

令和元年6月20日現在

機関番号：32202

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2015～2018

課題番号：15K11773

研究課題名（和文）部位別体動の検知に基づく認知症高齢者の起上り予測法の確立と次世代見守り装置の開発

研究課題名（英文）Establishment of rise-up prediction method for the elderly with dementia based on detection of movement and development of next-generation monitoring device

研究代表者

川上 勝（KAWAKAMI, Masaru）

自治医科大学・看護学部・准教授

研究者番号：50382958

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：介護施設や医療機関における高齢者の転倒・転落事故の予防は解決すべき課題の一つである。本研究は、この課題を解決するために、これまでに開発したセンサパネルおよびそれをを用いた体動検知システムに起上り予測機能の実装を目指した。

本研究の成果は、ケア現場での実証実験を通して、実用可能な見守りケア支援システムの構築と、臥床者の体動状況から臥床姿勢の判別と起上り予測を実現したことである。見守りケア支援システムは、ひずみゲージを使ったセンサパネルを用いることで廉価であるが高精度なデータを非接触で収集可能である。また、機械学習を活用して臥床時体動データから姿勢や起上り予備動作を抽出できるプログラムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者ケアの現場では、介護看護職者が認知症高齢者等の見守り対象者の臥床中の姿勢や離床を正確に把握する必要がある。近年の情報通信技術やセンサ技術の向上により、様々な見守り装置が提案されている。しかしながら、高齢者ケア場面への導入は設置費用や設置による生活環境への影響等により困難である。そこで、本研究で開発したシステムやプログラムはこれまでに提案されている手法に比べ有用性と経済性が高い特徴がある。提案手法の実用化により用い、高齢者ケアの質向上だけでなく、夜勤業務におけるケアスタッフの心理的身体的負担軽減が可能になる。持続可能なケアシステム構築の一助となりうる。

研究成果の概要（英文）：Prevention of falls by the elderly in nursing homes and medical institutions is one of the important issues. To prevent an accident, this research aimed to implement the rise prediction function in the sensor panel developed so far and the body movement detection system using it. The result of this research is the construction of a practical care support system and the realization of the judgment of the bed posture and the rise prediction from the physical movement situation of the lying person through the experiment in the elderly care settings. A watching device can collect highly accurate data by using a sensor panel.

In addition, we have developed a program that can use machine learning to extract posture and rise preparatory movements from bedtime movement data.

研究分野：看護工学

キーワード：認知症高齢者 見守り支援機器 機械学習

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

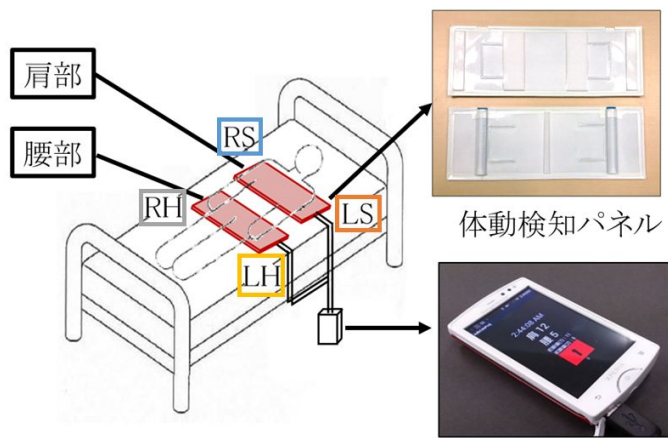
1. 研究開始当初の背景

我が国は世界でも類を見ない速さで社会の高齢化が進んでいる。高齢者は加齢に伴う身体機能や認知機能の低下により、日々の生活動作が不自由になる場合がある。その結果、わずかな段差での躓きや寝起きの歩き始めの転倒、寝床からの転落のリスクが高くなる。転倒・転落事故により、骨折などのけがを負うことで今までできていたことに対して支援が必要になるだけでなく、寝たきりの状態になることで、認知機能の低下や認知症の悪化などの問題が生じる。

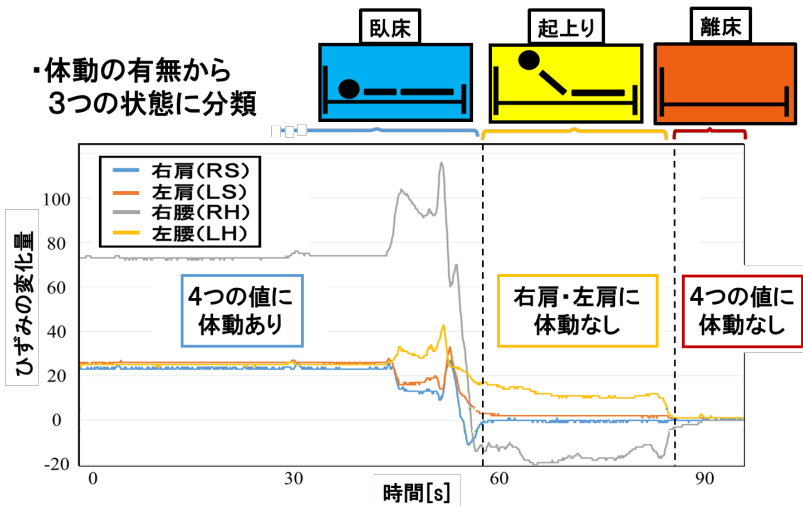
このような状況を避けるために、介護施設や医療機関など的高齢者ケア場面では高齢の入所者や患者の転倒・転落事故を防ぐために離床センサを導入している。一般的な離床センサはスイッチ式を採用しており、見守り対象者の動きをナースコールによりケアスタッフへ通知する。従来の離床センサを使用している場合、実際と異なる状況を通知(誤報)したり、本来通知すべき情報が通知されない(失報)があり、転倒・転落事故を完全に防ぐことができなかった。

この課題を解決するために、情報通信やセンサ、ロボット等の先端技術を導入した離床センサシステムが数多く提案された。しかし、先端技術を活用した見守り支援機器は、新たなシステム導入に必要なコスト面の課題や既存装置への依存などにより介護看護現場への普及が進んでいない。

我々はこれまでの研究で臥床者の体動を精度よく感知し、低コストで構成できるモニタリングシステム(図1)を考案した(特許5006018、特許6468510)。このシステムを用いた活用することで、そこで、本研究では起上り前動作を感知し、前もって対応可能なシステムがあれば安全な介護ができ、高齢者ケア現場の負担軽減も期待できる。



(a) 体動情報システムの概要



(b) 臥床状態と体動情報の関係

図1 体動検知パネルを用いた臥床状態把握システム

2. 研究の目的

本研究の目的は、これまでに開発したセンサパネルおよびそれを用いた体動検知システムの介護看護現場で実用可能性の評価と体動情報に基づく起上り予測機能の実装である。

3. 研究の方法

(1) 体動検知システム介護看護現場で実用可能性の評価

介護看護現場用装置の開発

臥床者の体動状況を把握するためのセンサとして、ひずみゲージを起歪材(アルミ板)に貼り付けた体動検知パネル(特許 5006018)を用いた。介護看護現場での使用に必要な仕様として、耐久性、信頼性、簡易性、経済性について検討した。長期間使用可能な耐久性を確保するために、ひずみゲージを張り付けたアルミ板の両面を保護やコネクタ部分、配線レイアウトを工夫し、耐久性を確保した。また、簡易性を高めるために、体動検知パネルをベッドフレームに設置する際に結束バンドを使用することと、腰部部分の設置にはベッド中央とすることを統一した。経済性については市販部材を積極的に使用することで製造コストを削減した。

ブリッジ回路が配置された体動検知パネルの出力(電圧)の増幅し、記録する機能と記録されたデータをインターネット上のサーバに転送する機能を備えた専用装置を開発した。電子部品やシングルボードコンピュータは市販品を活用することで開発コストを削減した。また、使用中の衝撃を避けるため、ベッド下に吊り下げ可能な筐体を3Dプリンタにて作成した。



図2 体動検知パネルの設置状況

介護看護職員へのヒアリング調査

体動検知システムの実用性については介護看護職員(施設管理者を含め延 20名)を対象に居室環境や利用者の生活への影響の有無、体動検知パネル及び装置の管理等についてヒアリングを行った。ヒアリングの際は、事前に体動検知システムを構成する体動検知パネルと専用装置の実物を提示し、それらの大きさや重さ、形状などについて既存離床センサシステム比較を依頼した。また、離床センサシステムに求める機能について自由意見を聴取した。

(2) 体動情報に基づく起上り予測機能の実装

機械学習用データセット及び学習器の作成

臥床者の体動情報を体動検知パネル及び専用装置を用いて継続的に収集し、そのデータの時系列変化を閾値及び研究者の経験則により姿勢判別用の教師データを作成した。教師データは臥床者個々の特徴を考慮するために7夜分とした。教師データには各センサ情報に対する姿勢ラベル(臥床、起上り、離床)を付与した。この教師データを使い、機械学習用ライブラリを用いて学習器を作成した。

また、起上り前の体動を正確に検知するために、深層学習(LSTM)を活用した。LSTMは多層ニューラルネットワークによって自動特徴抽出が可能で、時系列データへの対応性が高い特徴がある。そこで、起上り前の体動と臥床を判別することで起上り予測の実現を目指した。データセットは臥床開始から30分毎に時刻ラベルを付与し、起上り直前の予想範囲10分以内とした。また、起上り予測範囲以外で体動がない時間帯を削除した。体動検知パネル介護保険施設に入所中の高齢者の夜間体動情報6日分を学習データとした。学習条件として、ネットワークは3層(入力層(5)-隠れ層[LSTM](1000)-出力層(3))とし、活性化関数はReLU(1-2層)とSoftmax関数(2-3層)、最適化手法をAdamとした。学習フレームワークはChainerを使用した。

学習器の性能評価

対象者別に作成した体動情報に基づく姿勢判別用学習器を使い、7夜分をテストデー

タとして臥床時姿勢及び起上り予測の確度を算出した。

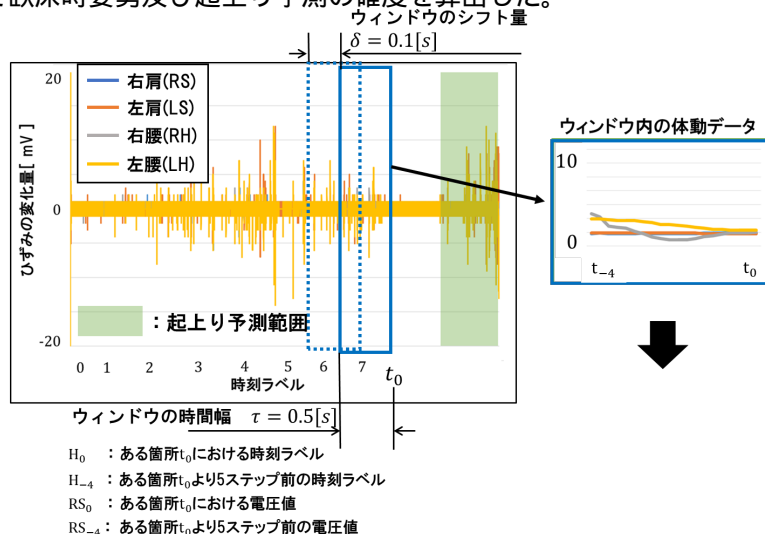


図3 学習データ作成方法

4. 研究成果

(1) 体動検知システムの介護看護現場における実用可能性

本研究で製作した体動検知パネルおよび専用装置を介護保険施設に設置し、有用性と耐久性について介護看護職員へ聞き取りにより調査した。

その結果、体動検知パネルに関する質問に対して、サイズや重量、耐久性について「どちらでもない」の回答が半数程度であった。特に、長さや幅については「どちらでもない」との回答が6割だった。保管場所については、「場所を取らない」に対して「やや」から「非常に」に全体の約90%の回答があった。自施設での使用可能性については、意見が分かれたが、「使えない」との回答が約2割あった。また、専用装置に関する質問に対して、サイズや重量、耐久性について「どちらでもない」の回答が4割程度であった。保管場所については、「場所を取らない」に対して「やや」から「非常に」との回答が約8割だった。自施設での使用については「どちらでもない」の回答が全体の4割で最も多かったが、否定的な意見が約2割あった。

自由記述の内容には、装置の小型化や設置場所、操作設置方法、看護対象者の臥床状態の把握に関する要望が含まれていた。体動検知システムは「起上り」を判定可能であることやベッド下に設置すること、センサはマットレスとベッドの間に設置することが前提である。したがって、介護看護現場の要望に合致していると言える。また、介護看護職員は既存装置にない機能を備えた装置に対して期待を持っていることから、実用可能性は高いと判断できる。

(2) 起上り予測機能の実装可能性

介護老人保健施設に入所中の高齢者の体動データから起上り前の特徴を抽出し、対象者個々の学習器を作成した。学習器の性能評価項目として、「確報（実際の起上り前に通知）」、「誤報（起上り通知があったが実際は起上りが起きない）」、「失報（起上り前の通知がない）」を定義し、テストデータを用いて学習器の性能を評価した。その結果、提案手法の確報確立は約7割であった。以上のことから、これまで実現できなかった起上り予測機能を備えた離床センサの実用化が可能といえる。

一方、一晩あたり10回前後の失報や誤報があった。今後、失報や誤報を減らすために学習データの重みづけや体動データ以外のデータを活用するなどの工夫が必要である。さらに、体動データと脳波測定による睡眠深度との関連性を検証し、新たな学習のパラメータとして活用する。これらによって、起上り予測機能の精度向上が可能となる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 2件)

川上勝、阿部有貴、野澤翔馬、戸羽省吾、尾崎功一、部位別体動検知による臥床者の起上り判定システムの開発、日本福祉工学会、査読有、Vol.17、No.2、2015、pp.25-30

Masaru Kawakami、Shogo Toba、Kohei Fukuda、Shinya Hori、Yuki Abe、Koichi Ozaki、Application of Deep Learning to Develop a Safety Confirmation System for the Elderly in a Nursing Home, Journal of Robotics and Mechatronics、査読有、Vol.29、No.2、2017、

〔産業財産権〕

取得状況（計 1 件）

名称：被検者の状態判定システム
発明者：尾崎功一、阿部有貴、川上勝
権利者：国立大学法人宇都宮大学、学校法人自治医科大学
種類：特許
番号：特許第 6468510 号
取得年：平成 31 年
国内外の別：国内

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：尾崎 功一

ローマ字氏名：(OZAKI, Koichi)

所属研究機関名：宇都宮大学

部局名：工学部

職名：教授

研究者番号（8 桁）：60282381