

氏名	伊勢崎 隆司			
学位の種類	博士（工学）			
学位記番号	博 甲 第 9004 号			
学位授与年月日	平成 31年 3月 25日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	システム情報工学研究科			
学位論文題目	移動に伴う動作モニタリングに基づく認知・運動特性の推定に関する研究			
主査	筑波大学 教授	博士(工学)	鈴木 健嗣	
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	中内 靖	
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	矢野 博明	
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	河本 浩明	
副査	筑波大学 准教授 (連携大学院) (産業技術総合研究所)	博士(工学)	松本 吉央	

論文の要旨

超高齢社会において、高齢化による機能低下や疾患による自立歩行の機能低下や車椅子利用者における段差踏破等など、日常生活における安全な移動が大きな課題となっている。特に、屋内外における転倒は社会課題であり、その後の生活の質が大きく損なわれる。移動における運動特性とは、各筋肉の状態と複数筋の活動に伴う骨格や関節変動の状態からなる身体機能からなり、加齢や疾患により生じる骨格筋量と骨格筋力の低下であるサルコペニアやフレイルが広く知られている。一方、外界の対象の知覚や判断に基づく認知特性は、一般的に高齢化に伴って低下する。このような運動特性及び認知特性に基づいて適切な移動支援を実現するためには、解決すべき多くの課題が残っている。

本論文の著者は、このような日常生活における様々な要因により移動が不可能もしくは困難となる障壁を移動困難と位置付けている。この移動困難を生じさせる要因として運動特性と認知特性の双方から考察を行い、移動困難に関わる認知・運動特性の変化の早期検出を可能とし、その予防に資する動作モニタリング技術の確立を目指している。ここでは、適切な移動支援を実現するために人の物理的・生理的情報を用いた動作モニタリング手法を提案し、移動困難に関わる認知・運動特性の変化を検出する工学的的方法論とその実現性を明らかにする一連の研究を行っている。生体計測に基づく車椅子利用者の認知特性や歩行者の運動機能推定のための装着型のセンシング技術を提案し、実証実験などを通じて提案手法の有効性を明らかにしている。これにより、移動困難を予防するための適切な行動変容に資することで日常生活の質の向上を支援する技術への発展が大きく期待される。

本論文は全7章からなり、これら一連の研究結果が纏められている。以下に概要と評価を述べる。

第1章は序論で、本研究の位置づけと研究の背景、及び研究目的を述べている。移動困難に伴う知覚特性、運動特性、認知特性、及びこれらの関連性と、動作モニタリングに関する従来手法を含めた

関連研究を紹介している。

第2章では、動作モニタリングを行う提案手法について、解決すべき移動困難の定義と対象者を明らかにするとともに、認知特性・運動特性の推定に資する行動測定方法について述べている。

第3章では、動作モニタリングに基づく移動環境に対する認知特性を推定する実証例として、心拍及び呼吸計測に基づく車椅子利用者の認知特性としての乗り心地評価の手法について述べている。

第4章では、歩行者の動作モニタリングに基づき全身運動特性を推定するために、段差乗り越え課題を利用した運動評価の手法について述べている。ここでは転倒リスクを判断するために有用なテストであるTUGテストを用い、簡便なセンサを用いて移動能力の評価を行う手法について述べている。

第5章では、最小限の大きさで歩行時における下肢筋活動を計測するための新たなインタフェースの構築に関する研究について述べている。ここでは、遠位筋活動を活用する方法を提案し、実験参加者による評価実験によりその有用性を明らかにしている。

第6章、第7章では、提案手法の妥当性を含めた実験結果に関する考察と評価に基づき、研究成果のまとめを行っている。本研究の貢献とともに、行動変容に向けた将来展望を述べている。

審査の要旨

【批評】

本論文は、人々の運動・認知特性の両面からの考察を踏まえ、認知科学・生理学的な知見に基づき装着型センサを用いて歩行や移動に伴う動作モニタリング技術を提案し、その有用性を明らかにするものである。まず、車椅子利用者や機能低下が想定される歩行者を対象とし、対人親和性を考慮しながら逐次的に情報を取得する方法を用いることで、人の特性を推定する新たな手法の有用性を明らかにした。ここでは、心拍や呼吸、生体電位信号といった生理的な情報や、加速度センサ等の物理的情報を適切に利用し、状態推定や予測システムの実現という工学的課題に新たな解決方法を提供し、理論的な考察とともに、一連の実証実験を通じて、その工学的な特徴と優位性を明らかにしている。

本研究は、工学分野において、日常生活における生体計測に基づき歩行に伴う運動・認知特性に関する新たな知見を見出すという学術的意義とともに、実世界における実証実験に基づき、外乱が混入する生活環境下において利用可能なシステムの妥当性検証を通じて提案手法の有用性を明らかにしている。これら一連の成果は、歩行困難という社会的課題に対してその予防に資する基盤技術として重要な意義のある研究成果であり、日常生活における動作モニタリングを実現する新たなインタフェースの設計指針として新しい応用の可能性を拓くものと高く評価できる。

これらの成果は、工学のみならず、生体計測及びサイバニクス分野の発展に資すること大である。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として相応しいものであると認める。

【最終試験の結果】

平成31年2月4日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。