

氏名	荒木 大地		
学位の種類	博士（看護科学）		
学位記番号	博甲第	8220	号
学位授与年月	平成 29年 3月 24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	人間総合科学研究科		
学位論文題目	ベッド上からの転倒・転落予測に向けた体動変化解析手法の開発		
主査	筑波大学教授	保健学博士	安梅 勅江
副査	筑波大学教授	博士（看護学）	岡山 久代
副査	筑波大学准教授	博士（保健学）	三木 明子
副査	筑波大学教授	博士（工学）	中内 靖

## 論文の内容の要旨

荒木氏の博士学位論文は、ベッド上からの転倒・転落予測に向けた体動変化解析手法を開発したものである。その要旨は以下のとおりである。

### （目的）

財団法人日本医療機能評価機構の平成 25 年度年報では、医療事故やヒヤリハットの件数の第一位が「転倒・転落」と報告されており、患者・看護師のそれぞれに大きな負荷のかかる重大な事象である。転倒・転落への対策として、リスクアセスメントスコアでのリスク把握が推奨されるものの、予防としては十分に活用されていない。リスクのある患者に対しては離床感知センサを用いるが、感知のタイミングの遅さ、転倒・転落への特異性の不足、プライバシーの問題などがあり、理想的なセンサが不足している。著者は、ベッド上での体動変化に注目し、独自で設定した特徴量を用いて転倒・転落に繋がる動作を検知する看護的視点を持った手法の開発を行ったものである。

### （対象と方法）

著者は、研究 1、研究 2、研究 3 の 3 つの研究を行っている。体動変化解析手法で構成したシステムは、各ベッド脚下に設置し、荷重を測定するセンサ部分と、得られたデータを経時的に記録し、解析するソフト部分で構成されている。センサ部分から得られた荷重の情報から、ベッド上の対象者の重心位置を推定し、体動による移動軌跡に対して各種の計算を行い、特徴量のデータを取得している。研究 1 では、本手法を用いて、ベッド上での基礎的な姿勢・動作の判別可能性と使用すべき特徴量の検討を行っている。対象者は健康な 18 歳以上の男女 6 名で、ベッド上で 9 種類の異なる姿勢と 1 種類の動作から得られたデータを用いて、パワースペクトル密度と Detrended Fluctuation Analysis (DFA) の 2 つの特徴量を算出している。その後、各姿勢・動作における有意差について統計的手法を用いて検討している。研究 2 では、危険動作の判定に向けて、特徴量の追加および精査を行い、客観的な指標で判別を行うために機械学習の手法である Support Vector Machine

(SVM) を用いて動作の判定を行っている。対象者は健康な 18 歳以上の男女 6 名で、ベッド上で、臥位、座位、立位の基本的な 3 種類の姿勢と、それぞれの姿勢で揺れを伴った 3 種類の動作を行わせ、データを記録した。計算を行った特徴量は、パワースペクトルを細分化した、Sp-power、Sp-Peak、Sp-Sharp および、DFA と軌跡面積、単位時間軌跡長、単位面積軌跡長、X、Y 軸変位の 7 種類である。また、SVM を使用する為に、数種類の時間窓とサンプリング間隔から、最適値を検討しつつ、上記 6 種類の動作の判別確率である適中率を計算している。研究 3 では、研究 2 で調整を行った特徴量と SVM を用いて、予め設定した転倒・転落に繋がる「危険動作」の判別を行っている。対象者は研究 1、研究 2 とは異なった健康な 18 歳以上の男女 5 名で、幅広くサンプリングを行うため、異なった対象集団を募集している。研究では、危険動作として設定した、「Reach out, Bed rail, Active」の 3 種類の動作を行う様に指示し、データを取得している。また、3 種類の動作を組み合わせた一連の動きを取得し、未知の試験データ (Test data) とした。3 種類の動作に関し適中率を算出し、Test data を SVM で解析し、適合率、再現率を求め、システムとしての評価を行っている。

### (結果)

研究 1 では、主に静的な姿勢と動作との間に有意差がみられ、有意差のみられなかった項目においても、姿勢と動作間に数値の差がある傾向がみられた。研究 2 では、姿勢と動作間において、多くの特徴量で有意差がみられたが、DFA の項目では差がみられる項目が少なかった。また、時間窓 3 秒、サンプリング間隔 1 秒の設定において、SVM で算出した適中率が 97.5% で最も高い確率を示した。研究 3 では、3 種類の危険動作について、適中率が 64.9% であったが、特徴量における「軌跡面積」の項目を除外したところ、適中率が 79.8% と向上した。また、未知の Test data に対してのマクロ平均の適中率は 91.7% であり、適合率 77.0%、再現率 78.6% を示した。

### (考察)

研究 1 では、特徴量の数値の差から、静的な姿勢と動作の判別可能性が高いことが示唆され、特に安定性の高い端座位の姿勢と動作との差が大きくみられたとしている。研究 2 では、研究 1 で扱った特徴量に新たな特徴量を加えることで、より詳細に姿勢・動作の特徴を捉えることが可能であったが、DFA の項目は測定時間の関係で、有効な特徴量として扱えないことが示されたとしている。また、SVM で適中率が 97.5% と高い値を示し、ベッド上の姿勢・動作における判別可能性が高いことが示唆されたとしている。研究 3 では、文献から見出した危険動作の判別を試みたが、研究 2 で用いた特徴量から、有効性に欠ける DFA を抜いた 6 項目では、適中率が 64.9% という値を示したとしている。性能の向上を試み、「軌跡面積」の項目除去により、適中率が 79.8% と向上した。これは軌跡面積の時間単位での数値変動の幅が大きく、他の特徴量のノイズが原因と考えられるとしている。未知の Test data を SVM で判定することで、適中率、適合率、再現率を算出した結果、適中率、適合率、再現率ともに高い値を示している。著者の成果は、他の動作判別に関する研究と比較し高い判別可能性が示され、転倒・転落に繋がる動作の把握が進み、転倒・転落を予測への一助になると位置付けられる。

### (結論)

著者は、患者・看護師の双方にとって負荷が大きい転倒・転落の予測を行うため、体動変化を用いてベッド上の対象者の状態を判定する手法を開発した。一連のシステムを評価する適合率および再現率は他の研究と比較しても高い値を示し、転倒・転落に繋がる動作の早期発見に繋がる基礎的な検討結果が得られている。著者が開発した手法を用いることで、特異的に危険動作を判別することに繋がり、看護師の負荷軽減への貢献が期待される。

## 審査の結果の要旨

### (批評)

荒木氏は、転倒・転落予防という看護実践の重要なテーマについて、看護科学と工学を融合した方法論を活用し果敢に挑戦した。実践を踏まえ独自に設定した特徴量を用いて、転倒・転落に繋が

る動作を検知する看護的視点による手法を開発した独創性、新規性はきわめて高い。本研究は、将来の理想的な転倒・転落予防センサ開発につながる貴重な成果を得た点で、高く評価される。

平成 29 年 1 月 30 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（看護科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。