

FlexSensor を用いた自動車操縦インターフェースの開発

湊 崇文†

鈴木 彰真†

村田 嘉利†

†岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1. はじめに

多くの障害者が自立して生活したいと考えており、自らの活動範囲を広げるために自分で自動車を運転することを望んでいる。障害者向けの自動車操縦インターフェースの開発研究は行われているが、障害者ごとに大規模な車のカスタマイズを必要としており、コストが高く障害者に負担を強いている状況にある。

最近の自動車は、アクセルやブレーキ、ステアリングが電子制御可能な状態になってきた。そのため、体の一部にセンサを取り付けるだけで自動車操縦が可能になり、障害者向けの自動車操縦インターフェースのコストダウンが期待できる。

本稿では、曲げセンサである FlexSensor¹⁾ を用いた自動車操縦インターフェースの提案を行う。また、FlexSensor を指に取り付けドライビングシミュレータによる走行実験を行い、自動車の操縦性について検討した。

2. 関連装置および先行研究

ホンダ自動車は、上肢障害者向けに両足で運転を行うフランチシステム²⁾を提供している。また、東京農工大とニッシン自動車は、脳性マヒ等で手足全般が不自由な障害者向けの手首で操縦可能なジョイスティックカー³⁾を開発した。しかし、いずれの自動車操縦インターフェースも障害者の体格や障害度合いに応じてカスタマイズが必要である。

先行研究として、ジャイロセンサを用いた操縦インターフェースの開発⁴⁾を行ってきた。しかし、ジャイロセンサに特有のドリフトの問題や自動車の動きに影響を受ける外乱があり、操縦インターフェースとして採用することが難しいことが分かっている。

3. 自動車操縦システム

3.1. システム概要

本システムでは、インターフェースに使用するセンサとして FlexSensor を採用した。指や手首、足首などといった可動部位のうちいずれかに FlexSensor を取り付けることで、障害者部位や障害の程度に依存せず、共通のインターフェースで運転できることが期待できる。図1にシステムイメージを示す。本研究では、ハンドルの代わりに FlexSensor を取り付けた実験装置を用いる。

Development of Automobile Operation Interface Using FlexSensor
†T.Minato, A.Suzuki and Y.Murata (Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University)

FlexSensor を曲げに比例した電圧を発生させる分圧回路に取り付け、その出力電圧をマイコンボード Arduino で計測する。Arduino では、0.1 秒間 100 サンプルの電圧を計測し、その平均値を求める。計測した値を Bluetooth 経由でドライビングシミュレータが搭載されている PC に送り、PC 側で電圧からハンドル角度に変換させ、自動車のステアリング操作を行う。

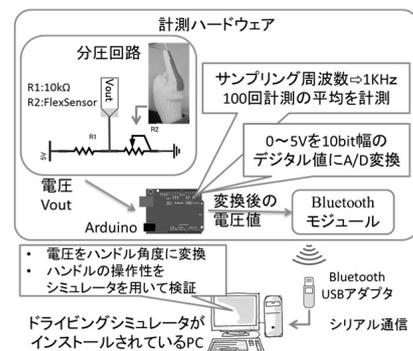


図1 シミュレーションシステムイメージの概要

3.2. FlexSensor の特性

FlexSensor は、曲げにより抵抗値が変化する。図1中に示した分圧回路に FlexSensor を取り付け、5V の電圧を与えセンサを曲げたとき Vout から出力された電圧変化を図2に示す。ここでは、代表として3本の特性をフラットな状態から左に曲げたときをマイナス、右に曲げたときをプラスとして測定した。

電圧が約 2.9V のときセンサごとの角度差が 15° である。このことから、個体ごとの抵抗値にバラツキがある。

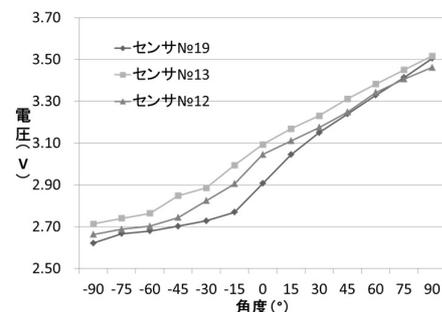


図2 FlexSensor の曲げに対する電圧変化

3.3. センサ取り付け位置と設定

図3は、手袋に FlexSensor を取り付けた操縦インターフェースである。右手人差し指の付け根にある関節を可動部位として使用する。対応付けするセンサ角度は、図2において角度間の電圧差が大きい -30° から 90°

までとする。また、関節可動域の中間を車が直進するニュートラル位置とする。さらに、センサ角度を中間位置の 30° とし、指を内側に曲げたときを左、外側に反らしたときは右にステアリング操作をする。対象者の関節が曲がるであろう角度が 90° 以上と踏まえ、センサの取得した角度がニュートラルから $\pm 45^\circ$ 以内の場合、ステアリング角度の 180° までを連動させる。また、 $\pm 45^\circ$ より大きく曲げたときは、ステアリングを回し続けるようにする。



図3 センサ取り付け位置

4. 評価実験

4.1. 目的と方法

FlexSensor が操縦インタフェースとして使用できるか評価するために、先行研究で開発したドライビングシミュレータ上で自動車のステアリング操作を行った。被験者は5名で、図4に示された縦300m×横120mの教習用コースの外周を走行した。外周は車線幅3.3mの片側1車線で、カーブの半径20mである。実験は約30分間練習を行った後、時計回りと反時計回りの各3周分を計測し、5日間行った。

本実験では、車道からのコースアウトや車線アウトの割合として脱輪率を求めた。また、第2カーブを出た約200mの直線区間でふらつきが収まっているか評価するため、走行ログより直線走行の座標から標準偏差を求めた。

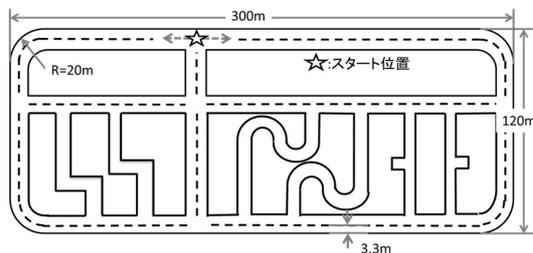


図4 使用するコース

4.2. 実験結果・考察

各被験者の5日間の脱輪率を図5に示す。全体として、脱輪率が回数を重ねるごとに徐々に低下しており、5日目になるとほとんどの被験者が車道上を95%以上で脱輪せずに走行していることがわかる。

また図6は、ふらつきを標準偏差として表したものである。日によってばらつきがあり、脱輪率に比べて改善の度合いが低いものの、総じて低い標準偏差となった。

実験結果から、FlexSensor を操縦インタフェースとして利用できる可能性が示唆された。今後、人に応じてセンサの感度やセンサとして機能する可動域を容易に調整できるようにすることで、脱輪率やふらつきがより改善するのではないかと考えられる。

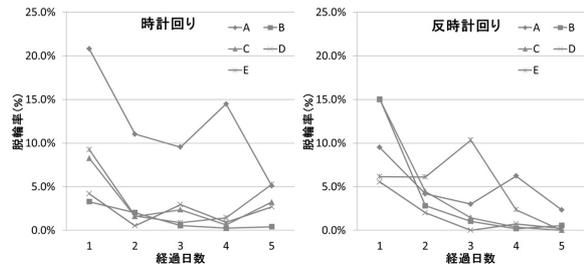


図5 脱輪率の推移

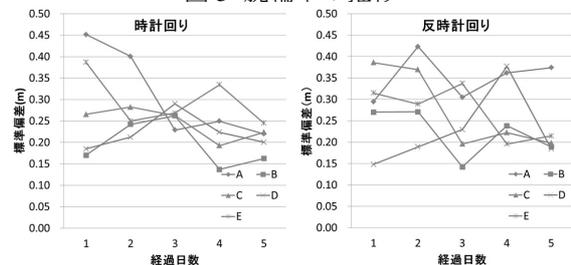


図6 直線におけるふらつき

5. まとめと今後の展望

本稿では、FlexSensor を用いた自動車操縦インタフェースの有用性を検討するため、ドライビングシミュレータによる走行実験を行い、センサを指に取り付け場合の自動車の操縦性について検討した。実験結果から、シミュレータとしては回数を重ねることによってFlexSensor が操縦インタフェースとして操縦性があると結論付けた。今後の展望として、電気自動車を利用して今回の提案した自動車操縦インタフェースを評価する予定である。

参考文献

- 1) "Flex Sensor Data Sheet", ISO 9001:2000 Certified, SpectrSymbol, Salt Lake City, Utah
- 2) 本田技研工業株式会社：フランツシステム, <http://www.honda.co.jp/welfare/for-drive/both-arms.html> (参照 2013-4-22)
- 3) ニッシン自動車工業：ジョイスティックカー, <http://www.nissin-apd.co.jp/> (参照 2013-4-22)
- 4) Murata Yoshitoshi, Kazuhiro Yoshida, "Automobile Driving Interface Using Gesture Operations for Disabled People", International Journal on Advances in Intelligent Systems(2013 vol.6 nr.3&4), pp.329-341(2013)