

学位論文 博士（工学）

居住者の健康な生活を支援するための
歩行パラメータ推定に関する研究

2018 年度

慶應義塾大学大学院理工学研究科

小 川 愛 実

報告番号	㊦ 乙 第	号	氏 名	小川 愛実
主 論 文 題 名： 居住者の健康な生活を支援するための歩行パラメタ推定に関する研究				
(内容の要旨) 運動機能を保持しているかどうかは健康寿命の長さに大きく影響する。運動機能の評価には歩行パラメタが広く用いられるが、計測可能な歩行パラメタは限定的である。さらに、測定会などにおける歩行は環境の違いや計測されているという意識から日常的に行われる歩行と異なるため、現状では普通の歩行を計測することは困難である。例えば運動機能の維持が特に必要とされる高齢者の場合、一日の在宅時間が極めて長く住宅内での移動距離も長い場合、居住空間において歩行計測を行うことで経時的に運動機能を評価できる可能性がある。そこで本研究では非接触型センサ搭載ロボットを用いた歩行パラメタ推定手法を提案し、居住空間での日常的な歩行計測の実現による居住者の健康な生活の支援を目指した。居住空間を廊下、階段、室内に分類した際に各所で行われる歩行として、直線歩行、階段歩行および自由経路歩行を対象に、提案手法の有用性を検証した。また、本研究では従来取得されてきた時空間的歩行パラメタだけでなく、運動学的および動力的歩行パラメタも含めて総括的に推定することを目的とした。 第1章では、本研究の背景と運動機能評価に有用な歩行パラメタについて概説し、従来手法における課題および本研究の目的を明示した。 第2章では、提案するロボットを用いた歩行計測手法について述べた。 第3章では、運動学的パラメタである膝関節、股関節、足関節を代替する下肢関節の三次元座標の推定手法を提案し、これらを用いた下肢関節角度の算出方法について述べた。 第4章では、第2章および第3章で述べた推定手法の有用性評価を行った。直線歩行および階段歩行において三次元動作解析装置を参照基準として精度検証実験を実施した結果、提案手法は従来手法より高精度で各関節位置および関節角度の推定が可能であった。さらに、直線歩行時の膝関節角度推定誤差が変形性膝関節症患者と健常者の有意差を下回ったことから、疾患のスクリーニングへの適用可能性を示唆した。また居住空間での自由経路歩行を対象に膝関節位置推定を行った結果、提案手法が実際の居住空間で利用可能であることを示した。 第5章では、動力的パラメタ推定手法およびその有用性評価について述べた。たわみ角法を用いた提案手法により下肢3関節の角度を入力として膝関節モーメントの推定が可能となった。定常歩行を対象に参照基準である三次元動作解析装置との比較による精度検証を行った。結果、参照値に対して推定値が中程度から高い相関を示し、定常歩行における膝関節への負荷の定量評価を実現した。 第6章では本論文の結論と今後の展望を述べた。				

Thesis Abstract

No. 1

Registration Number	<input checked="" type="checkbox"/> "KOU" <input type="checkbox"/> "OTSU" No. *Office use only	Name	OGAWA, Ami
Thesis Title Estimation of Gait Parameters to Support a Healthy Life of a Resident			
Thesis Summary <p>The condition of physical ability affects the healthy life expectancy. Particularly, the gait parameters are widely used for the evaluation of the physical ability. However, the parameters that can be measured are limited. Moreover, it is difficult to measure gait in a natural state as gaits in the gait measurement tests are different from these during daily life activities. In the case of elderly people who especially need to keep their physical abilities, it is effective to measure their gaits in living spaces, because they stay in their houses quite long time in a day and the distance they walked in their houses is long. Therefore, I suggested the methods to estimate the gait parameters using a markerless sensor mounted on a robot aiming to support the healthy life of the resident by the daily gait measurement in the living space. The usability of the methods was tested by the experiments for level walking on the straight path, stair walking, and the walking in the freely selected routes which are assumed in living spaces. The estimation includes not only the spatiotemporal gait parameters which are normally measured but also the kinematic and kinetic gait parameters in this study.</p> <p>Chapter 1 describes the introduction of this thesis. The purpose of this study is explained after the brief explanations of the research background, the important gait parameters for physical ability evaluation, and the tasks of the previous methods.</p> <p>Chapter 2 explains the gait measurement method using a robot.</p> <p>Chapter 3 presents the method to estimate kinematic gait parameters which are substituted for three-dimensional positions of knee joint, hip joint, and ankle joint. It is also explained that the flexion angles of these joints are calculated by the estimated joint positions.</p> <p>Chapter 4 shows the evaluation of the usefulness of the method described in Chapter 2 and Chapter 3. The accuracy verification experiments with three-dimensional motion analysis as the reference standard in the level walking and the stair walking were carried out. As the results, it was shown that the proposed method was able to estimate each joint position and joint angle with higher accuracy than the skeleton tracking function of Kinect v2 which was used as the conventional method. Furthermore, the usefulness of the proposed method for the screening of the knee osteoarthritis (knee OA) was indicated, since the average of the difference between estimated knee joint angle by the proposed method and the reference standard during level walking was lower than the significant difference between patients with knee OA and controls. Also, knee joint position estimation by the proposed method was performed for free path walking measurement in an actual living space. As a result, it was indicated that the proposed method was available in the real living space.</p> <p>Chapter 5 explains the method to estimate the kinetic parameters and the evaluation of it. The proposed method estimates the knee joint moment using deflection angle method with the angles of hip, knee and ankle joints as input. The verification experiment was held to evaluate the accuracy of estimation of the proposed method for knee joint moment during steady-stage gait using the three-dimensional motion analysis as a reference standard. As a result, Pearson's correlation coefficient showed a moderate to high correlation. Quantitative evaluation of the load on the knee joint in steady-state walking was realized.</p> <p>Chapter 6 is the summary of this thesis.</p>			