

令和 2 年 6 月 1 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K13728

研究課題名（和文）機械学習を用いた、快適性を最大化する座面圧力分布のアクティブ制御

研究課題名（英文）Comfortable Control for Active Sheet by Machine Learning

研究代表者

清水 修（Shimizu, Osamu）

名古屋大学・未来社会創造機構・特任助教

研究者番号：90606287

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究により試作レスで座面の評価ができるアクティブシートを完成させることができた。ハードウェアはサーボモータとそのコントローラ、さらに上位のコントローラ以外の部分は全て新設計となっている。アクティブシートは32本のアクチュエータの同期制御を実現している。アクティブシートの制御系はSimulinkベースで構築しているため、容易にモデルの変更が可能である。また機械学習に関してはTensorflowを使用しているため、制御系と学習系は別の構成となっている。研究当初は被験者を募集することを予定していたが、被験者募集に係る予算の削減のために現状は研究者のデータを収集、評価を行っている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発した、座面をアクチュエータにより任意の形状に変化することができるアクティブシートを用いることで、着座時のクッションの柔らかさやクッションが圧縮された後の形状をクッションの試作をすることなく評価が可能になるため、着座の快適性を短期間により精緻に評価できるようになった。今後、評価結果を椅子の設計にフィードバックすることにより、今後より快適性の高い椅子の設計が実現できる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：I have developed the active sheet by which we can evaluate the comfortability of chairs without prototyping in this research. Hardware of the active sheet is new design without servo motors and their controller. The active sheet can control 32 actuators synchronously. The algorithm of the active sheet controller is based on Simulink, therefore we can revise the algorithm easily. The machine learning algorithm is based on tensorflow, then the controller and machine learning are separated. I evaluates comfortability of sitting by myself due to budget cut for testers.

研究分野：制御

キーワード：制御

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

快適な移動を実現することは移動のストレスを緩和することによる疲労の軽減だけでなく、高齢者の外出機会の増加による健康寿命の増進も期待できるため、移動のストレス軽減が求められている。また自動運転技術が発達すると現在重要視されている走行性能や燃費の製品としての競争力が小さくなり、快適性が競争力として重要になると考えられる。

一般的な自動車の使い方を模した代表的な運転モード(JC08、NEDC 等)では停車よりも走行の時間が長い場合、自動車は動的な評価を行うことが重要である。しかし、着座時の快適性について座面の圧力分布に注目した研究がなされているが、動的な状態での圧力分布と快適性の関連の評価は行われていない。製品開発では動的な評価を行っているが、人間の感覚による感応評価のみであり、動的な状態での座面の圧力分布を始めとする物理量との関連は明らかになっていない。

一方で人間の感性と多次元の物理量の関連という、因果関係の分析が困難な問題に有用な、機械学習が高度化している。特に SVM(support vector machine)や CNN(Convolutional Neural Network)を用いた Deep Learning 等機械学習によるパターン認識モデルは近年、急速な高度化をしており、画像認識の分野では顕著な成績を修めており、人間では分析困難な問題を解くことが可能になりつつある。これらの判断を分析に用いることが快適性と圧力分布の関連の関連性を明らかにすることに有用だと考えられる。

また車両が動的であるということは車内の人間の状態も動的であるということである。そこで人の動きに合わせて動的に座面の制御を行うことでさらに快適にすることが出来るため、動的な快適性を最大化するための制御システムが求められる。

動的な状態での快適性を最大化できる座面の圧力分布とは何か、その圧力分布を実現するのに適した制御手法とは何か、という二つの問いが本研究課題の学術的「問い」である。この二つの問いに応えるべく、動的な状態での快適性と座面の圧力分布の関連を機械学習により明らかにし、それを実現する制御手法の確立が必要である。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は移動ストレスの軽減のために快適な移動を実現することである。

そのために動的な状態での座面の圧力分布と快適性の関連を機械学習により明らかにすることが本研究の第一の目的である。そして座面の圧力分布を制御することにより、動的に最適な座面を実現するアルゴリズムを構築することが第二の目的である。

学術的独自性と創造性

座面の圧力分布と快適性の関連を動的な状態で評価するという研究手法が学術的な独自性である。それを可能にするのが車両に搭載できるアクチュエータを用いたアクティブシートである。アクティブシートの開発・導入も独自性であると言える。アクティブシートは本研究で開発する評価用治具である。アクチュエータにクッションを設け、それをマトリクス状に配置することでシート形状を構築する。さらにアクチュエータには圧力センサを設け、座面の圧力分布を取得できるようにする。取得した圧力センサとアンケートにより取得した快適性との関連を明らかにすることにより、動的な状態での快適性を評価できる。アクチュエータを要するシートのため、座面の形状変更のための設計・試作が不要になり、費用・期間を短縮することが可能になる。この点が本研究の創造性であると言える。

次に得られたデータを機械学習して快適性の識別器を構築し、識別器の判断を分析する。ここで構築する識別器の構造と取り出した判断の分析が本研究の創造性である。

さらにアクティブシートは圧力分布の取得とアクチュエータの制御を同時に行うことが可能なため、取得した圧力分布に応じてシートの形状(圧力分布)を変更、制御することが可能になる。取得した圧力分布と予め算出した理想的な圧力分布の差を小さくするように制御を行い、快適な着座を実現する。ここでは制御対象が圧力そのものではなくロッドの距離である。また 1 つのアクチュエータのロッドを伸縮させるとその周辺の圧力も変化するため、ロッドの動きによる圧力変化の推定が重要になる。圧力変化を推定しながらアクチュエータの制御を行う技術の構築が本研究で発するべき創造性となる。

### 3. 研究の方法

アクティブシートの試作

アクティブシートは車載できるように既存のシートフレームに取り付け可能な形状とする。また取得した圧力分布を高速にフィードバックできるようにアクチュエータのコントローラとセンサは統合した制御系統とする。

静的評価

シート形状による快適性の変化をアンケートにより取得する。圧力分布とアンケート結果を紐づけることにより、ラベル付きの圧力分布データが出来る。このラベル付きデータを機械学習し、パターン認識させることで圧力分布に対する快適性の識別器が出来る。ここで識別器の判断を分析することで、静的な状態での圧力分布と快適性の関連性を明らかにする。ここで用いる識別器は SVM を第一案とする。またマトリクス状に圧力分布を取得できるため CNN を用いた Deep Learning を第 2 案として実施する。ここで既存の研究と同様の結論が得られれば、その時のサンプル数が一つの必要サンプル数の指標となるため、機械学習の課題である必要サンプル数について指標を設けることができるようになる。

動的評価

助手席にアクティブシートを取り付け、私有地内にて評価を行う。試験時のドライバーは実験代表者が

行う。ここではアクティブシートが動的な状態でのデータの取得、アクチュエータ制御の可否やハードウェアとしての耐久性の評価を行う。

#### 4. 研究成果

当初の予定では安価なサーボモータとコントローラを使用することを使用していたため、位置決め(シートの形状)のみを研究対象としていたが、精緻な制御が可能なサーボモータと高性能なコントローラを安価に使用できることとなったため、最適な力制御(インピーダンス制御)まで行うより高い目標として設定し直した。

アクティブシートは完成している。ハードウェアはサーボモータとそのコントローラ、さらに上位のコントローラ以外の部分は全て新設計となっている。32本のアクチュエータの同期制御を実現している。アクティブシートの制御系は Simulink ベースで構築しているため、容易にモデルの変更が可能である。また機械学習に関しては Tensorflow を使用しているため、制御系と学習系は別の構成となっている。

高い目標に設定したため、高精度なサーボモータ、ボールねじとコントローラの納品に予定以上の時間を要すこととなり、研究の進捗も当初の予定通りではなく、動的評価には至っていない。特にボールねじは世界的な工作機械の需要の高まりにより納期に大きな影響を受けた。現状は静的な評価を実施している。また、研究当初は被験者を募集することを予定していたが、被験者募集に係る予算の削減のために研究者のみのデータを収集している状況である。

本研究テーマは今後も継続することとしている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----