

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

Maneuverability of the “Tongue mouse system” by the mouthpiece type remote controller (ver.6)

○寺島正二郎 田斎晃 侯宇昕 村上肇 佐藤栄一（新潟工大）松澤智由貴（歯科手塚医院）

Shojiro George TERASHIMA, Akira Tasai, Hou Yuxin, Hajime Murakami, Eiichi SATOH,

Niigata Institute of Technology

Chiyuki Matsuzawa, Teduka Dental Clinic

Abstract: We have tried to develop an Integrated Tongue Operation Assist System (“I-to-AS”) to control a powered wheelchair (PWC) and a PC as an Augmentative & Alternative Communication (AAC) device for seriously disable people. The “I-to-AS” consists of a mouthpiece type remote controller that was operated by the tongue. To improve the maneuverability of the system, we develop a new mouthpiece type remote controller with a cruciform joystick as ver. 6. To investigate the maneuverability of the remote controller, nine able-bodied candidates operate the PC’s mouse cursor: “Tongue Mouse System” to input prescript sentence. The input time was measured and average time and standard deviation (S.D.) were calculated.

The results suggest that the “Tongue Mouse System” with the cruciform joystick type mouthpiece remote controller would be effective and it has the potential to be used by seriously disabled people.

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

1. はじめに

交通事故などによって頸髄を損傷した方は下肢のみならず、上肢の自由も利かない。また、筋ジストロフィーや筋萎縮性側索硬化症（ALS）などの重度障がい者の中には発語も困難な方もいる。これらの重度障がい者は電動車椅子などの福祉機器の操作や、家族や介護者との意思伝達も容易ではない。この様な重度障がい者のための操作支援機器としては、顎で小さなジョイスティックを操作するチンコントロールシステムにはじまり、音声認識、頭部運動や眼球動作によって操作する装置などが開発されているが、それぞれ一長一短があり、新たな操作支援装置の開発が望まれている。

そこで、我々は重度障がい者においても温存され易い機能の1つである“舌動作”に注目して、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（以下、口腔内リモコン）”の開発を行っている^{(1),(2)}。

ここで、口腔内リモコンの使用にあたっては、口腔内に電池を持ち込むことなく無線通信が行えることが望ましい。そこで、我々は Suica や ICOCA など利用されている受動型 RF タグを口腔内リモコンに用いることで、電池が不要で無線通信可能な口腔内リモコンの開発を行ってきた。

本システムの構成概要を Fig.1 に示す。操作対象は移動機器として電動車椅子、意思伝達機器として PC 上のマウスカーソルを移動させ文字を入力する“舌マウス”システムの2系統を有している。さらに、操作入力装置としては、口腔内リモコンだけでなく、口唇で軽く加え小型のジョイスティックを舌先で操作する“口唇ミニジョイスティック”の開発も併せて行っており、舌運動によって様々な制御対象を操作する「統合型操作支援装置 Integrated Tongue Operation Assistive System (“I-to-AS”）」の開発を目指している⁽³⁾。

「統合型操作支援装置 “I-to-AS”」の開発にあたり、昨年度、スティック式の口腔内リモコン（5号機）を開発した。この口腔内リモコン（5号機）は、従来のコントローラーと

同様に受動型RFタグを用いているが、方向操作の押しボタンスイッチをタクトスイッチに変更することで、方向操作部を超小型のジョイスティックとした。これにより、感覚的かつ容易な操作を目指した。また、“舌マウス”として利用する際の利便性を考慮して、確定ボタンとして押し下式スイッチを中央部に設けた。

ここで、5号機にはハードタイプの電子基板を利用していたことと、ジョイスティックの操作力を低減させるためにスティックのレバーアームを長めに設計していた。このため、当該リモコンを口腔内に設置した場合、上顎部分に大きなスペースを要する問題点を有していた。そこで、口腔内での違和感の低減のために、Fig.2 に示す様に6号機の開発を行った。6号機は柔軟性の高いフレキシブル基板を用いると共に、電子基板のレイアウトを再設計することにより、基板サイズを26%縮小し、より口腔内形状に適合するような形状に変更した。また、ジョイスティック部の先端を十字型にすることで、低操作力を維持したまま、高さを5[mm](41%)短縮し、舌の邪魔になり難い形状とした。

本報では、開発した6号機を“舌マウス”として利用した際の操作性について検討するために、PC画面上で規定文章の入力を行い、入力に要した所要時間を計測・評価したので報告する。

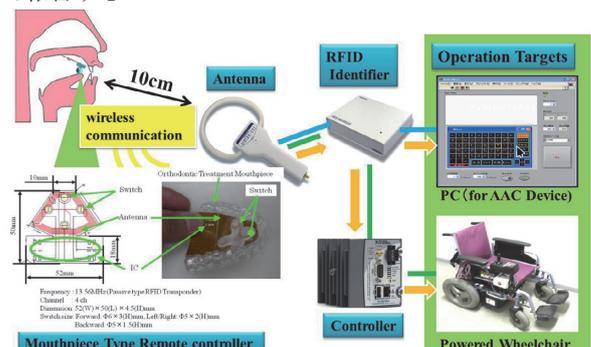


Fig. 1: Schematic diagram of the system configuration of the “I-to-AS”.

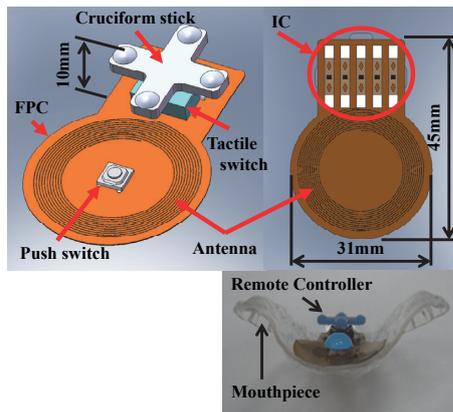


Fig. 2: Schematic diagram of circuit board of the stick type remote controller (ver.6).

2. 方法

1-1 使用機器

Fig.1に基づいて、PC画面上のマウスカーソルを操作する“舌マウス”システムについて説明する。口腔内リモコンは入れ歯安定剤などを用いて利用者の口腔内の上顎の硬口蓋に設置し、操作信号の受信アンテナ（TR3-HA101、タカヤ社製）は利用者の口腔部周辺に設置する。また、受信アンテナに接続されたRFID識別器（TR3-MD001E、同社製）では、口腔内コントローラーから送信されたRFタグのID情報の識別を行い、RS232Cを操作対象となるPCに接続する。操作対象となるPCでは、市販の文字入力ソフトを起動すると共に、グラフィカルランゲージの1つであるLab viewを用いて制作した制御ソフトによりPC上のマウスカーソルを操作する仕様となっている。

1-2 実験方法と被験者

口腔内リモコン（6号機）を口腔内に挿入し“舌”で操作した場合（以下、Tongue）の他、コントローラーを手で持ち“指”で操作した場合（以下、Finger）についての走行所要時間を計測した。また、文字の入力には“確定ボタン”を利用した場合（以下、Click）と、“確定ボタン”を利用せず、“自動文字入力機能（入力したい文字の上にマウスカーソルを移動させ、設定時間以上経過した際に、対応した文字が入力される機能。スイッチの押下が苦手な利用者のために用いる）”を利用した場合（以下、Auto Input）について実験を行った。

入力する文章は「きょうはいいてんきです」とし、漢字変換による影響を省くために、全て“平仮名”で入力した。マウスカーソルの移動速度は100[pixel/s]、被験者は健常者11名、5分間の練習の後に試験を実施した。また、試験回数は5回連続で行い、入力に要した平均時間と標準偏差を算出した。尚、測定に際しては、被験者に事前に十分な説明を行い、趣旨を理解し同意を得た上で行った。

Table 1: Required time to input the prescribed sentence by using Normal Mouse and Tongue Mouse System with the Cruciform Stick type Remote Controller.

Operating Application	Operating Method	Character Input Method	Operating Time (mean±S.D.[s])
Cruciform Stick Type Remote Controller In the Oral Cavity (Ver.6)	Finger	Click	12.4±2.1
		Auto Input	57.2±5.9
	Tongue	Click	47.9±11.7
		Auto Input	66.8±18.3

3. 結果および考察

規定文章を入力するための平均所要時間は、通常のPC用マウスを利用した際に12.4±2.1[s]と最短であった。次に、口腔内リモコンを“指”で操作した条件としては、“確定ボタン”を利用した（Finger/Click）は37.4±10.2[s]、“自動文字入力機能”を利用した（Finger/Auto input）は57.2±5.9[s]であった。

ここで、通常のPC用マウスと口腔内リモコンを“指”で操作し“確定ボタン”を利用した（Finger/Click）の所要時間の差は、マウスカーソルの移動速度に依存していると考えられる。参考のため、カーソルの移動速度を200[pixel/s]とした場合、所要時間は約1/2程度までに短縮されたが、被験者によってはカーソルの移動速度が早すぎる場合、誤入力が増え、利用者ごとに最適な移動速度が異なることが分かった。他方、ClickとAuto inputの結果の際は、入力文字を確定するまでの“設定時間”に依存していることが認められた。

口腔内リモコンを“舌”で操作した結果としては、“確定ボタン”を利用した（Tongue/Click）は47.9±11.7[s]、“自動文字入力機能”を利用した（Tongue/Auto input）は66.8±18.3[s]であった。ここで、“指”と“舌”による平均所要時間の差は“Click”で約53%、“Auto Input”で39%の増加であった。これらの結果から、人間の体の中でも非常に感覚が鋭く細かい動きが可能な“指”での操作と比較して、約39～53%程度の増加であれば今回製作した口腔内リモコン（6号機）の操作性は高く、当該リモコンを“舌マウス”として利用する際の有効性が示唆された。

4. まとめ

重度障害者のための操作支援装置として「統合型操作支援装置“I-to-AS”」の開発を目指している。今回、操作性の向上と疲労感の低減を図るために、超小型の十字形ジョイスティックを配した口腔内リモコン6号機を開発・製作した。開発した口腔内リモコン6号機を“舌マウス”として利用した際の操作性を検討するために、規定文章を入力する際の所要時間を計測・比較した。当該口腔内リモコンを“舌”で操作した際の入力所要時間は、“指”で入力した際と比べ39～53%の増加に留まり、口腔内リモコン（6号機）の操作性は高く、当該リモコンを“舌マウス”として利用する際の有効性が示唆された。

参考文献

- (1) Terashima S. G., Sato E., et. al.: Development of Mouth-piece Type Remote Controller for Disability Persons. JBSE 5(1): 66-77: 2010
- (2) 寺島正二郎, 荻原憲他, 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: 87-98: 2010
- (3) 寺島正二郎, 酒井淳一他: 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誌 Vol.24 No.4: pp201-207, 2012

謝辞: 本研究は次の助成を受け上記まで進捗し、また、現在も継続中である。ここに、記して謝意を表します。

平成18年度科学研究費助成金若手(B), 18700480

平成19年度JSTシーズ発掘試験研究助成金, 05-021

平成21, 24年度科学研究費助成金基盤(C), 21500524, 24500660

平成21, 23年内田エネルギー財団試験研究助成金

2009-40, 2011-35 他