

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	植村 智明
学位の種類	博士（情報学）
学位記番号	環情博甲第2215号
学位授与年月日	令和3年3月25日
学位授与の根拠	学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名	環境情報学府 情報環境専攻
学位論文題目	自動車走行ログを使用した電気自動車消費エネルギーデータベースに関する研究
論文審査委員	主査 横浜国立大学 准教授 富井尚志 横浜国立大学 教授 田村直良 横浜国立大学 教授 森辰則 横浜国立大学 教授 岡嶋克典 横浜国立大学 准教授 松井和己

論文及び審査結果の要旨

近年、スマートフォンやウェアラブルデバイスなどの普及により、日常生活のデータを記録する「ライフログ」を個人でも気軽に取得・蓄積することが可能になった。しかし、蓄積されたライフログは膨大かつ多様な多変量データであるため、データから必要な情報を適切に組み立てるのは難しい。一方、地球温暖化対策として、電気自動車(EV)が次世代自動車として注目されている。EVはWell-to-Wheel（エネルギー製造から走行まで）での二酸化炭素排出量削減への貢献が可能である。また、大容量の二次電池を持つことから、分散型エネルギー社会に参画し、電力エネルギーの効率的利用にも貢献することができる。本研究ではこれら二つの異なる分野のテーマの結びつきに着目した。すなわち本論文では、自動車による日常的な移動のライフログを用いて「EVに乗り換えた場合の未来の日常」を電力エネルギー消費の観点から分析・活用するためのデータベースの構築方法について述べられている。

本論文は全6章からなり、第1章で序論を述べ、第2章で関連研究と本研究の位置づけについて述べている。

第3章では、一般の自動車の走行ログを使用したEV消費エネルギー量の推定について述べている。まず、EVの構造が単純であることに着目し、EVが走行時に消費するエネルギーの物理モデルを用いてEVの消費電力を推定する方法を説明している。導入モデルではGPSの移動軌跡データから算出する移動速度が用いられる。しかし、実際のGPSを用いて収集された移動軌跡データにはノイズが含まれる。そこで本論文では、マップマッチングによる位置データ補正、ドップラーシフト車速による速度データ補正、および、評価用データに対する適切なデータクレンジングを行うことを導入し、消費エネルギー推定精度が従来手法よりも向上したことについて述べている。また、EVの消費電力は走行に由来するものだけではなく、エアコンによる消費電力も発生する。そこで、エアコンの消費電力推定についてはニューラルネットを用いた推定方法を導入した。結果として、有用な範囲でEVの消費エネルギー推定が実現されたことが述べられている。

第4章では、EV固有の消費エネルギーデータの分析手法と、そのために拡張されたデータ解析支援システムについて述べている。EVには一般の自動車にはない固有のエネルギー消費傾向がみられる。たとえば、減速時にエネルギー回生を行うことや、低温時にエネルギー消費量が多くなる傾向がある。これらの因果関係を明らかにするためには、実車のEVから収集されたデータや、外気温などの実環境データ等、多変量データの相関分析を行う必要がある。また、エネルギー消費の瞬時値を用いる微視的分析と、年間を通した大規模データを積算する巨視的分析を同

時に行うことが重要である。さらに、実環境から得られたデータにはノイズが含まれているため、分析対象の実データに対して適切なデータクレンジングを行わなければならない。そこで EV 固有のメリット・デメリットを定量化するために、先行研究である多変量データ解析支援システムを拡張した。導入手法では、試行錯誤しながら情報可視化を行うことを支援するために「リアルタイムな操作結果の任意グラフによる可視化」と「データ操作言語“(PC)^2L”の任意グラフ可視化に対応する文法拡張」を行った。これにより、大量かつ微視的なデータに対する散布図を用いた相関分析、外れ値除去、積み上げ棒グラフによる巨視的なデータ分析などが実現されている。その結果として、実車の EV から収集されたデータを用いた EV 固有のエネルギー消費要因の特定と可視化が実現されたことについて述べられている。

第 5 章では、EV 消費エネルギーデータベースシステムの構築と応用について述べている。第 3 章で述べられた「推定された EV の消費電力データ」を大量に収集・蓄積し、第 4 章で述べられた多変量データ解析支援システムを用いてデータ解析が実現されるためには、データを一元管理するデータベースが必要となる。本論文では EV の推定消費電力データを 1 秒ごとに時間正規化したテーブルに蓄積するデータベースを設計している。また、データ解析の目的やデータ解析者の仮説に基づき、分析対象として「有意な道路区間」(Semantic Link) をデータベース上に定義できるようにシステム化した。このデータベースに、長期間にわたって収集された自動車移動に関するライフログから計算された「EV に乗り換えた場合の推定消費エネルギーデータ」を蓄積した。そして、導入した多変量データ解析支援システムを用いて、EV とガソリン自動車の特性の比較や、EV の消費エネルギー要因解析などの多様なデータを分析する手法を示した。結果として、提案システムを応用することにより、推定消費エネルギーデータを有意区間ごとに集計したからこそ得られる有用な知見が示された。

第 6 章では、上記の成果をまとめ、結論を述べている。

以上のように本論文は、大量のデータを管理し分析支援するデータ工学分野と、今後発展の見込まれる電気自動車工学分野にまたがる学際領域研究に貢献する内容を有すると評価できる。

本論文を構成する主要な研究成果は、1 篇の査読付論文誌の正論文、および、1 篇のフルペーパー査読の正論文相当の国際会議論文によって公表され、いずれも高く評価されている。また、関連する内容が 2 篇の査読付き学会誌論文、および、1 篇のショートペーパー国際会議論文により公表されている。

以上から、本論文は博士 (情報学) の学位論文として十分な価値を有すると審査委員全員一致で認め、令和 3 年 1 月 27 日 (水) 14 時 30 分から 16 時 00 分まで、総合研究棟 S113 室において博士論文公聴会を開催 (Zoom によるオンライン同時中継も実施) した。その後、同日 16 時 00 分から引き続き審査委員全員出席のもと、植村智明氏の学力の確認を行った。

はじめに、同氏より同氏の博士論文の概要と、博士論文に関連する学術論文の公表状況、大学院講義の単位取得状況などについて説明があった。

これに引き続き質疑応答を行った。審査委員からは、博士論文に関する質問、一般専門知識に関する質問などがあり、学力および博士号取得資格の確認を行った。発表論文については、学術論文 (正論文) 1 編、正論文相当のフルペーパー査読国際会議論文 1 編が採録・公表されていることから、博士号取得の資格を満たしていることを確認した。外国語については、本人が国際会議において英語で発表していることにより学力を確認した。また、課程博士修了のための単位を取得していることを確認した。

以上により、同氏は学力の確認に合格であると、審査委員全員一致で判定した。

以上の論文審査委員会の結論に基づき、環境情報学府 情報環境専攻会議にて審議し、全員一致で本論文を博士 (情報学) の学位論文としての価値があるものとして環境情報学府教授会に付議することを決定した。その後、環境情報学府学務委員会での確認を経て、令和 3 年 3 月 1 日 (月) に開催された環境情報学府教授会において審議を行い、無記名投票により、植村智明氏に博士 (情報学) の学位を授与することを決定した。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。