1005

口腔内リモートコントローラーを用いた電動車椅子の操作性 —操作指令モードと操作性—

Operativeness of an Electric Powered Wheelchair using
by the Mouthpiece type Remote Controller
- Operativeness against Operating Modes -

○ 正 寺島正二郎 (新潟工大) 小林 智洋 (新潟工大) 高山 竜志 (新潟工大) 李 升国 (新潟工大)
松澤 智由貴 (歯科手塚医院) 佐々木 聡 (明倫短大)

Shojiro George TERASHIMA, Mechanical & Control Eng., Niigata Institute of Technology, 1719, Fujishashi,
Kashiwazaki, Niigata, 945-1195, Japan
Tomohiro Kobayashi, Tatsuyuki Takayama and Sheng-guo Li, Niigata Institute of Technology
Chiyuki Matsuzawa, Teduka Dental Clinic,
Satoshi Sasaki, Meirin Collage

Key Words: Assistive Technology, Cervical Cord Injury, Communication Device, Activity of Daily Living, RFID

1. 緒言

重度障害者にとって、電動車椅子は利用者の QOL を支える重要な機器である。しかし、頸髄損傷などにより上肢・下肢共に自由が利かない重度障害者は電動車椅子の操作にも困難が伴う。このような重度障害者が電動車椅子を運転・操作する手法としては、小型のジョイスティックを顎で操作するチンコントロールの利用率が高いが、利用者の身体機能により適応できないこともある。この他、頭部の位置や傾き、呼吸や音声を利用した操作装置が開発されているが、それぞれ一長一短があり、新たな操作装置の開発も望まれている。

そこで、我々は重度障害者においても正確な動作が可能な舌運動に着目して、口腔内に設置し、舌で操作を行う口腔内リモートコントローラーの開発を行っている。これまでに、RF タグを搭載した 4ch 型コントローラーを開発し、その通信特性や操作性、疲労感、誤操作の危険性について検討すると共に、実験室環境下であるものの、市販の電動車椅子の運転操作に成功している¹⁻³⁾。ここで、この口腔内コントローラーの操作モードとしては、コントローラー上のスイッチを押下している間のみ車椅子が動作する "Momentary mode" のみであった。しかし、長時間利用時の疲労軽減のため、および継続的な操作が困難な利用者のために、他の操作モードが必要視された。

そこで本報では、これまでに開発してきた口腔内コントローラーで電動車椅子を操作するシステムに "Latch mode" を付加し、その有効性について検討したので報告する。

2. システム構成と実験方法

2-1 システムの構成概要

Fig.1 は口腔内コントローラーを用いて電動車椅子を操作するためのシステム構成である。口腔内コントローラーは利用者の口腔内の上顎部分に設置し、受信用アンテナ (TR3-HA101, タカヤ社製) はハンズフリーマイクのように利用者の口腔部周辺に設置する。次に、受信用アンテナに接続された RFID 識別器 (TR3-MD001E, 同社製) では、リモートコントローラーから送信された RF タグの ID 情報の識別を行う。ここで得られた RF タグの ID 情報に対応した前・後進/右・左折などの操作指令の分類を専用の制御用コントローラー (c-Rio 9014, National Instruments 社製) で行い、各運転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) に供給する構造となっている。尚、全ての機器の電力供給は電動車椅子のバッテリーから行っているた

Fig. 1 Schematic diagram of control system using mouthpiece remote controller for powered wheelchair.

め、任意の場所への移動が可能である。

2-2 操作手法と制御

本システムにおける操作モードとして、これまで用いてきた "Momentary mode" に加え、新たに "Latch mode" を加えた。これら操作手法の特徴を下記に示す。

- **Momentary mode**: 利用者が口腔内コントローラー上のスイッチを舌で押下している間のみ、電動車椅子が対応した動作を行う。また、全てのスイッチが押下されていない場合および、複数のスイッチが押下されている場合、電動車椅子は停止する設定としている。
- **Latch mode**: 利用者が 1 回スイッチを押下することにより、車椅子は対応した動作を一定時間継続する。これにより長時間操作時の疲労軽減が期待される。また、継続的なスイッチ操作が困難な障害者の利用も期待できる。尚、動作を継続する時間は任意に設定可能としている。

2-3 実験方法

"Momentary mode" および "Latch mode" の各操作モードによる操作性について検討するために、以下の実験を行った。大学内に Fig.2 に示す経路を設定し、この区間を通常のジョイスティックおよび口腔内コントローラーを用いて電動車椅子の運転を行った。尚、口腔内コントローラーについては、"Momentary mode" および "Latch mode" でそれぞれ操作を行った。この際、各条件下において設定経路の走行に要した所要

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

Fig. 2 Driving course for trial operation.

Table 1: Course driving times by Normal Joystick and by Mouthpiece Type Remote Controller.

Operating Apprication	Operating Mode	Driving Time (mean ± 1S.D.)
Normal Joystick	---	50.6 ± 1.6
Mouthpiece Type Remote Controller	Momentary Mode	102.9 ± 30.3
	Latch Mode	92.3 ± 23.1

時間[sec]を測定した。被験者は健康な男性4名であり、それぞれの条件において各5回の測定を行い、平均値と標準偏差を算出した。

3. 結果および考察

設定経路を運転した際の所要時間は Table 1 に示す様に、通常のジョイスティック（当該電動車椅子に付属）を用いた場合は 49.7～52.6 (50.6 ± 1.6 : mean ± 1S.D.) [sec]であった。また、口腔内コントローラーを用いて運転した際の所要時間は、"Momentary mode"で 62.4～187.2 (102.9 ± 30.3 : mean ± 1S.D.) [sec]であり、"Latch mode"では、61.3～139.7 (92.3 ± 23.1 : mean ± 1S.D.) [sec]であった。

この結果において、各所要時間の平均値に注目すると、通常のジョイスティックで 50.6[sec]、口腔内コントローラーを用いた場合で 102.9[sec]若しくは 92.3[sec]となっている。ここで、"Momentary mode"と"Latch mode"を比較すると、"Latch mode"の方が短い時間内で運転できていることが分かる。これは、口腔内コントローラーの操作に伴う舌の疲労が軽減され、適切なボタンの押下による正確な操作が実現されたためと考えられる。その理由として、長時間にわたり口腔内コントローラーを用いて車椅子の操作を行っている場合は、その効果は顕著であり、実験後のアンケート調査でも、この旨のコメントが得られている。

続いて、通常のジョイスティックと口腔内コントローラーを用いた場合の所要時間を比較すると、口腔内コントローラーによる操作では通常のジョイスティックの約2倍の所要時間となっていた。ここで、重度障害者が健康者と同等に舌動作が可能であるとは限らないが、本研究で対象としている重

度障害の生活様式を考えると、所要時間が 2～3 倍程度に伸びたとしても許容範囲内であると推察される。さらに、この様な利用者においては、「短時間で操作できる」ことよりも、「自分の力で操作できる」ことの方が重要であることから、他の操作機器が適応できない障害者にとって、本システムは利用価値が高いと推察された。

他方、"Latch mode"では、電動車椅子の「移動速度」と「動作継続時間」の設定は安全性と操作性に大きく影響を与えることが分かった。特に、本報の実験に用いた 4ch 口腔内コントローラーの各スイッチは前・後進／右・左折に対応しており、停止スイッチを具備していない。このため、「移動速度」と「動作継続時間」の設定により壁などへの衝突の危険性を有していた。従って、"Latch mode"では、容易に押下可能な「停止スイッチ」を設ける必要性が明らかになった。また、「安全な運転」と「操作の容易性」はトレードオフの関係にあり、安易に操作性のみを追求してはならないことも示唆された。

4. 結言

上肢・下肢共に不自由な重度障害者のために、舌によって操作する口腔内コントローラーを用いた電動車椅子の操作システムを提案している。本報では操作性の向上のために、これまでの"Momentary mode"に加えて"Latch mode"で操作する機能を追加し、その操作性について検討した。その結果、以下の結論を得た。

- 1) "Latch mode"では、コントローラーの操作に伴う舌の疲労感が軽減されることから、運転所要時間が短縮され、操作性の向上が認められた。
- 2) "Momentary mode"および"Latch mode"共に、一般のジョイスティックによる操作と比べ、所要時間は約 2 倍程度の増加に抑えられており、実利用の可能性が示唆された。
- 3) 安全性の確保のため、"Latch mode"の動作継続時間と電動車椅子の移動速度の設定は慎重に行う必要がある。
- 4) "Latch mode"では、容易に押下可能な「停止スイッチ」を設ける必要がある。

5. 参考文献

- 1) Shojiro George TERASHIMA et al; Development of Mouthpiece Type Remote Controller for Disability Persons, JBSE, Vol.5, No.1, pp66-77, 2010
- 2) 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, vol.20, pp87-98, 2010
- 3) 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

6. 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 若手研究 (B) 18700480
科学研究費助成金 基盤研究 (C) 21500524
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