

(様式 2)

## 学位論文の概要及び要旨

氏 名 磯本 佳助 印

題 目 ファジィ理論に基づく臨床判断の定量化と  
転倒・転落リスクの推定に関する研究

### 学位論文の概要及び要旨

本研究では、ベッド上における入院患者の見守りシステム実現を目指す。

医療現場における転倒・転落事故は深刻な問題であり、高齢者など身体機能の衰えた人は、転倒・転落により深刻な怪我に繋がる可能性が高い。こうした事故を防ぐため、医療現場では転倒・転落アセスメントスコアシート（FAS: Fall Assessment Score sheet）と離床センサが使用されている。FASとは転倒・転落の要因が列挙されたチェックシートであり、看護師はFASの内容に基づき、患者の転倒・転落リスクを評価している。一方、離床センサは患者の行動を検知するために用いられ、患者が転倒・転落に繋がる行動をした際に、看護師へアラームを鳴らすものである。しかし、FASは内容が更新されるたびに都度評価を行う必要があり、看護師にとって負担の大きな業務の1つである。また、離床センサは患者の様子をリアルタイムに観測可能な反面、全ての患者に対して同一の評価基準でアラームを鳴らしてしまう。つまり、潜在的な転倒・転落リスクの大きさに関わらず、一定の行動によってアラームが鳴動するため、低リスク患者にとってはアラームが早すぎ、高リスク患者にとってはアラームが遅すぎるといった現象が生じてしまう。

以上の問題点を踏まえ、本研究ではFASと離床センサを統合したシステムを提案する。システムの構成概要図をFig. 1に示す。本システムは入力をFASとベッド上（周辺）の距離情報、出力を転倒・

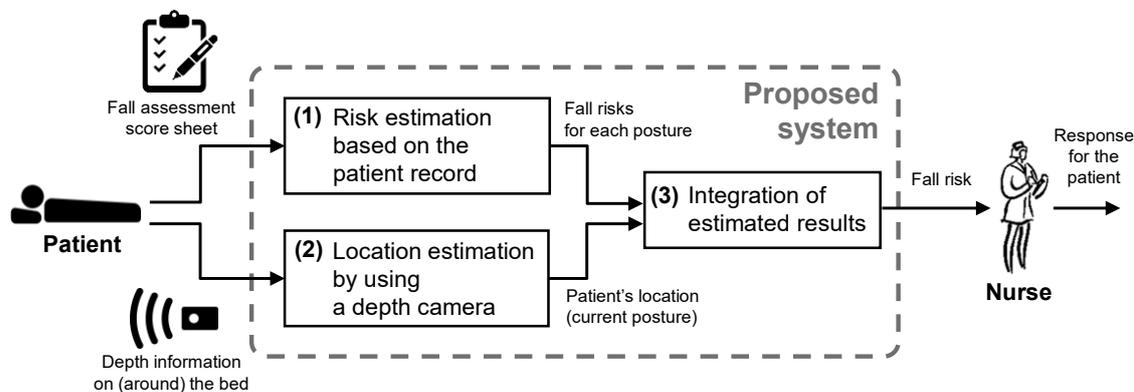


Fig. 1 Constituted concept of the proposed system

転落リスクの値としている（出力をアラームの有無としないのは、病院や診療科によってアラームの鳴動閾値が異なるため）。距離情報を利用することで、患者のプライバシーに配慮しつつ、現在の様子を把握できる。また、FASを同時に用いることで、患者個人の状態に対応したオーダーメイドなリスク推定が可能となる。さらに、転倒・転落リスクを自動で推定するため、看護師の負担を軽減できる。

本提案システムは、(1)～(3)の3つのモジュールで構成される。モジュール(1)では、FASの内容から患者の転倒・転落リスクを姿勢ごとに推定する。モジュール(2)では、距離情報に基づき患者の現在位置と姿勢を推定する。モジュール(3)では、モジュール(1)と(2)の推定結果を統合し、現在の転倒・転落リスクを推定する。博士論文の主目的は、これら3つのモジュールの実現可能性を実証することである。

モジュール(1)では、FASに基づく転倒・転落リスク推定を行う。そのため、FASを入力、転倒・転落リスクを出力としたモデルを構築する。モデル化の際は看護師の臨床判断を用いることで、その看護師が従事する診療科に即したモデルを実現できる。ただし、看護師の判断には人間独自のあいまいさ（迷い）を含むため、本研究では看護師から教師データを収集する際に、ファジィ評定法によって迷いの範囲も取得する。その後、ファジィ線形回帰分析によってモデルパラメータを算出することで、看護師の判断基準をより忠実に再現できる。提案手法の検証にあたり、看護師11名から教師データを取得し、看護師ごとにモデル構築を行った。その後、作成されたモデルが本人の判断を反映しているかを確かめるべく、先の看護師の内8名（残り3名は休職などの事情により検証不可）に自身の判断と似通ったモデルを3つ選択させた。その結果、8名中5名（62.5%）の看護師が自身のモデルを回答中に含んでおり、期待値27.3%を大幅に上回った。以上より、臨床判断をモデル化できる可能性が示唆された。

モジュール(2)では、距離情報から人物位置と姿勢を推定する。提案手法は、距離情報をベッド直上視点へと変換、ベッド上（周辺）の空間を三次元格子状の区画へと分割、患者が最もオーバーラップする区画（代表区画）の抽出、代表区画を基準とした重心計算による人物位置の推定より構成される。距離情報の射影や分割を行うことでロバスト性が向上し、より多くの環境下での運用が期待できる。入院患者2名に提案手法を適用し、推定された計12458例の人物位置データに対し各姿勢の分布を確認した結果、同一の姿勢は類似した位置に、異なる姿勢は乖離した位置に点在していた。よって、提案手法は人物位置を推定し、その人物位置に基づいて姿勢を特定できる可能性が高いといえる。

モジュール(3)では、モジュール(1)と(2)をファジィ推論によって統合する。ファジィ推論は通常の推論と異なり、臨床判断のようなあいまいな情報が混在する状況下でも結論を導き出すことができる。本手法の利用には前件部と後件部が必要であるが、前件部はモジュール(2)、後件部はモジュール(1)に基づき設定される。対象とする姿勢を臥位、長座位、端座位、立位とし、計8830例のサンプルを用いて交差検証を実施した結果、89.9%が期待通りの転倒・転落リスクを算出した。これより、患者のFASと距離情報を勘案した結果を高精度で得られる可能性が高いことが示された。

提案システムは患者の内実をFAS、外見を距離情報から取得しており、本研究を通じてこれら内実と外見を統合したリスク推定が可能なが示唆された。本システムが実現することで、患者個人に合わせたリスク推定が可能となり、将来的には転倒・転落事故の削減が期待される。