

補助事業番号 2021M-129

補助事業名 2021年度 乗員の乗り心地を向上する革新的制御システムに関する研究
補助事業

補助事業者名 東海大学 工学部 動力機械工学科 成田 正敬

1 研究の概要

本研究は、乗り心地に影響を与える因子の中でも特に影響の大きい「多自由度振動」に着目し、運転者の心理状態、肉体的負担など運転者の状況に応じて振動を制御する新たな乗り心地制御システムの構築を目指している。乗り心地の評価方法として、乗り心地感覚を定量的に評価できる主観的評価を用いることが一般的である。しかし、時々刻々と変化する乗員の心理状態を評価するにはリアルタイム性の観点から適していない。そこでリアルタイムに乗り心地を評価するため、乗員の生体情報を用いて乗り心地感覚の評価を行う。

本研究で提案するシステムの構築に向け以下の検討を行う。

- ・多自由度振動を生体情報で評価する解析手法
- ・多自由度振動を制御するシステムの構築
- ・実路走行による乗り心地向上の実証実験



図1. 超小型モビリティの乗り心地

2 研究の目的と背景

近年、駐車スペースや環境を考慮して超小型モビリティが普及している。しかし超小型モビリティはコスト面やコンパクトで限られた空間しかないため、普通車と比べ振動対策が十分でない。そのため振動が乗り心地に及ぼす影響は大きい。そこでリニアモータを用いたアクティブシートサスペンションによる乗り心地の改善を提案している。さらに乗り心地感覚は乗員にとって感じ方が異なり、その日の体調や気分によっても異なる。そこで時々刻々と変化する乗員の心理状態を乗員に入力される振動によって乗り心地感覚を変えることができれば、必要な場面にに応じて制御を切り替えればよい。例えば、乗員が疲労感を感じていれば、それを低減するような制御を行い、さらに乗員の集中度を上げたい場面ではそれに応じた振動を入力する。このようなシステムの構築を目指す。

本研究では、乗り心地感覚に影響がある多自由度振動を用いて乗員の心理状態に与える影響について生体情報から明確にする。以下の研究項目についてそれぞれ実施した。

- ①多自由度の振動を生体情報で評価する解析手法
- ②多自由度振動を制御するシステムの構築
- ③実路走行による乗り心地向上の実証実験

3 研究内容 <http://www.ed.u-tokai.ac.jp/laboratory/narita/>

(1) 多自由度の振動を生体情報で評価する解析手法

乗用車運転中の加減速時に乗員にかかるピッチ運動、旋回時に乗員にかかるロール運動、またピッチ運動ロール運動が重なった複合振動が乗員に入力された際の乗員の疲労感や集中度を評価する。下記②のアクティブシートサスペンションを用いてピッチ運動を模擬した加振実験、ロール運動を模擬した加振実験、ピッチ、ロール運動の複合振動を模擬した加振実験から乗員の心電図、脳血流量といった生体情報を用いて評価した。また、各加振実験の生体情報を用いて多変量解析を行い複合振動に対する乗員の疲労感ならびに集中度を推定するモデルを構築した。



図2. 脳血流計

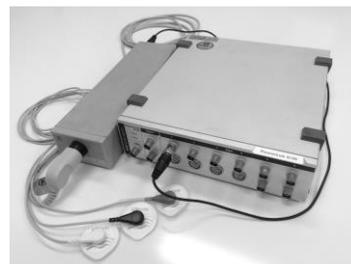


図3. 心電図計測計

(2) 多自由度振動を制御するシステムの構築

多自由度駆動可能なアクティブシートサスペンションの設計・製作とし4つのアクチュエータ(ボイスコイルモータ)の要求仕様を作成し、必要な推力、消費電力、の観点から磁場解析ソフトJMAGを用いて規格を決めた。さらに多自由度駆動可能なアクティブシートサスペンションの制御システムを構築し加振実験を行いアクティブシートサスペンションの性能を評価した。また上記①の複合振動に対する乗員の疲労感ならびに集中度を推定するモデルをシステムに適用し評価した。

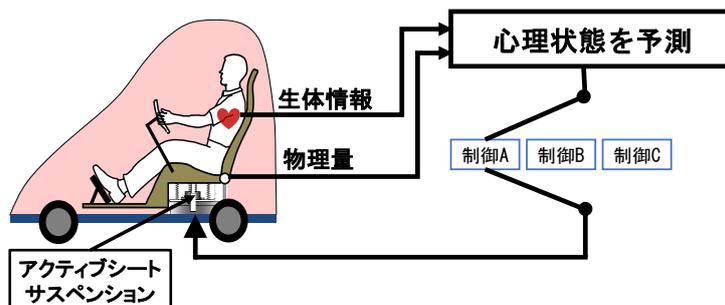


図4. 乗り心地推定システム

(3) 実路走行による乗り心地向上の実証実験

実路走行による走行実験では、構築したモデルを適用した車両と、未制御車両による走行実験にて、乗員の生体情報、主観評価を比較した。その結果構築したモデルを適用した車両にて集中度ならびに疲労感の実験協力者から得た主観評価の間に高い相関を確認した。さらに実験協力者の人数を増やし実験を行った結果からも同様の傾向を確認した。

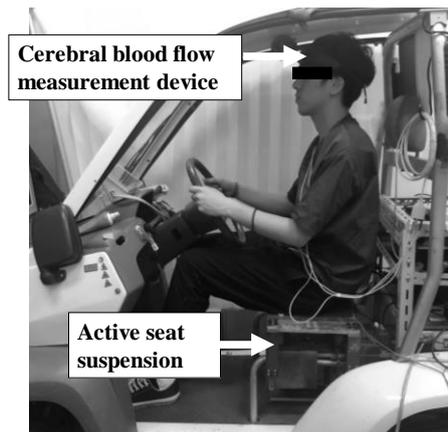


図5. 実験風景

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

上記研究から多自由度振動による乗員の心理状態を予測するシステムの提案と、それを実現するための『推定モデル』、『多自由度振動制御システム』、『心理状態の推定』の3点の基礎的な検討を行った。これらの成果は、初期段階の検討ではあるが、将来的には超小型モビリティに限らず、普通自動車や飛行機など輸送器機にも応用が可能であると考えている。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者が提案している乗員の心理状態に合わせて多自由度の振動を制御する乗り心地システムの構築では、制御工学、人間工学、統計学など様々な分野を応用した研究を行っている。申請者はこれまでに、超小型モビリティのアクティブシートサスペンションを用いて上下方向の振動を制振する制御システムの開発を行ってきた。さらに筋電位、眼電位、心拍変動といった生体情報を用いて乗り心地感覚の評価が可能であることを実験から確認している。本補助事業はこれまで得た知見に基づいて上下方向の振動に限らず複数の振動が複雑に交じり合った多自由度の振動に対して乗員の疲労感、集中度を推定し制御するシステムの実用化に向け、振動と生体情報、心理状態の関係を確立することを目的としたものである。

本補助事業の成果より、今後は眠気や快適などの乗員の心理状態に着目し多自由度の振動との関係について検討行っていく予定である。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

学会発表 計7件

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

該当なし

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 東海大学工学部(トウカイダイガク コウガクブ)

住 所: 〒259-1292

神奈川県平塚市北金目4-1-1

担 当 者: 講師 成田 正敬(ナリタ タカヨシ)

担 当 部 署: 動力機械工学科(ドウリョクキカイコウガクカ)

E - m a i l: narita@tsc.u-tokai.ac.jp

U R L: <http://www.ed.u-tokai.ac.jp/laboratory/narita/>