

非接触式バイタルセンサを用いた高齢者の 中途覚醒時離床検知システムの提案と実装

神田 翼[†] 日比野 隼弥[‡] 大塚 孝信[‡]

名古屋工業大学[†] 名古屋工業大学大学院[‡]

1 はじめに

世界的に総人口に占める 65 歳以上の割合は 1950 年から上昇しており、9.4%である。それに対して日本での割合は 29.0%に達し世界でも最高水準となっており、更なる上昇が見込まれている。これに伴い日本の介護サービスに対する需要も増加している[1]。また、世界的な高齢化進行により、世界でも日本と同様に需要が増加することが予想される。しかし、日本では介護サービスの需要が増加しているのに対して介護事業所における人材の不足感は 66.3%と過半数である[2]。また、深夜勤務における一人当たりの担当入居者数が 15 人以上 25 人未満の割合が 61.9%であり、深夜勤務における仮眠や休憩についてのアンケートをみると「とれない」と回答した割合は入所型施設では 25.7%である。そして、夜間で多い事故に転倒が挙げられる。転倒の主な原因として、夜間における介護施設の人員が不足し、見守りが行き届いていない中、入居者が介助なしで個人で行動しようとし離床するということが挙げられる。以上より、夜間の介護施設内における介護従事者の見守りを支援するための、離床検知手法が必要だと考える。

2 関連研究

入居者のベッドでの状態を見守るシステムとして離床ベッドセンサを用いた見守りシステムがある[3]。しかし、比較的人員が多い日中の時間と比較的人員の少ない夜間の睡眠中との区別がない。そして睡眠時間における離床のような異常か、日常における離床の区別がつかない通知は介護従事者の優先順位を混乱させ負担をかける可能性がある。また、ウェアラブルセンサを用いた高齢者見守りシステムもあるが、ウェアラブルセンサは入浴等の際に取り外しつけ忘れることや身につけることを避ける方もいる。そこで本研究では、身につける必要のない非接触センサを用いて、得られたデータで対象者の就寝から起床までの時間を推定しその時間内での離床を検知する手法を提案する。

Proposal and Implementation of a Bed Leaving Detection System for Elderlies During Mid-Awake Using Non-Contact Sensors

[†]Nagoya Institute of Technology

[‡]Department of Computer Science, Nagoya Institute of Technology

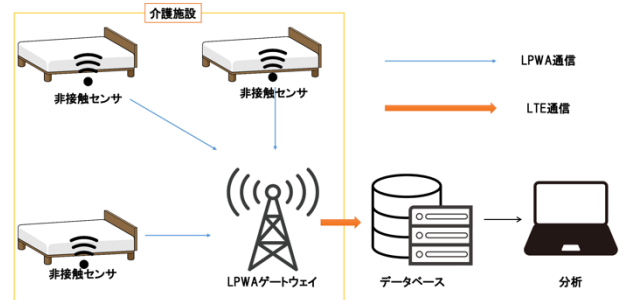


図1 データ収集の流れ

3 提案手法

データ収集の概要

本研究で収集するデータの流れを図1に示す。本研究では株式会社ミオ・コーポレーションの非接触センサを用いる。設置条件はベッドのマットの上面から下方 30cm 以内の距離に設置し、みぞおちの下に来るように設置する。このセンサはマイクロ波によりバイタルデータを収集する。得られるバイタルデータは対象者の体動の大きさ、心拍数および呼吸数の値である。本研究では心拍数と呼吸数の値を利用する。

センサは1分ごとにバイタルデータを取得し、LPWA(Low Power Wide Area)通信の一種であるLoRa通信でLPWAゲートウェイに送信される。そこからLTE(Long Term Evolution)通信によりデータベースに蓄積される。蓄積されたデータを用いて直近1ヶ月の就寝から起床までの時間を推定し、その結果をもとに離床検知を行う。

バイタルデータからの状態判定

就寝時間および起床時間の傾向を推定するために、非接触センサから得られる心拍数および呼吸数を用いて状態判定を行う。まず、被験者である 70 代女性のベッドに非接触センサを設置し、非接触センサから得られるバイタルデータを収集して分析を行った。心拍数および呼吸数が 0 の際はベッド上にいないため離床している状態である。離床している状態以外を臥床とする。そして、臥床している際におけるバイタルデータの分析を行った。活動時(ベッド上で読書等を行い作業している状態)と安静時(睡眠中や就寝するためにベッドで横になっている状態)の2つの状態におけるバイタルデータをそ

れぞれ 780 分, 800 分収集した. 収集したバイタルデータの状態ごとの平均値を表 1 に示す.

表 1: バイタルデータの平均値

平均	安静時	活動時
心拍数	77.85	88.38
呼吸数	14.82	14.53

安静時と活動時で呼吸数の平均値に大きな差は見られなかったが, 心拍数には大きな差が現れた. そのため, 心拍数に着目してベッドでの状態分類を行う. しかし, 心拍数の値はばらつきがあり安静時でも寝返り等をした際は 90 を超える値を取ることがあり, 活動時では静止していると 80 を下回る値を取ることがある. そのため, バイタルデータを 10 分ごとに分割し, その 10 分間における心拍数の平均値を用いて状態分類を行う. 10 分ごとに分割し, 分割した中に 1 つも心拍数および呼吸数が 0 である離床がない場合, "臥床状態" (ベッド上にいる状態) と定義する. それ以外の場合は"離床状態"とする. そして, 安静時と活動時の平均値を約分した 83 を閾値とする. 臥床状態であり, 閾値を上回った場合は"活動状態"とし, 閾値以下となった場合は"安静状態"とする.

就寝時間および起床時間の推定

離床検知を行う日の前日までの直近 1 ヶ月における, 就寝時間および起床時間の推定を行う. 多くの介護施設では, 20 時から 21 時を消灯時間としているため, 20 時を起点としバイタルデータを 10 分ごとに分割し状態判定を行う. 就寝中の場合, 安静状態が連続するため, 安静状態が 2 つ以上連続した場合は就寝中だと仮定する. 就寝中だと判定された場合, そこから時系列的に遡り, 離床時から臥床状態となった時間を就寝時間と仮定する. そして, 就寝していると判定されてから離床状態が 6 つ連続した場合, 時系列的に離床状態が連続した中で初めて臥床から, 臥床から離床に遷移した時間を起床時間とする.

離床検知

離床検知を行う日の前日までの直近 1 ヶ月の就寝時間および起床時間の推定をする. 推定された就寝時間の中で最も早い時間を就寝の参考時間とし, 推定された起床時間の中で最も遅い時間を起床の参考時間とする. 就寝の参考時間以降で, 閾値以下となる心拍数が 6 分以上連続した場合, 就寝中と判定する. 就寝中と判定され, 臥床から離床に遷移した場合, その離床を検知する. そして, 起床の参考時間以降に初めて離床となるまでの間, 臥床から離床に遷移する場合の検知を行う.

4 評価実験

被験者は 70 代女性であり, 2023 年 12 月 4 日から 2023 年 12 月 31 日までの期間, 就寝時間および起床時間の評価実験を行った. 実際の就寝時間および起床時間は被験者自身が記録した. また, 2024 年 1 月 1 日から 2024 年 1 月 7 日までの期間, 被験者の同意のもと寝室にカメラを設置し, 離床検知の評価実験を行った.

推定された就寝時間および起床時間と実際の就寝時間および起床時間の比較を一部, 表 2 に示す.

表 2: 推定結果と実際の時間の比較

日付	推定 就寝時間	実際の 就寝時間	推定 起床時間	実際の 起床時間
12/14	22:59	23:02	6:04	6:05
12/15	1:22	23:20	6:03	6:00
12/16	23:35	23:30	7:03	7:04
12/17	23:36	23:35	6:04	6:00
12/18	0:21	0:20	6:03	6:01

推定就寝時間と実際の就寝時間の差が 10 分以内であった日は評価実験を行った期間の約 93%であった. 10 分より大きい差があった原因は, 被験者が就寝のため臥床したが, 寝付きが悪く安静状態と判定される前に, 一度離床したためだと考えられる. また, 推定起床時間と実際の就寝時間の差は全ての日で 10 分以内であった. これは, 起床と判定する条件が, 就寝と判定する条件と比較して明確であるからと考えられる.

離床検知の実験では, 離床を 100%検知することができた. そして, 本実験で検知した離床と, 実際に就寝してから起床までの離床の比較を行うと, 約 90%の離床を正しく検知することができた. 残り約 10%の誤りは, 実際の就寝時間より早く, または遅く就寝したと判定されたため, 誤検知や検知を行えていない離床があったからである.

5 おわりに

本研究では, 被験者の就寝時間および起床時間の推定し, その結果をもとに離床の検知を行った. 今後はレム睡眠時やノンレム睡眠時におけるバイタルデータの分析を行い, 状態の分類を行うことで就寝時間等の推定精度の向上を図る. そして離床検知の精度向上に繋げる.

参考文献

- [1] 内閣府:令和 4 年版高齢社会白書
- [2] 介護労働安定センター:令和 3 年度介護労働実態調査結果について
- [3] 澤 伸一:遠隔見守りのための離床ベッドセンサーを用いたクラウドシステム, 日本人間工学会第 64 回大会, P2E1-14, 2023