

## シートの振動を用いた自動車の周辺通知システムにおける実用性評価

菱田 勇弥<sup>†</sup> 鈴木 彰真<sup>†</sup> 村田 嘉利<sup>†</sup> 佐藤 永欣<sup>†</sup>

<sup>†</sup>岩手県立大学ソフトウェア情報学部

### 1. はじめに

近年、自動車の交通事故防止を目的とした運転を支援する様々なシステムが普及している。それらは様々なセンサを用いて自動車の周辺情報を取得している。中でも側方後方については、ミラーに映らないエリアがあり、死角として意識する必要がある。そのため、車線変更や後進時、左折時の死角に起因する事故防止のために、自動車にセンサを取り付け、人や他車両を通知する取り組みが、自動車メーカーで行われている。一方、運転者への伝達方法としては、多くが視覚や聴覚による通知を採用している。運転者は、既存のミラー、前方ウィンドウ、カーナビゲーションから情報を視覚によって得ている[1]。視覚による情報取得は、既に情報入力量として過多となっており、前方やミラーの注視を疎かにしない仕組みが必要である。音による通知においては、他の通知音や環境音との競合を考慮する必要がある。

そこで、他の情報と競合しない手法として、触覚による通知を提案する。運転姿勢に左右されないより実用的なシステムとして、臀部に設置したアクチュエータを用いて知覚がどの程度可能であるか検討した。

### 2. 周辺研究

自動車において運転を支援する多くのシステムは、自動車の種別と距離の判別が可能になっている。そこで、本研究では、センシング結果をいかに通知するか、実用性に重点を置いて研究を進める。

触覚による自動車の通知としては、振動触覚ディスプレイによる背面シートにおける接近物の方向検知が可能であることが示されている[2]。

本研究では、姿勢の影響をうけにくい臀部に設置した振動モータを用いて周辺研究のセンサ情報を通知に用いることが可能か検討する。先行研究では振動を用いて直観的に、事前にモータの位置、振動数の教示をせずにドライバがどの程度モータの振動を正しく認識できるか確認している[3]。

### 3. システム概要

本システムの概要図を図1に示す。PCからシリアル通信によって与えられたデータは、Arduino unoとモータドライバを経由し、PWM変調によって振動する偏心直流モータに信号変換してモータを振動させる。振動モータはBlack Shellを用いた。モータの回転数の最大は4100rpmである。モータを取り付けたクッションは、そのまま自動車のシートに取り付ける。取り付けたシートを図2に示す。自動車用のシートに対して、5ヶ所に均等にモータを設置した。

シリアル通信の時間はフォーマットの字数を減らすことにより時間の短縮が可能であると考えられる。4文字の通信では10ms前後での通信が可能である。また、一回のシリアル通信で5つのモータ全てを制御できるようにすると効率が良いため、PCから送信するシリアル通信のフォーマットは、「モータaの回転数,モータbの回転数,モータcの回転数,モータdの回転数,モータeの回転数」とした。モータの回転数は256段階設定できるため、各モータの回転数は0~255の10進数値で指示する。シリアル通信は100ms毎前後で行える。本研究では、知覚できる最低限の回転数を弱とし、最大限の振動を強とした上で、4節の回転数を設定した。

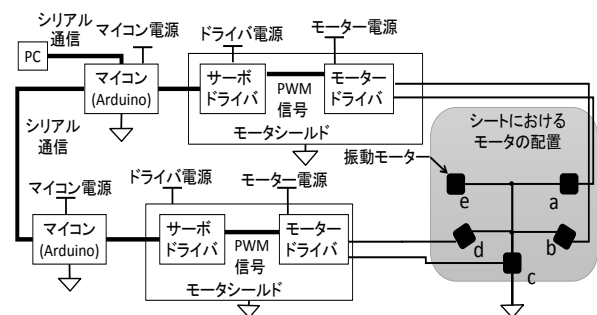


図1 システム概要図



図2 振動モータを設置したシート

Practical Evaluation of Notification System around A Vehicle Using Seat Vibrators

<sup>†</sup> Y.Hishida, Y.Murata, A.Suzuki and N.Sato(Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University)

## 4. 臀部知覚の検討

### 4.1 静止時における判別能力の向上に関する検討

非運転時におけるモータの振動の方向、振動の強さの判別精度について検討した。15回の試行において、ランダムに与えた1つの振動モータの振動に対して、どのモータが振動したか5人の被験者に対して回答してもらった。この実験では直前にモータ a~e それぞれで強、中、弱を教示した。モータの回転数はそれぞれ、4100rpm, 2730rpm, 1360rpm である。さらに、被験者の回答に対し正解を教えた。その結果、事前の教示と正否を毎回伝えることにより、正答率が上がっていく様子が見られた。向きに関する知覚は全員 100%の正答率であったが、強度に関する判別は、被験者 5 人平均の正答率は 87%であった。表 3 は被験者の正答率を試験回数別にまとめたものであり、静止状態では 1~5 回の試行回数ではモータの振動数の判別は 68%と低いが生行回数が 6~15 回になると 9 割以上の正答率であった。試行回数を 5 回程度重ねること容易に判別ができるようになる。

表 3 回数別の正答率の推移

試行回数	1~5 回	6~10 回	11~15 回
強度正答率	68%	96%	92%

### 4.2 モータ回転数の判別能力に関する検討

4.1 節の実験では、モータの回転数を 3 段階に分けたが、回転数を 4 段階にした際に程度判別が可能か検証した。モータの回転数は強、中、微弱、弱がそれぞれ、4100rpm, 3424rpm, 2750rpm, 1360rpm とした。本実験では 5 人の被験者に対して行った。また、直前にモータ a~e それぞれで 4 段階の振動を教示した。さらに、被験者の回答に対し正解を教えた。モータの回転数を 4 段階に分けた際の各振動数の正答率を図 4 に示す。全体の平均は 77%であり、3 段階に分けた時より 10%程度低下している。特に中の正答率が低く、回転数の段階を 1 段階増やしたために各々の差が狭くなったことにより判別が難しくなったと思われる。そのため、臀部触覚における振動通知ではモータの回転数の段階は 3 段階が妥当と思われる。

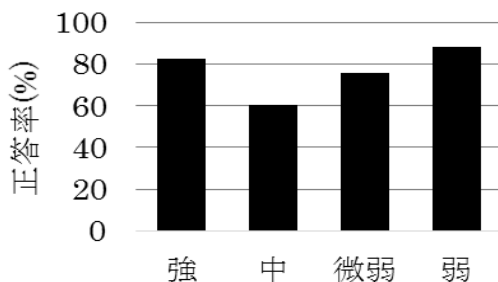


図 4 モータの回転数別の強度正答率

### 4.3 実車における路面状況に対する有用性の検討

実車に振動シートを設置してモータの振動の方向・強さの判別精度が路面によってどの程度変化するか検討した。まず、舗装された道と砂利道の正答率の違いを計測するため、それぞれの道を 7 人の被験者に走行してもらい、15 回の試行において正答率を計測した。本実験では、直前のテスト走行中にモータ a~e それぞれで強、中、弱を教示した。さらに、被験者の回答に対し正否を伝え、誤答だった場合には正解を教えた。向き、回転数の正答率を図 5 に示す。静止時における正答率は向き、回転数ともに低下したが、舗装された道・砂利道を比べても方向・振動数の正答率に差がなく、臀部に設置したモータの振動は路面の状況に左右されずに知覚できることが分かった。

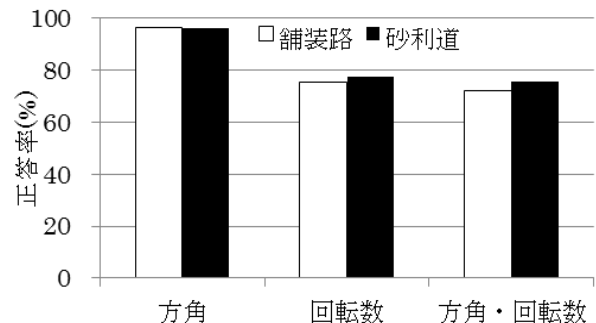


図 5 路面による方向・回転数の正答率の差

## 5. まとめ

既存のシステムにない新しい危険通知の方法として、臀部に設置したモータの知覚による方法の実用性を検討した。モータの振動数を変更する時間は、シートに設置したモータの振動によって、舗装された道、砂利道でも変わらない精度で運転手に伝えることができた。一方、運転時における振動数の正答率は静止時と比べて正答率が低下したものの、方角においては 9 割以上の正答率が得られた。今後、モータの回転数の調整によってさらなる正答率の向上をめざす。

### 参考文献

- [1] SUBARU Official Website, リアビークルディテクション Legacy, Advanced Safety Package, 入手先 (<http://www.subaru.jp/legacy/outback/safety/advancedsafety.html>) (参照 2016-03-01) .
- [2] 大地徹, 柳田康幸, 振動触覚ディスプレイによる接近物の方向知覚に関する検証, 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎 112(221), 121-122, 2012
- [3] 鈴木彰真, 瀧谷俊介, 村田嘉利, 座面アクチュエータを用いた臀部触覚による自動車の周辺通知, DICOMO2016, 4C-3