

氏 名	カク メイナン HE MINGNAN
本籍（国籍）	中国
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	理工博 第15号
学位授与年月日	令和5年9月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当 課程博士
研究科及び専攻	理工学研究科システム創成工学専攻
学位論文 題目	赤外線カメラによるマーカを用いた高齢者の起き上がり検知システムの研究
学位審査委員	主査 教授 小林 宏一郎 副査 教授 本間 尚樹 副査 教授 大坊 真洋

論文内容の要旨

近年の介護施設や病院では、少子・高齢化に伴う就労人口の減少により、介護従事者の人手不足が深刻な問題となっている。介護施設における事故件数は転倒・転落が最も多く、事故全体の三分の二を占めている。特に、半数以上はベッド上からの離床中および離床後の移動により発生する。このような事故を未然に防ぐためには、個々の要介護者に対するアセスメントおよび適切なケアの提供が必要である。要介護者の離床行動を検知するために、離床センサを用いた予防策を求められている。そこで、本研究では、要介護者の安全を守るための高齢者の起き上がり検知システム開発を行った。

現在、介護現場で広く利用されている夜間離床センサとして、クリップセンサやマットセンサ、赤外線センサなどが挙げられる。これらは、身体へ装着、誤検知、検知の遅さなど様々な問題がある。さらに、動作に対する検知であり、要介護者の状態は把握することができない。そのため、離床行動を早期に検知可能であり、要介護者の状態を把握できるシステムの開発が期待されている。これらを目的として、カメラを用いた転倒・転落検知および防止システムが開発されている。これらは、複数のカメラや深度カメラを使用する方法であり、システムが大規模になることや高価であるなど問題がある。

本研究では、赤外線カメラと赤外線反射シート（マーカ）を用い、離床行動である寝た状態から起き上がる状態の検出を可能とする起き上がり検知システムの開発を行った。

本システムは、天井に赤外線カメラ1台を設置して、要介護者の両肩に赤外線反射シート（マーカ）を装着して画像を撮影する。この画像より、マーカを

追従して、要介護者の状態を推定して、起き上がりを検知する。今回、要介護者の状態を4つに分類して、背臥位（仰向け寝ている）と側臥位（横向きに寝ている）は臥床状態、長坐位（上半身を起こしベッド上に座る）と端座位（ベッド端に座る）は起床状態と定義した。本研究では、要介護者が起床状態になった時点を「起き上がり」として定義した。4状態の判断は、取得した両肩の2つマーカークの位置と相対関係を用いて行う。事前に撮影された画像より、4状態におけるマーカークの存在位置を決定する。さらに、2つのマーカークの相対関係より状態判別の条件を決定する。

本システムを11人を対象とした検証実験により評価した結果、4つの状態に対して91.2%の正答率、87.3%の感度および97.7%の特異度となり、高い精度で状態検知が可能となった。

本論文は全6章で構成される。また、各章の内容は次のとおりである。

第1章は、序論であり本論文の背景、目的、概要を述べている。まずは、少子高齢化により、高齢者介護の問題について述べている。また、人手不足の問題により、介護現場に見守りシステムを利用する状況について述べている。現在多く利用されている離床検知システムの課題を概説している。最後に本研究の意義と目的を明らかにする。

第2章は、本研究で提案する起き上がり検知システムの概要について述べている。第3章は、本システムによるマーカーク検出および状態推定に関する提案法について述べている。高齢者の起き上がり動作を観察から、起き上がり動作における4つの状態（背臥位、側臥位、長座位および端座位）の定義について述べている。また、体に装着するマーカークの数と部位の検討およびマーカークによる状態検出方法について述べている。

第4章は、本研究で行われた実験について説明する。被験者6名の実験結果により、各状態の検知領域の設定について述べている。また、本システムの検知能力を確認するため、11人の被験者による検証実験について述べている。

第5章は、本システムの検証実験結果について、検知能力を定量的に求め、先行研究との比較より本システムの評価について述べている。

第6章は、本論文のまとめである。

論文審査結果の要旨

本論文では、起き上がり検知を目指した赤外線カメラと赤外線反射マーカークを用いた状態検知システムの提案を行い、安価かつ簡便でありながら高い精度で状態検知を可能とした。この結果より、起き上がり検知を可能とした。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として合格と認める。

原著論文名（1編を記載）

題目：Night-Time Monitoring System for Getting-up Action of Elderly Based on Single
Camera and Infrared Reflective Sheet

著者名：HE MINGNAN、岩井 守生、西野 高明、三浦 一幸、渡辺 玲奈、
小林 宏一郎

学術雑誌名：Advanced Biomedical Engineering

発行年月日： 掲載決定