

ユニバーサルドライビングインタフェースの提案

阿部貴也[†] 村田嘉利[†] 鈴木彰真[†] 佐藤永欣[†]

岩手県立大学ソフトウェア情報学部[†]

1. はじめに

上肢障害者の自動車操縦では、足でのステアリング操作やジョイスティック操作が一般的であるが、障害部位によっては困難な場合がある。

障害内容に柔軟に対応するため、ロードセルを用いた自動車操縦インタフェースを提案する。ロードセルでは移動量ではなく、圧力の変化により操作できるため、四肢の可動域に影響されない操縦が期待できる。本稿では、ロードセルを取り付けた治具を作成して、電気自動車による走行実験を行い、ロードセルでの操縦性能について明らかにした。

2. 関連研究および先行研究

ホンダ自動車は左足でステアリング操作を行うフランチシステム[1]を提供している。またミニライフ&オートでは両手足が不自由な障害者向けに、ジョイスティック運転装置[2]を提供している。しかし、フランチシステムでの操縦は習熟に多大な時間が必要である。また、ジョイスティックは可動範囲が狭く、初心者には操作が難しい。

先行研究として、筆者らは角度センサを用いて、中指、手首および左足首でステアリング操作が可能な操縦インタフェースを提案している[3]。通常の走行においては安定しているが、急角度のステアリング操作が難しい問題がある。

3. システム概要

本システムではロードセルとして東洋測器のTCS[4]を、レバーおよびペダル型の治具に取り付けて使用する。TCSは一軸の圧力によって電圧が変化する。図1にシステムの概要を示す。TCSの出力電圧をArduinoに入力し、ドライビングシミュレータと電気自動車の操縦を制御する信号に変換する。

TCSが操縦インタフェースとして使用可能であるかを評価するため、事前にドライビングシミュレータで評価実験を行った。結果、ステアリング、アクセル、ブレーキのいずれも従来の操縦性能と同程度の結果が得られた。



図1 操縦システムの概要

Proposal of universal driving interface

[†]T.Abe, Y.Murata, A.Suzuki and N.Sato (Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University)

4. 電気自動車による操縦性能評価

TCSによる操縦インタフェースの実環境における有用性を検討するため、ステアリングとアクセル、ブレーキそれぞれの操縦性能を評価した。図2に示す岩手県立大学構内の周回コースと200mの直線コースを評価コースとした。使用した自動車等の機材は先行研究[3]と同様である。なお、全実験の被験者はいずれも健常者である。

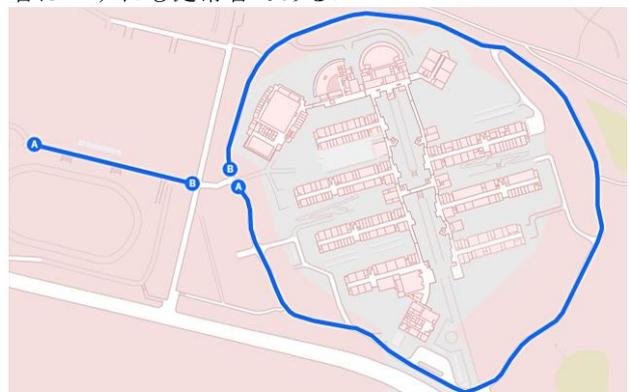


図2 評価実験コース

4.1. ステアリング性能評価実験

図3に測定方法とロードセルの取り付け位置を示す。電気自動車におけるハンドルとTCSでのステアリング操縦性能を比較、評価するために、図3(a)のようにTCSを取り付けたレバーを設置し、右手によるステアリング操作を行った。このレバーに左右に圧力を加えると旋回する。

図3(b)のように電気自動車右側フロントにカメラを取り付け、周回コース、直線コースを走行中にセンターラインを撮影した。撮影した動画でフロント右タイヤとセンターラインとの距離を測定し、その標準偏差をふらつきの評価値とする。また、電気自動車の速度上限は15km/hとした。

被験者5名における直線コースでの直進走行性能、周回コースを利用した常に緩やかなカーブでの操縦性能をハンドルとTCSで比較した。走行時間、センターラインとフロント右タイヤとの平均距離、ふらつきの計測結果を表1に示す。

直線コース走行時、TCSはハンドルに比べてセンターラインから離れて走行する傾向があったが、周回コースでは違いはほとんど無い。ふらつきについては、TCSはハンドルと比較して1cm程の差にとどまったことに加え、走行時間にも差が無く、ハンドルの操作性に迫る結果となった。旋回時は常に力を加え続ける必要があるが、ハンドルに近い操作感で走行できると、多くの被験者が感じていた。

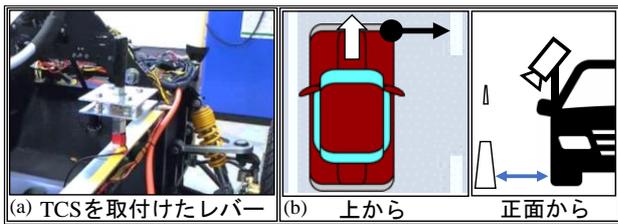


図3 TCS 取り付け形態と測定方法

表1 周回コースと直線コースにおける操縦性能

コース	インタフェース	平均走行時間 [mm:ss]	センターラインとの 平均距離[cm]	ふらつき [cm]
直線	ハンドル	00:55	67.6	5.2
	TCS	00:55	80.6	5.8
周回	ハンドル	06:09	73.9	8.2
	TCS	05:57	73.2	9.3

4.2. アクセル・ブレーキ性能評価実験

電気自動車におけるペダルとTCSでのアクセル・ブレーキ性能を比較、評価するため、図4に示すようにTCSを取り付けたペダル型治具を設置し、左足での操作を行った。なお、アクセル・ブレーキともに、直線コースで実験を行った。

アクセルの評価については、電気自動車のスピードメーターを用いて時速を表示させ、10km/hを維持した状態で30秒走行する。時速データから、測定中の平均速度と標準偏差を求めた。標準偏差を速度のふらつきの評価値とする。また、安定した時速データを取得するため、初めて10km/hに達した4秒後から計測を開始した。

被験者5名による、10km/hを維持しながら30秒走行した時の平均速度と、速度のふらつきの計測結果を表2に示す。わずかな速度のふらつきがあったものの、アクセルペダルとTCSで性能に差はほとんど無く、TCSで非常に安定した速度を維持できることがわかった。どの被験者も1, 2回の練習でTCSのアクセル操作に慣れることができ、被験者によってはTCSの方が安定して走行できた場合もあった。また、足を動かす必要がなく、力で細かい調整ができるため、一度規定速度に達した後はTCSの方が操作しやすいとの意見が被験者から寄せられた。

ブレーキの評価については、実験に用いる電気自動車の最高速である30km/h程度まで加速し、特定の位置に電気自動車をブレーキ操作で停止させる。その時の停止位置からのズレの絶対値を計測し、評価する。なお計測はブレーキペダル、TCSともに2回行い、ブレーキ操作を行った後は再加速による停止位置調整は禁止とした。

被験者8名における、停止位置からのズレの平均値と最大値を図5に示す。回生ブレーキの影響で、ブレーキペダルとTCSの両方で停止位置からのズレが大きくなったが、どちらも大きな差は無く、実験を重ねるにつれてズレが減少する傾向が見られた。ズレの平均値ではTCSの方が9cm程度制動距離は伸びるものの、最大値については、TCSはブレーキ

ペダルと比べて遜色なく、ブレーキとして十分に使用できることがわかった。また、今後は操作感向上のため、被験者ごとのブレーキ操作の方法に応じて、TCSの感度を変更する必要がある。

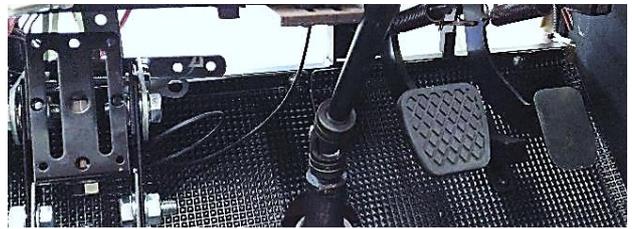


図4 電気自動車のペダルとTCSを取り付けた治具

表2 10km/hの維持を試みた際の走行結果

インタフェース	平均走行速度[km/h]	速度ばらつき[km/h]
ペダル	10.13	0.30
TCS	10.12	0.37

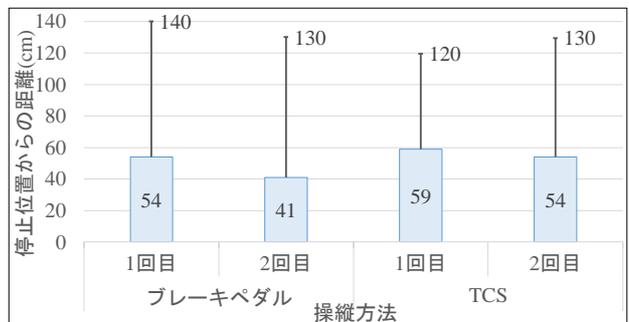


図5 停止位置からのズレの平均値と最大値

5 まとめと今後の展望

障害内容に柔軟な自動車操縦インタフェースを提案するに当たり、ロードセルを用いた治具を開発し、ハンドルやジョイスティック、関節角度とは全く異なる、力の強弱によって自動車を操縦可能であることを明らかにした。実験結果から従来操作とほぼ同等の安定した操縦性能があると分かった。今後は、上肢障害者向けに、ロードセルを足で踏むことによってステアリング制御が行える装置を開発する。

参考文献

- [1] 本田技研工業株式会社, フランツシステム <http://www.honda.co.jp/welfare/fordrive/arms/>(参照 2016-12-1)
- [2] 株式会社 ミクニライフ&オート, ジョイスティック運転装置 http://www.nissinapd.co.jp/products/joystick_drv/(参照 2016-12-1)
- [3] 湊崇文, 村田嘉利, 鈴木彰真, 佐藤永欣, 佐々木祥弘, 「角度センサを用いた障害者向け自動車操縦インタフェースの開発」, 情報処理学会 コンシューマ・デバイス&システム Vol.6 No.1 11-21(2016)
- [4] 東洋測器株式会社, TCS http://www.toyo-sokki.co.jp/download/tcs/tcs_catalog.pdf(参照 2016-12-1)