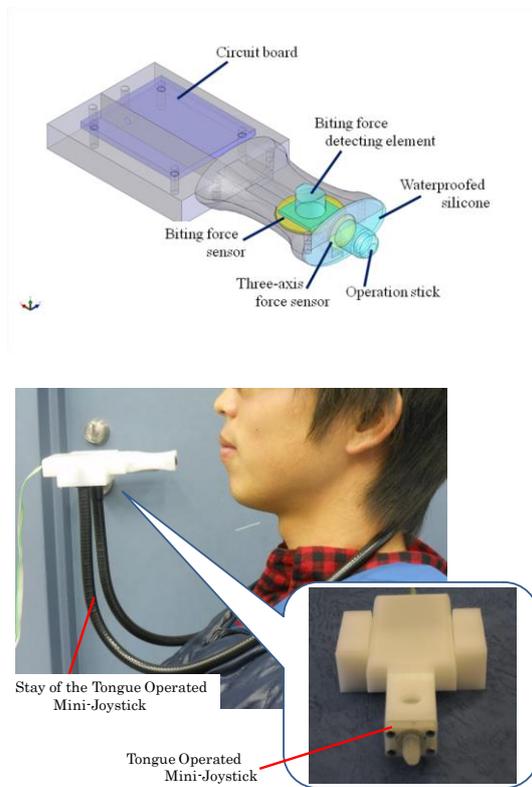
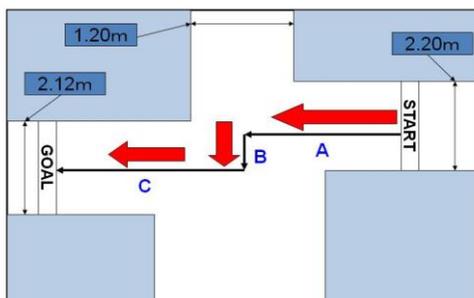


図 1 口唇ジョイスティック



1)Forward → 2)Left Turn → 3)Forward → 4)Right Turn → 5)Forward
Section A(6.05m) + Section B(2.75m) + Section C(4.15m) = Total 12.95m

図 2 学内に規定した簡易運転コース

平成 25 年度は、口腔内に設置し、舌で操作する「口腔内リモートコントローラー」の開発も併せて行った。ここで、従来の「口腔内リモートコントローラー」は操作に対応したスイッチを舌先で押下することで対象物の操作を行ってきたが、「口唇ジョイスティック」の様に操作部に小型のジョイスティックを利用することで操作性の向上が図れると考え、従来の押しボタン式口腔内リモコンを改良し、図 3 に示す様にスティック型口腔内リモートコントローラー(5 号機)の制作を行った。制作したスティック式口腔内リモートコントローラー(5 号機)の操作性を検討するため、市販の電動車椅子を用い、大学内に規定した簡易的なコースを走行し、所要時間を測定した。被験者は健常者 8 名、各 5 回ずつ走行し、走行に要した平均所要時間と SD を算出した。平均所要時間は 52.4 ± 10.7 (mean \pm 1S. D.) [s] であった。また参考として、同リモートコントローラーを指で操作した場合の平均時間は 42.0 ± 5.5 (mean \pm 1S. D.) [s] であり、両者を比較すると、舌による所要時間は指と比べ、約 10 [s] (25%) の増加に留った。ここで、指の感覚が鋭いことを考慮すると、両者に大きな差が無いことから、開発した口腔内リモートコントローラーは操作性が高いと推察された。

さらに、H26 年度はスティック式口腔内リモートコントローラー(5 号機)の改善課題であった、スティック部の小型化を目的として、図 4 に示す様に十字型スティック式口腔内リモートコントローラー(6 号機)の開発を行い、従来と同様の方法で有効性の検討を行った。

本システムの有効性を示すために、市販の電動車椅子 (MC-16, SUZUKI 社製) を用い、大学内に規定した簡易的なコースを走行し、この際に要した所要時間を測定した。結果を図 5 に示す。十字型スティック式口腔内リモートコントローラー(6 号機)を舌で操作して規定コースを走行するための所要時間は全被験者の平均で 52.2 ± 18.7 (mean \pm 1S. D.) [s] であった。また参考として、同リモートコントローラーを指で操作した場合の平均時間は 43.4 ± 8.2 (mean \pm 1S. D.) [s] であり、両者を比較すると、舌で操作した場合の平均所要時間は指で操作した場合に比べ、約 9 [s] (20%) の増加に留った。ここで、一般的に、様々な場面において、指の方が舌に比べて操作能力が高い点と、前述の結果において両者に大きな差が無いことから、開発した口腔内リモートコントローラーの操作性が高いことが示唆された。

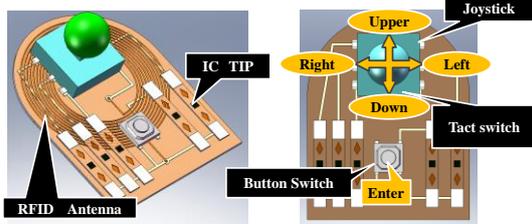


図3 口腔内ジョイスティックリモートコントローラー (5号機)

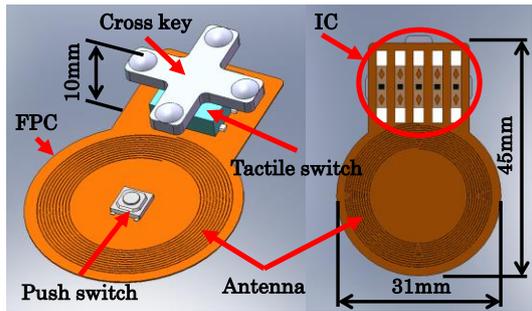


図4 十字スティック式口腔内リモートコントローラー (6号機)

Operating Application	Driving Speed [m/s]	Operating Method	Operating Time (mean±S.D.[s])
Normal Joystick	1.1	Finger	29.1±1.3
Stick Type Remote Controller In The Oral Cavity (Ver.5)	0.8	Finger	45.6±10.0
		Tongue	57.4±14.3
Cruciform Stick Type Remote Controller In The Oral Cavity (Ver.6)	0.8	Finger	42.8±7.7
		Tongue	54.9±20.1

図5 規定コースを走行した際の操作方法と所要時間

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 3件)

- 1) 寺島正二郎, 酒井淳一, 吉田壮介他; 重度障害者のための操作支援装置“I-to-AS”の開発—口腔内リモコン ver. 6 の開発と操作性の向上—, 臨床バイオメカニクス, Vol. 35, pp. 105-112, 2014年, 査読あり
- 2) 寺島正二郎, 大平隆広, 酒井淳一他; 重度障害者用の操作支援装置“舌マウス”の改良, 臨床バイオメカニクス, Vol. 34, pp347-355, 2013年11月, 査読あり
- 3) 寺島正二郎, 酒井淳一, 大平隆広他; 口腔内ジョイスティックの開発—舌を利用した重度障害者のための統合型操作支援装置“I-to-AS”の開発に向けて—, ライフサポート学会特集号, 2012年, 24巻(4号), pp201-207, 査読あり

[学会発表] (計 9件)

- 1) Shojiro G. Terashima, Jun-ichi Sakai, Keisuke Sasagawa et.al.; Improvement of the mouthpiece type remote controller of the tongue operation assistive system: “I-to-AS” for seriously disabled people, proceedings of the World Congress of Biomechanics 2014, in USB, 査読あり
- 2) 寺島正二郎, 酒井淳一, 吉田壮介他; 重度障害者のための舌動作による操作支援装置“I-to-AS”の改良, 第89回日本医療機器学会講演論文集, in CD, 2pages, 査読なし, 2014
- 3) 寺島正二郎, 田斎晃, 侯宇昕他; 口腔内コントローラー6号機を用いた“舌マウス”システムの操作性, in CD, 2pages, LIFE2014 (生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会), 査読なし, 2014
- 4) Shojiro G. Terashima, Jun-ich Sakai, Takahiro Ohira, et.al.; Improvement of the Mouthpiece type remote controller for the Integrated Tongue Operation Assistive System “I-to-AS”, proceedings of Association for the advancement of Assistive Technology in Europe, pp513-518, 2013, September, 査読あり
- 5) 寺島正二郎, 酒井淳一, 大平隆弘他; 舌動作による操作支援装置“I-to-AS”の改良と電動車椅子の操作, 日本機械学会 北陸信越支部 第50期総会・講演会 講演論文集, No. 137-1, 2pages, CD, 2013年, 査読なし
- 6) 酒井淳一, 吉田壮介, 寺島正二郎他; 重度障害者のための舌運動を用いた口腔内リモートコントローラー6号機の開発, 日本機械学会 第24回バイオフィロンティア学術講演会, 査読なし, 2013

- 7) Shojiro George Terashima, Eiichi Satoh, Chiyuki Matsuzawa et.al.; DEVELOPMENT OF THE INTEGRATED TONGUE OPERATION ASSIST SYSTEM FOR SERIOUSLY DISABLED PEOPLE, Proceeding of European Society of Biomechanics, 2 pages, 2012, July, in CD
- 8) 酒井淳一, 寺島正二郎, 大平隆広他; 舌を利用した重度障害者のための操作支援装置の開発, 日本機械学会バイオフィロンティア学術講演会講演論文集, pp71-72, 2012
- 9) 酒井淳一, 大平隆広, 寺島正二郎他; 重度障害者のためのスティック式口腔内コントローラーの開発 新潟工科大学研究紀要 No. 17 Page. 1-6, 2012年12月, 査読なし

[図書] (計 1件)

- 1) 寺島正二郎 (単著); RF タグを利用した口腔内リモートコントローラーの開発—重度障害者の操作支援装置として—, 月刊自動認識, vol. 27, No. 12, pp12-17, 2014, 査読なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

寺島 正二郎 (Shojiro George Terashima)

新潟工科大学・工学部 教授

研究者番号：20278071