

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

酒井淳一*, 大平隆広**, 寺島正二郎***,
村上肇***, 佐藤栄一****, 佐々木聡*****

(平成 24 年 10 月 31 日受理)

Development of a Stick-type Tongue Operated Remote Controller for Seriously Disabled People.

Junichi SAKAI*, Takahiro OHIRA**, Shojiro George TERASHIMA***,
Hajime MURAKAMI***, Ei-ichi SATOH**** and Satoshi SASAKI*****

We have tried to develop Integrated Tongue Operation Assistive System; "I-to-AS". The "I-to-AS" is an assistive control system to operate a powered wheelchair, an Augmentative and Alternative Communication devices and some other environment control devices, for seriously disability people such as who have cervical cord injury or ALS. This system consists of a mouthpiece-type remote controller that was operated by pressing switches for moving direction. But some users can't operate this mouthpiece-type remote controller by their tongue function. To increase the number of users, we develop a stick type mouthpiece remote controller.

To investigate the maneuverability of the stick type mouthpiece remote controller, 8 able-bodied candidates drove a PWC on the prescribed course by using the stick type mouthpiece remote controller. The driving time of operated by tongue and by fingers were compared. The driving time by tongue was about 25% increasing against finger's condition. These results suggest the possibility that this system would be effective as an assistive tool for severely disabled people.

Key words : Assistive Technology, Rehabilitation Engineering, Tongue Motion, Cervical Cord Injury

1. はじめに

交通事故や高所からの落下事故などにより頸椎を損傷された方や、筋ジストロフィーや筋萎縮性側索硬化症（ALS）などの神経性疾患を持つ重度障害者は、上・下肢共に自由に動かすことが困難なため、移動などの際には電動車椅子などの福祉機器を利用する必要がある。ここで、一般的な電動車椅子に用いられている操作方式としては、ジョイスティックを手で操作する方式が多いため、上述の様な重度障害者が自分自身でジョイスティックを操作し移動を行うことは困難となる。そのため、この様な重度障害者のために様々な操

* 新潟工科大学大学院生
** 機械制御システム工学科学生
*** 機械制御システム工学科教授
**** 情報電子工学科准教授
***** 明倫短期大学助教

作装置が開発されている。代表的な装置としては、小型のジョイスティックを顎先で操作するチンコントロールシステムや音声認識を利用した装置などがある。しかし、高位レベルで損傷した頸髄損傷者においては、頭部を自由に動かすことは元より、頭部を支えることも困難であることから、頭部や顎を動かすことによって操作を行うチンコントロールシステムの適用は難しい。他方、音声認識装置は近年有望視されてきているものの、周囲の雑音による影響を受け、誤動作し易いことから現状でも実利用には至っていない。この様に、現在開発されている操作装置もそれぞれ一長一短があり、新たな操作装置の開発も望まれている。

このような背景から、我々はこれまでに上記の様な重度障害者においても温存されやすく正確な動作が可能な舌運動に着目して、RFID 技術を利用したリモートコントローラーを口腔内に設置し、舌でボタンスイッチを押下して操作を行うボタン式口腔内リモートコントローラーの開発を行ってきた[1]–[5]。また、上下肢共に自由が利かない上に、発語機能にも障害を有する重度障害者の意思伝達装置として、口腔内リモートコントローラーを利用し、舌でコンピュータ上のマウスカーソルを操作する”舌マウス”システムの提案を行っている。

しかし、このボタン式口腔内リモートコントローラーは、目的としたボタン押下時に他のボタンを同時に押下することを避けるために、ボタン同士の間隔を広めにとらなければならない。ここで、歯科学的に“舌癖”と呼ばれる様に、舌の動作し易い範囲には個人差があるため、ボタン式リモートコントローラーを利用する場合、利用者によっては押し難いボタンが存在する可能性がある。

そこで、上述した舌の個人差による影響を受け難く、高い操作性を実現し、疲労度の低い操作装置の開発を目指すため、小さな動作で操作可能なスティック式口腔内リモートコントローラーの開発を行った。この開発により、口腔内リモートコントローラーは、従来のボタン式と開発したスティック式の2タイプとなる。また、別途開発した、口唇で軽く啞え舌先で操作する“口腔内ジョイスティック”を併せると、操作装置としては2系統3タイプとなり、より多くの重度障害者に対応可能なシステムの開発を目指している。

本報では、開発したスティック式口腔内リモートコントローラーの仕様を概説すると共に、その操作性について実験的検討を行ったので報告する。

2. システム構成

本研究で製作したシステムは、Suica や ICOCA などに利用されている受動型 RF タグ (RFID : Radio Frequency Identification タグ) 技術を応用し、内蔵電源なしで駆動可能な操作装置である。システムの概要は Fig.1 に示す様に、口腔内リモートコントローラーを利用して電動車椅子を操作する場合、口腔内リモートコントローラーから発信された RF タグの ID 情報は RFID 認識装置で受信され、専用の制御用コントローラー (c-Rio 9014, National Instruments 社製) で処理を行い、利用者の操作に対応した電圧信号を市販の電動車椅子 (MC-16, SUZUKI 社製) に供給し、運転する構造となっている。他方、“舌マウス”シス

テムとして口腔内リモートコントローラーによって PC を操作する場合には, RFID 認識装置で受信された RF タグの ID 情報に従って, 市販の PC 上のマウスカーソルを PC 画面上で上下左右に動作させる仕組みとなっている. この際, 制御プログラムとしてはグラフィカル言語の 1 つである Lab View を用いている.



Fig.1 Schematic diagram of the Integrated Tongue operated Assistive System; “I to AS”.

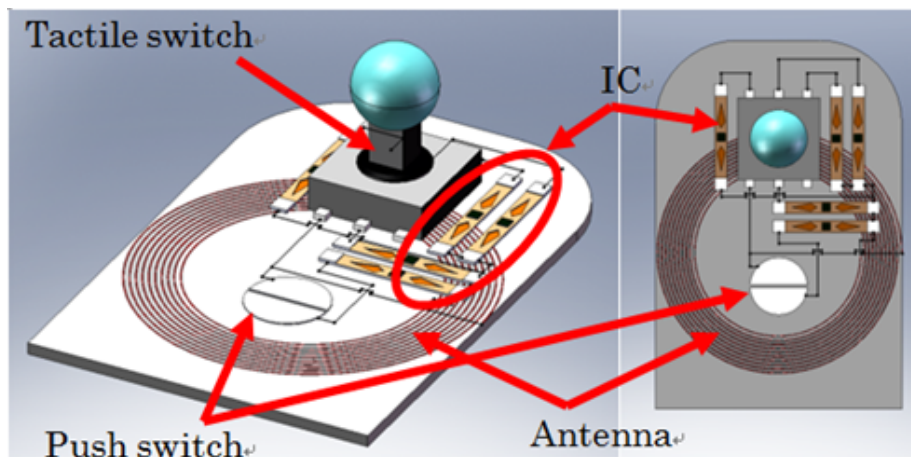
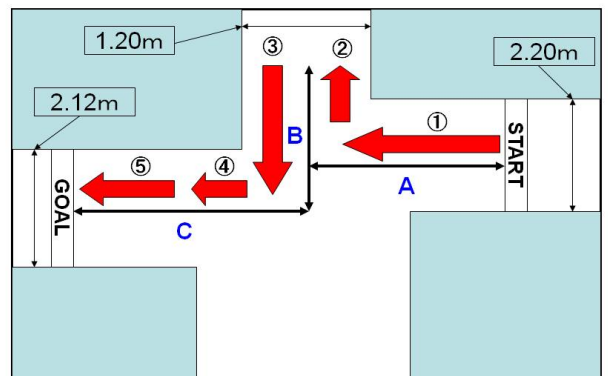


Fig.2 Picture and schematic diagram of the stick type remote controller.

スティック式口腔内リモートコントローラーの構造としては、Fig.2 に示す円形状のアンテナ部、4方向タクタイルスイッチ（SKQUAAA010，アルプス電気社製）およびボタン式スイッチを用いた操作部，またそれに対応した4～5個のRFタグ部（車椅子操作時：計4個使用，PC操作時：計5個使用）からなる構造とした．ここで，スティック式口腔内リモートコントローラーは，歯科矯正用マウスピースと共に上顎に固定し，舌先でスティック部を操作する仕組みとした．各RFタグは，電動車椅子又はPCマウスカーソルの前後左右方向への移動やクリックに対応しており，利用者は動作させたい方向にスティックを舌先で倒すことによって操作が可能である．

3. 実験方法

開発した口腔内リモートコントローラーの有効性を評価するため，スティック式口腔内リモートコントローラーを用いて電動車椅子を舌で操作し，大学内に規定したコースを完走するまでに要する時間を計測した．規定コースは，Fig.3 に示す様に，スタート地点から直進し，右折，後退，左折を行った後，直進してゴールする全長 21[m]の簡易的なコースとした．尚，被験者に基本的な操作方法を理解してもらうため，実験前に5分間の練習時間を設けた．さらに，被験者にはコース上に通過ポイントを指定した上で，できるだけ早くゴールする様に指示をした．被験者は健常者8名（20代：7名，40代：1名）であり，各被験者につき5回ずつ走行し，走行に要した平均時間と標準偏差を算出した．



1)Forward → 2)Right Turn → 3)Back → 4)Left Turn → 5)Forward
 Section A(7m) + Section B(9m) + Section C(5m) = Total 21m

Fig.3 Driving course for trial operation.

4. 結果および考察

8名分の計測結果を Table.1 に示す．この結果より，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 52.4 ± 10.7 (mean \pm 1S.D.)[s]であった．また参考として，同実験を指で

操作した場合の全被験者の平均時間は、 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10[s] (25%)の増加に留った。ここで、舌に比べて指の感覚が鋭いことや運動機能が優れている点を考慮すると、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、実験回数を重ねるに従って操作時間が早くなっていることから、さらなる練習により正確かつ素早い操作が可能になると推察された。

今回実験を行った被験者は、健常者8名ではあるものの、各被験者の平均時間を比較してみると、その差は最大でも約20[s]に留まっていることが分かる。また、被験者からは舌の疲労度が少ないという意見が多かったことや被験者全員が休憩を入れることなく5回連続で実験を行うことができたことから、疲労度においても実利用の可能性があると推察された。これらの結果より、スティック型口腔内リモートコントローラーは重度障害者においても使用できる可能性があると推察された。

Table.1 Course driving times by the " Stick type remote controller in the oral cavity " .

Subjects	1st	2nd	3 rd	4 th	5th	Average[s](mean \pm S.D.)
A	45.5	47.0	81.7	53.5	54.7	56.5 \pm 14.6
B	62.9	51.9	45.3	46.8	56.7	52.7 \pm 7.2
C	49.7	44.3	40.7	40.1	37.5	42.5 \pm 4.7
D	70.5	50.5	57.4	45.4	37.9	52.3 \pm 12.4
E	48.1	44.0	44.2	36.9	39.3	42.5 \pm 4.4
F	55.1	70.3	60.7	59.0	70.1	63.0 \pm 6.9
G	74.8	58.6	51.0	59.8	48.7	58.6 \pm 10.2
H	44.4	48.1	56.1	45.8	59.7	50.8 \pm 6.7
Ave.	56.4	51.8	54.6	48.4	50.6	52.4 \pm 10.7

5. まとめ

頸椎損傷などの重度障害者用の操作装置において、舌の動作特性の個人差による影響を受け難く、高操作性及び低疲労な操作装置の開発を目指すため、スティック式口腔内リモートコントローラーの開発を行った。

開発した口腔内リモートコントローラーの操作性を検討するために、口腔内リモートコントローラーを用いて電動車椅子を舌で操作する走行試験を行ったところ、走行に要する平均時間が同実験を指で操作した場合と比較して25%の増加に留まった他、被験者全員が休憩を入れることなく5回連続で実験を行うことができた。これらの結果から、開発したスティック式口腔内リモートコントローラーは実利用の可能性があると示唆された。

謝辞

本研究は以下の助成金の支援を受け現段階まで進捗し、現在も継続して実施中である。ここに記して謝意を示す。

科学研究費助成金 18700480, 21500524, 24500660

JST シーズ発掘試験研究助成金 05-021

内田エネルギー財団試験研究助成金 2009-40

新潟工科大学共同研究助成金 NIIT-18-01, NIIT-20-01, NIIT-22-03

文献

- [1] Shojiro George TERASHIMA, Takuya Kitazawa, Eiichi Sato, Kazuo Kotake and Isao Sakamaki: Development of Mouthpiece Type Remote Controller for Serious Disability Persons -Basic Investigation of Possibility of Using RFID Technique for Remote Controller- ; Proceedings of the 3rd International Conference on Material and Processing, 2008, ICM&P 2008, CD
- [2] Shojiro George TERASHIMA, Takuya Kitazawa and Eiichi SATHO : Development of Mouthpiece Type Remote Controller for Disability Persons - 3rd- ; Proc. of 4th Asian Pacific Conference on Biomechanics, pp.254-255, 2009.
- [3] Shojiro George TERASHIMA et.al : Development of Mouthpiece Type Remote Controller for Disability Persons ; JBSE, 5(1), pp.66-77, 2010.
- [4] 寺島正二郎他 : 重度障害者のための口腔内コントローラーの開発, バイオメカニズム, 20, pp. 87-98, 2010.
- [5] Shojiro George Terashima et.al : Development of a Mouthpiece type Remote Controller for Operation of a Powered Wheelchair and a Computer Device ; Proc. of 1st Int. Conf. Applied Bionics and Biomech., 2010, CD