

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年5月24日現在

機関番号：17102
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2011～2012
課題番号：23700666
研究課題名（和文） 口周辺の機能を利用した二次元同時アナログ入力インターフェースの提案と評価
研究課題名（英文） Proposal and Evaluation of Simultaneous Two-dimensional Analogue Input Interface Using Oral Action
研究代表者 池田 毅 (IKEDA TAKESHI) 九州大学・工学研究院・助教 研究者番号：50448403

研究成果の概要（和文）：手足にハンディキャップを負った人が自分の意思で身の回りの物を操作するためのインターフェースとして口周辺の運動機能を電気信号として取り出すインターフェースを開発・提案し、その基本性能の評価試験を行った。その結果より健常者が操作する際にたびたび用いられるゲームスティックに近い応答性能が得られることを確認した。さらに、電動車椅子の操縦用インターフェースとして実装し、走行試験を行った。

研究成果の概要（英文）：I propose an interface which using lip pressure, bite force and intraoral pressure for handicapped person. This interface device can make three independent analogue signals. Therefore, I propose that this interface device apply to controller of the electric wheelchair. I do some simulations and experiments to evaluate operability of the proposed interface.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：ロボット工学

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：インターフェース、アナログ入力、電動車椅子

1. 研究開始当初の背景

高齢社会を向かえ高齢者や体にハンディキャップを負った人の割合が世話やサポートを行う人に対して増えつつある。こうした時代背景の中で特に病気や事故によって手や体にハンディキャップを負った人の身の回りの世話を家族だけでなく、ホームヘルパーや訪問看護師が行う機会が増えている。しかし、24時間そばでサポートできるわけではない。そのため、ハンディキャップを負った人は自分の体が簡単に動けば容易に行えることを介護してくれる人に気を遣って頼むことを我慢したり、頼むことをためらったり、そばに居ないために頼めなかったりする。例えば、少し外の光が眩しくてブラインドやカーテンを動かしたり、ベッドの傾きを変えた

りということを我慢する傾向にある。このような状況において、ハンディキャップを負った人が自分の意思で思ったときに気軽にまわりのものを操作できるような装置、インターフェースがあれば、生活の質の向上をはかることが可能となる。そこで本研究では手足を使わずとも手足で操作するように物を動かしたりするためのインターフェースを提案する。

2. 研究の目的

手足にハンディキャップを負った人が介護してもらう人に気兼ねなく物をとったり、ベッドの傾きを調整したり、電動車椅子で移動したりすることを目標とする。このようなハ

ンディキャップを負った人が自分の意思で自由に動かすことのできる運動機能を利用し、その運動によって信号を作り出し利用する。ここで自分の意思で自由に動かすことのできる運動機能として口およびその周辺の運動の利用を行った。息を吸ったり、吐いたりすること、唇を閉じる運動、歯を噛み合わせる運動である。これらの運動を圧力センサと力センサを用いて電気信号に変換し、信号とするインターフェースを開発・提案し、その評価を行う。

3. 研究の方法

(1)唇を閉じる力について空圧パイプを通して圧力センサに接続し、電気信号に変換する口唇圧。薄型の力センサを歯で挟むことで噛み合わせる力を取り出す咬合力。圧力センサをつなげた空圧パイプを口にくわえることで口腔内の圧力変化を電気信号に変換する口腔内圧。これら三つの運動機能から取り出す電気信号についてステップ応答を測り操作性の評価を行う。

さらに、同時に使用することを想定し二種類の信号を同時に得ようとする際の運動機能の干渉による電気信号の相互干渉について計測し、基本性能の評価を行う。

(2)提案する口部入力インターフェースを用いて福祉機器の操作を行うことを目的として、まず電動車椅子の操作用コントローラへの適用について考える。手を用いる場合には操作レバーを倒したり、スイッチを押したりすることで前進や後退、旋回などの操作を行う。それらと同様に前進、後退、旋回動作が行えるように口部入力インターフェースから得られる電気信号を用いてコントローラを構築する。

口部入力インターフェースから得られるそれぞれの信号と電動車椅子の動作とを割り当てコントローラを設計する。例えば、口唇圧の変化による電気信号を電動車椅子の前進と対応付け、咬合力の変化による電気信号を後退に割り当てるといった形でコントローラとしての操作性について調べる。

4. 研究成果

(1)口部入力インターフェースの開発と基本性能

①運動機能の個別入力における応答性能

図1に開発した口部入力インターフェースを示す。口に入れても安全なものとして幼児用マウスピースをベースに、空圧パイプを通すことで製作した。空圧パイプの反対側の先には圧力センサを取り付け、空気の流れを圧力変化として電気信号へと変換する。また、



図1 口部入力インターフェース

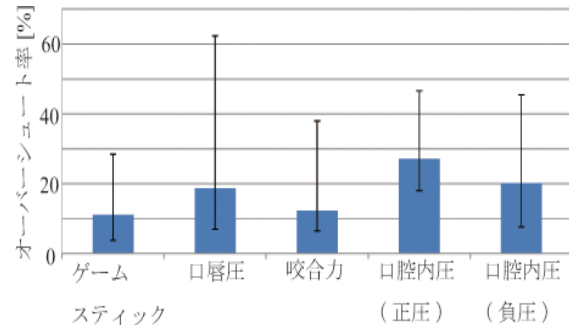


図2 口部入力インターフェースの基本能力試験(オーバーシュート率)

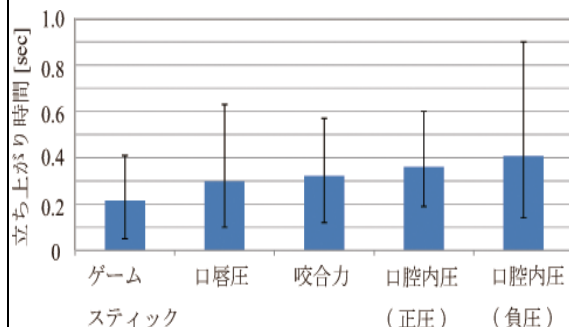


図3 口部入力インターフェースの基本能力試験(立ち上がり時間)

マウスピースのくわえる部分の中に薄型の力センサを入れることで、センサを直接くわえることのないようにした。

この口部入力インターフェースを用いてステップ応答をとりオーバーシュートの割合を求めた結果を図2に示す。図3は同じステップ応答試験の立ち上がり時間を示したものである。

これらの結果は5回行った結果の平均を示しており、手足を使用できる健常者がよく用いるゲームスティック操作における応答に近い結果が得られており、開発した口部入力インターフェースが操作用インターフェースとしての応答性能を有していることが確認できる。

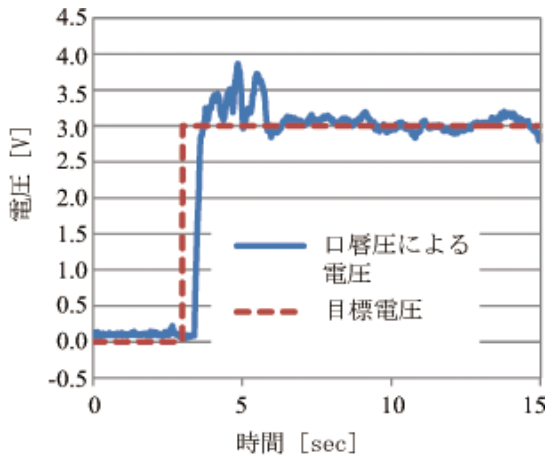


図 4(a) 口唇圧と口腔内圧の組み合わせ時の口唇圧の応答

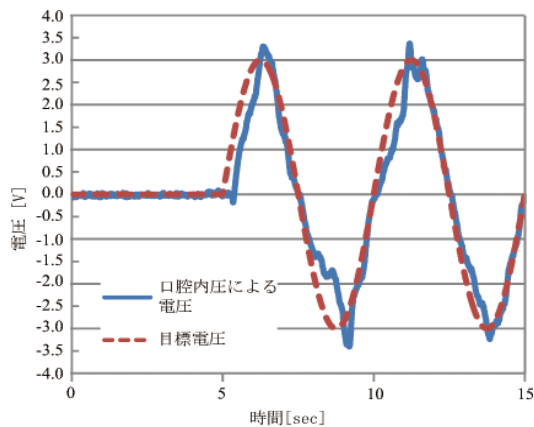


図 4(b) 口唇圧と口腔内圧の組み合わせ時の口腔内圧の応答

②複数同時入力時の相互干渉

複数の信号を同時に使用することを想定し、同時入力時の影響を調べた。口唇圧、咬合力、口腔内圧(正圧)または口腔内圧(負圧)から二つの入力方法を選択し、一方をある一定の値に保ちつつ、もう一方の入力を周期的に変化させてその応答により、相互干渉の影響を調べた。ただし、人間の機能として口腔内圧の正圧と負圧を同時に出すことは不可能であるのでこの組み合わせは計測しないものとした。同時使用時の応答試験の結果の一例を図 4(a)と(b)に示す。赤色の破線は目標値を表し、青色の実線は口唇入力インターフェースを用いて入力した信号を表す。この試験は口唇圧の目標値を一定とし、口腔内圧の目標値を周期的に変化させた場合のそれぞれの応答の結果をプロットしたものである。このような応答試験について組み合わせを変えて行った結果、次のような結果が得られた。

口唇圧と咬合力は使用する筋肉が近接しているために干渉を生じやすいため、この組

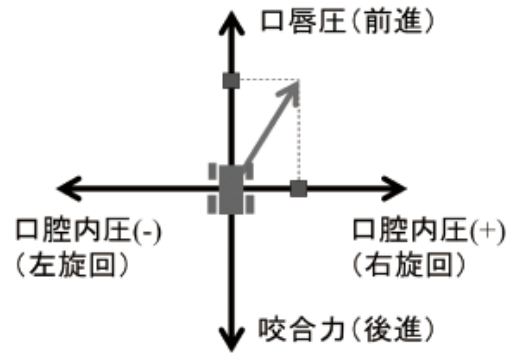


図 5 口唇入力インターフェースと電動車椅子の動作の対応付け

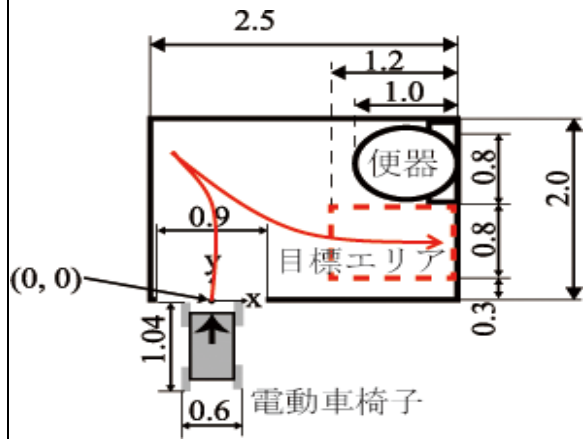


図 6 シミュレーションの設定環境

み合わせは同時使用には不向きである。口腔内圧は周期的な変化に対する応答性能は良いが一定に保つことは困難である。口唇圧や咬合力を一定に保ちながら口腔内圧を変化させることは干渉が少なく同時使用に適している組み合わせである。

(2) 口唇入力インターフェースの電動車椅子操縦用コントローラへの適用

①シミュレータによるコントローラの設計
口唇入力インターフェースの相互干渉試験より、口唇圧または咬合力を一定に保ちつつ口腔内圧を変動させた場合の組み合わせの応答性能が良いことが示された。この結果を踏まえて、電動車椅子の操作用コントローラ的设计を行った。前進しながら旋回または後退しながら旋回する動作があること。前進のみまたは後進のみの動作の選択割合が高いこと。さらに、一定速度に保ったまま前進することが多いことより、図 5 に示すように口唇圧を前進、咬合力を後進、口腔内圧を左右の旋回とするように口唇入力インターフェースの信号と電動車椅子の動作の組み合わせを決定した。

この動作割り当てにおいて、操作性の評価を行った。口唇入力インターフェースによる

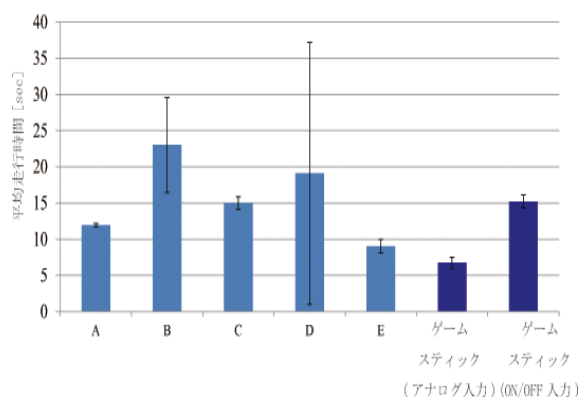


図 7 シミュレータによる走行試験結果



図 8 口部入力インターフェースの電動車椅子への実装

電動車椅子の操作性の評価には、走行条件を一定に保つためにシミュレータを作成した。シミュレーションは切り替えし動作を含む環境を想定し、障がい者用トイレへの入室とトイレ内で切り替えしを行い便器の横に設定した目標エリアへ到達するまでとした。このシミュレーションの環境を図 6 に示す。障がい者用トイレに前進で入室し、限られたトイレ空間内で切り替えしを行い、後進し便器の横に到達するものとした。この評価試験では健常者 5 名 (A、B、C、D、E) による操作とゲームスティックにより ON/OFF 型操作および操作棒を倒した傾きによって制御量を変化させるアナログ入力型による操作によって目標エリアに到達するまでの時間を測定した。その結果を図 7 に示す。この走行時間の比較を行うことで評価を行った。この結果より、被験者 5 名のうち 3 名はゲームスティックによる ON/OFF 入力と変わらない走行時間で目標エリアに到達しており、健常者の操作に用いられるゲームスティックと変わらない操作性を有していることを確認した。

② 電動車椅子への実装

このインターフェースを実際の電動車椅子へ実装し走行実験を行った。口部入力インターフェースを電動車椅子へ実装した様子を図 8 に示す。電動車椅子にノート PC と AD 変換ボード、DA 変換ボード、サーボアンプを取り付け製作した口部入力インターフェースからの入力信号により電動車椅子の左右のモータを操縦できるようにした。

シミュレーションにおける電動車椅子の動作と実際の電動車椅子の動作ではタイヤやキャストの影響および摩擦の影響から操作感の違いなどがあるために、まず障害物のない実験室内において前進、後進、旋回などの基本操縦訓練を行った。この訓練の後に学内にある障がい者用トイレの入り口からトイレ内へ進入し、切り替えし動作を行い便器の横に停止する走行実験を行った。この走行実験では先に述べた摩擦などによる操作感の違いだけでなく、正面や側面の壁が近づく圧迫感などのためにシミュレーション時よりも走行や切り替えしに時間を要したが、壁や便器に衝突することなく、便器の横に設定した目標エリアへ到達することができた。これにより、実際の電動車椅子での操縦も可能であることを確認した。

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)

[学会発表] (計 2 件)

- ① 江藤竜徳、池田毅、山本元司、複数被験者による口部入力インターフェースの操作性の評価、第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、2012 年 12 月 18 日、福岡国際会議場
- ② 江藤竜徳、池田毅、山本元司、口部入力インターフェースを用いた電動車いす用コントローラの提案、第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、2011 年 12 月 23 日、京都大学吉田キャンパス

[その他]

ホームページ等

<http://sc.mech.kyushu-u.ac.jp/>

<http://hyoka.ofc.kyushu-u.ac.jp/search/details/K003068/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

池田 毅 (IKEDA TAKESHI)

九州大学・大学院工学研究院・助教

研究者番号：50448403