

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25282174

研究課題名(和文)施設看護における患者・看護師双方の動作ログ解析に基づくラウンドリエンジニアリング

研究課題名(英文)Round Re-Engineering Based on Action Log Analysis of Both Patients and Nurses

研究代表者

森 武俊(MORI, Taketoshi)

東京大学・医学(系)研究科(研究院)・特任教授

研究者番号：20272586

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,800,000円

研究成果の概要(和文)：病院や高齢者介護施設などでは、24時間のケアが提供できるようナースステーションをベースに複数の看護師が交替で働いている。患者の多様なニーズにこたえ、できるだけ一人一人に丁寧に適切な看護ケアを提供しコミュニケーションがとれると良いが、ある程度定型のプロセスにしたがってベッドを巡回する姿が現実である。インフラ設置型の計測システムでさりげなく自然に患者や看護師あるいは相互インタラクションの行動・動作を定量的に把握し、それらの24時間常時蓄積データから適切なタイミングや時間・ベシクケア内容をエビデンスベースで求め看護師の部屋巡回ラウンドを支援するシステムの開発を進めた。

研究成果の概要(英文)：We developed an infrastructure installation type measurement system that casually and naturally quantifies the behavior and movement of patients, nurses or mutual interactions. Based on that, we proceeded to develop an enhanced system that supports nurses' room round seeking appropriate timing, time, basic care contents on evidence basis from these 24-hour accumulation data.

研究分野：看護工学

キーワード：看護工学 スクール 看護理工学 生活パターン センサ医療情報工学 移動モニタリング 動線解析 行動モニタリング ナー

1. 研究開始当初の背景

看護師は広く病気や障害を持つ方の生活の援助を行う医療従事者である。国内で 100 万人程度が就業し人口 100 人あたり 1 人が看護職で世界的な平均よりやや多いものの超高齢社会を迎えるなか十分とは言えず、外国からの受け入れの取り組みも始まりつつある。病院や高齢者介護施設などでは、24 時間のケアが提供できるようナースステーションをベースに複数の看護師が交替で働いている。患者の多様なニーズにこたえ、できるだけ一人一人に丁寧に適切な看護ケアを提供しコミュニケーションがとれると良いが、ある程度定型的なプロセスにしたがってベッドを巡回する姿が現実である。病院内業務について医療を定常的に提供するサプライチェーンとしてとらえタイムスタディを基盤として患者の看護必要度・医療依存度に関連した調査票ベースの業務把握研究などが行われ始めつつあり、小児あるいは合併症の多い高齢者においては短時間対応が多く繰り返され結果的に手間がかかっている、熟練した者に比べ初心者の看護師では特に記録作業に時間がかかっているといったことが明らかになっている。しかしながらこれまでのこの種の研究は事後アンケート式以上のものでも主に師長による観測や専任記録者がついて回る調査で、主観的側面が大きくかつ調査自体がふだんの看護ケア状況を変えてしまうという問題があり、時系列での比較や施設間での比較、改善に向けた要因抽出などを客観的に行うことが困難であった。ATR の E-ナイチンゲール等において計測機器を導入した検討も試みられたものの技術的にも計測のため看護師の行動に介入変容せざるをえなかった。本研究ではインフラ設置型の計測システムでさりげなく自然に行動・動作を定量的に把握し、適切なタイミングや時間・ベーシックケア内容をエビデンスベースで求め各部屋の巡回ラウンドを支援するシステムを開発する。

本研究は、東京大学の看護工学の講座のリーダーで人の動作計測技術の開発を進め高齢者生活モニタリングにて実証してきた機械工学・情報工学研究者である研究代表者森と、日本で初めて大設置された看護学・工学連携講座のリーダーで院内看護師移動行動や患者のベッド上動作の観測技術を開発する電子工学研究者である大高大学山田教授とが、看護師として病棟勤務経験も十分な看護学研究者ら、ベッドサイドセンサ・エアマットレスや車椅子用などケアアクションの開発やその臨床研究も多く行ってきた保健

学研究者、インフラ型計測システムや行動推定アルゴリズム研究に携わって来た情報科学研究者らと共に、施設内における看護師によるラウンドを「看護工学」・「ナースエンジニアリング」の一つの重要なターゲットとして協調連携することで、患者療養環境・看護環境を定量的なエビデンスをもとに改善するシステム実現例を開発し、さらにそれに基づき計測・分析・改善の方法論を確立することを目指す新しい取り組みである。研究代表者の森と大阪大学の山田教授とは、2011、12 年と続けて、「日本生体医工学会大会」、「計測自動制御学会生体生理工学部会シンポジウム」、ライフサポート学会・生活支援工学会・日本機械学会福祉工学部門共催の「生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会」、「日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会」において『看護工学』のオーガナイズドセッションを開催し共同座長をつとめるなど看工連携領域の活動をリードするだけでなく、患者行動モニタリング研究においても協働を始めている。

2. 研究の目的

これまで、森と野口はインフラ型の室内センサ・宅内センサ・建物内センサの協調統合による行動詳細把握システムの構築研究、一人暮らしの生活動線の記録システムとその 24 時間 365 日運用に基づく行動モデリング、そのモデル学習による行動予測手法の研究、国内の多数の独居高齢者宅に部屋毎に設置した人感センサのデータに基づく行動パターンモデリングとそれに基づく健康状況変化などの異変検知および認知症の深化などの異変予兆の検知の研究、山田教授は看護師行動やベッド上患者動作のモニタリングだけでなく科研費「社会医療サプライチェーン駆動力としての大学病院運営評価：業務実態調査を基盤として」の研究に実質的に携わり、小型軽量化の進んだレーザスキャナとそのデータに基づく統計的推定処理により屋内の人の位置や向きさらには車椅子や移動棚等の位置の把握・追跡が無拘束に自然に行えること、プライバシー保護に配慮したカメラ画像処理とベッド上や部屋入口に設置した圧力や振動センサで人の動作・姿勢や人と人との関わりを計測可能であること、屋内における動線軌跡やより粗い位置履歴でもその蓄積データがあればパターン化された行動の推定・予測が可能であり逆に異変の検知もできると示してきた。本研究では、これらの成果と開発してきた機器とをベースに、患者の施設内行動やベッド等でのふるまい、看護

師のラウンド行動や看護動作，患者・看護師相互作用を常に蓄積し常時計算機解析することで，看護師・患者双方のQOLを向上させる，看護師がいつ誰にどう対応するのが良いかというプランケアと臨時ケアを提示支援するシステムを構築する．病院内の人の行動把握をセンサにより定量的に行いエビデンスベースナーシングを展開することを目指している点に加え，それをセンサやスマートフォン等を患者・看護師に保持・装着させるのではなく開発してきたインフラ設置分散センサにより実現することがポイントとなる．

3. 研究の方法

本研究ではインフラ設置型の計測システムでさりげなく自然に患者や看護師あるいは相互インタラクションの行動・動作を定量的に把握し，それらの24時間常時蓄積データから適切なタイミングや時間・ベーシックケア内容を求め看護師の部屋巡回ラウンドを支援するシステムを開発する．患者のベッド上および近辺での行動・動作はマルチカメラシステムや圧・振動センサにて，患者や看護師の部屋内移動や部屋間移動は分散レーザスキャナにて計測するシステムを開発する．さらにナースステーションの看護師行動をカメラと距離センサで統合把握するシステム，患者・看護師インタラクションをマルチカメラとマイクアレイで記録するシステムを開発し，これら蓄積動作ログによりから患者状況・行動を推定・予測し看護師支援を実証する．

システム全体設計と模擬システムの構成，人移動モニタリングシステムの開発，ベッド上動作計測を含むビジョンベース院内行動計測システムの基礎開発，屋内人物動作解析法，相互作用の定量分析の計測システムデザインが進んだ．高齢者介護施設，養護施設，病院などで，患者の施設内での行動やベッドや車椅子上でのおふるまい，看護師の院内のラウンドでの行動や看護動作，ナースステーションでの動作，患者と看護師とのインタラクションを蓄積・解析できるようにすることで，看護師が患者に対して必要で本質的なケアを提供する時間をより多く作れるようにすることを支援し，患者の施設内QOLの向上さらには退院後の生活の質を高めることを目指した計測・記録・分析システム，施設内の看護師ラウンドのプランニング・誘導システムを開発することを目的としている．いつどのタイミングで，どの患者に何についてどれくらい時間をかけてどういう観察・ケア対応をするのが良いかを補助支援するシステムを想定した．

4. 研究成果

初年度の平成25年度には，患者・看護師

の病室近辺での行動，特にベッド上，ベッド周囲，病室入り口近辺での動作を，ベッドマットレスに設置した分布圧力センサ，病室に複数設置したカメラ群，入口付近に設置する圧力センサ・人感センサ，病室内と近隣廊下をカバーするよう設置したレーザレンジセンサ群によりモニタリングし，常時記録するシステムを実験室環境にて構築を進めた．この初年度のシステムは1つの病室を模擬するような環境を構築するものであったが，これを病院や高齢者施設に適用できるように安全設計と拡張をはじめ，廊下等でも利用可能な測距範囲の長大なレーザスキャナのような機器でも機能するように手法を改良しフロア設置実験を行うこととした．また，昼夜の行動パターンがさだまっている場所で，人や関連機器の位置のモニタリング記録とそこからのパターン推定アルゴリズムを開発することとした．

二年次には，病院内で患者および看護師の動作を記録し工学的客観的な手法を利用して行動解析するに至っている．初年度より開発を進めたモニタリングシステムを統合連携して誰がどこにいるか，特定の部屋においては位置姿勢が把握できるシステムとして構成する開発を進めた．施設内行動動作記録管理システムを導入し安定冗長データ蓄積を実現した．一つの病室とその前廊下のような限定的な模擬環境で構築していた初年度からより広い施設に適用できるよう安全設計法と範囲拡大手法の開発を進めた．位置や入退室・動線情報から行動やそのパターンを推定するアルゴリズムを開発し，また病院内で患者および看護師の動作を記録し，歩行者空間モジュールなど工学的な手法を利用して行動解析した．外来を受診する患者は，車いす，杖などの歩行自助具の使用，同伴者，歩行速度が遅いケースなどが増加し，外来での患者の滞留や移動による混雑が予測されたが，ビデオモニタリングにより外来待合の混雑状況の計測解析を行ったところ，これらからシステム化で設置物を含め通路幅等の改善必要性が定められることを確認した．また，独居高齢者の人感じセンサデータの自動解析により各人の生活パターンを把握し健康状況悪化や認知症予兆などの中期的異変検知を行う研究を室内移動行動に適用しパターン把握を行う手法の開発を進めた．患者の病室内での動作や行動，病室や廊下での移動行動に着目し，並行して準備してきた看護師の行動モデルを統合して予め病棟で計画された看護師の行動や患者のその日の予定を考慮した上での行動予測アルゴリズムを持つシステムをかたち作る．ナースコールシステムの記録蓄積データを検討する方向性を得た．

三年次には，人位置モニタリングシステムや複数機器の協調による人位置記録システムのようなハードウェア・ソフトウェア総合システム，移動などの行動モデリング・パ

ターン把握法といったソフトウェアアルゴリズムの研究が進み、さらに施設設置されたナースコールシステムのデータ記録を収集しての種別ごとの差異の解析や、要望頻度の関連解析を行うに至った。いつどのタイミングで、どの患者に何についてどれくらい時間をかけてどういう観察・ケア対応をするのが良いかを補助支援するシステムであり、三年次の平成 27 年度は室内での動作や室内や通路での移動行動に着目し、並行して検討してきた医療者の行動モデルを統合して予め計画された行動・予定を考慮した上での予測アルゴリズムを持つシステムの作製を進めた。また、温度センサ、照度センサ、臭気センサ、気圧センサ、二酸化炭素センサ、粉じんセンサ、騒音センサ、色温度センサについて、センサのバラつきや誤差など、異なる病室や施設内での環境測定が一定条件での可能性を評価した。評価の結果、臭気センサについては、測定限界での正確さが確認できないため、評価項目から外すこととした。また、色温度については、換算式を定義することが困難であることが明らかとなり十分な活用がデザインできないため、今回のシステム試作においては使用しないこととした。人位置モニタリングシステム、複数機器の協調による人位置記録システム、移動などの行動モデリング・パターン把握法を展開し、平成 27 年度は施設設置されたナースコールシステムのデータ記録を収集し、種別ごとの差異の解析を行った。さらに行動記録に基づき要望の頻度などについて整理し関連解析を行った。これらから、最終年度は、室内での動作や行動、部屋や廊下での移動行動に着目し、人の行動モデルを統合した上で予め計画された行動や予定を考慮した上での行動予測アルゴリズムを持つシステムをもとに、インタラクションから抽出するデータから、行動予定の追加把握や変更把握を行うシステムの行動パターン自動モデリングの機能強化を行うこととした。数日分の行動記録の追加から、フロア全体でのラウンドのプランについて自動アドバイス提示を行うシステムを構築することを目指すこととした。

最終年度は、インフラ設置型の計測システムでさりげなく自然に患者や看護師あるいは相互インタラクションの行動・動作を定量的に把握し、それらの 24 時間常時蓄積データから適切なタイミングや時間・ベシックケア内容をエビデンスベースで求め看護師の部屋巡回ラウンドを支援するシステムの開発を進めた。患者のベッド上および近辺での行動・動作はマルチカメラシステムや圧・振動センサにて、患者や看護師の部屋内移動や部屋間移動は分散レーザスキャナにて計測するシステムである。さらにナースステーションの看護師行動をカメラと距離センサで統合把握するシステム、患者・看護師インタラクションをマルチカメラとマイクアレイで記録するシステムを開発し、これら蓄積

動作ログより患者状況・行動を推定・予測するシステムとして構成した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 9 件)

1. Noriko Hori, Nao Tamai, Hiroshi Noguchi, Gojiro Nakagami, Junko Sugama, Taketoshi Mori, and Hiromi Sanada. Development and assessment of air mattress with independent air cell pressure control responsive to interface pressure distribution. Journal of Japanese Society Wound, Ostomy, and Continence Management. vol. 20, no. 3, pp. 300-309, 2016. 査読有.
2. 森武俊. 居住環境モニタリングと見守りセンシング技術. 光技術コンタクト. 2016: 54(7); 12-20. 査読有.
3. Taketoshi Mori, Kazuyuki Komichi, Hiroshi Noguchi, Yumi Umeda-Kameyama, Hiromi Sanada, Masahiro Akishita and Kazuhiko Ohe. Anomaly detection in home monitoring system for the elderly using financial theories. Journal of Nursing Science and Engineering. Vol. 3, pp. 21-30, 2016.
4. Sandra Arias, Pablo Rogeli, Eladio Cardiel, Laura Garay, Hiromi Sanada, Taketoshi Mori, Hiroshi Noguchi, Gojiro Nakagami. Effects on interface pressure and tissue oxygenation under ischial tuberosities during the application of an alternating cushion. Journal of Tissue Viability. Doi://10.1016/j.jtv.2015.05.002. Vol. 24, Issue 3, pp.91-101, 2015. 査読有.
5. Hiroshi Noguchi, Masato Handa, Rui Fukui, Masamichi Shimosaka, Taketoshi Mori, Tomomasa Sato, Hiromi Sanada. Measurement of Dense Static Point Cloud and Online Behavior Recognition Using Horizontal LIDAR and Pan Rotation of Vertical LIDAR with Mirrors. Journal of Control, Measurement, and System Integration. Vol. 7, pp. 12-20. 2014.

[学会発表] (計 16 件)

1. 森武俊. 独り暮らし高齢者のデータから展開するみまもり工学～看護工学とセンサ医療情報工学～. 電子情報通信学会研究会. 名城大学 (愛知県名古屋市). 2017-03-24.
2. 森武俊. 老年看護とみまもり工学. 公益財団法人神戸国際医療交流財団医工連携

- 人材育成セミナー。神戸伊藤忠メディカルプラザ（兵庫県神戸市）。2017-02-18.
3. 森武俊。高齢化社会とみまもり工学。第91回日本医療機器学会大会学術大会「在宅高齢者を支える医療工学技術」シンポジウム。大阪グランフロント（大阪府大阪市）。2016-06-24.
 4. Takano M, Noguchi H, Matsuura Y, Oe M, Sanada H, Mori T. Relationship of elderly monitoring system data with their health conditions and the climate. Proceedings of the 6th International Conference on Advanced Mechatronics, 163-4, Waseda, Tokyo, Japan. 2015-12-15.
 5. 松浦佑宣, 森武俊, 高野学, 野口博史, 大江真琴, 亀山祐美, 真田弘美, 秋下雅弘, 大江和彦. 独居高齢者の宅内行動センシングによる健康状態変化の検知可能性の検討. 第3回看護理工学会学術集会. 立命館大学(京都府京都市). 2015-10-08.
 6. 森武俊、向後 麻亜子、野口 博史、大江真琴、高野 学、亀山 祐美、真田弘美、秋下 雅弘、大江 和彦. 高齢者の独居見守りデータにより取得される活動度とフレイルとの関連. 第54回日本生体医工学会大会. 名古屋国際会議場（愛知県名古屋市）。2015-05-15.
 7. 森武俊、野口博史、大江真琴、吉田美香子、玉井奈緒、高野学、三浦由佳、後藤大地、亀山祐美、真田弘美、秋下雅弘、大江和彦. 独居高齢者の居宅見守り人感センサデータと認知機能・ロコモーション機能. 第15回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会. 早稲田大学（東京都新宿区）。2014-12-17.

[図書] (計2件)

1. Sanada H, Mori T, ed. Bioengineering Nursing -New Horizons of Nursing Research-. Nova Science Publisher Inc. ISBN13: 978-1631173363. 2014. 221pages.
2. 真田弘美、森武俊編. 看護理工学. ISBN-13: 978-4130624145. 東京大学出版会. 2015年. 240 ページ.

[その他]

ホームページ等

<http://lifesupport.m.u-tokyo.ac.jp/>
<http://gnrc.m.u-tokyo.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森 武俊 (MORI, Taketoshi)
東京大学・大学院医学系研究科・特任教授
研究者番号：20272586

(2) 研究分担者

村山 陵子 (MURAYAMA, Ryoko)

東京大学・大学院医学系研究科・特任准教授

研究者番号：10279854

吉田 美香子 (YOSHIDA, Mikako)

東京大学・大学院医学系研究科・特任講師
研究者番号：40382957

真田 弘美 (SANADA, Hiromi)

東京大学・大学院医学系研究科・教授
研究者番号：50143920

野口 博史 (NOGUCHI, Hiroshi)

東京大学・大学院医学系研究科・特任講師
研究者番号：50431797

大江 真琴 (OE, Makoto)

東京大学・大学院医学系研究科・特任准教授
研究者番号：60389939

玉井 奈緒 (TAMAI, Nao)

東京大学・大学院医学系研究科・特任講師
研究者番号：80636788

山田 憲嗣 (YAMADA, Kenji)

大阪大学・大学院医学系研究科・特任教授
研究者番号：70364114