

居住空間のスマート化に向けた高齢者見守りシステム開発の取り組み

前川 泰子¹⁾・中島 智晴²⁾・今西 昇³⁾・樋口 由美⁴⁾

抄 録

高齢社会、核家族化が進む現代社会において、独居やプライバシーが保たれる形態の老人ホームなどの需要が高まっている。一方、同居する家族などがいない居住空間では、高齢者の体調の変化や異常の発見が遅れる危険性がある。本研究は、近年、電力分野などで進んでいる居住空間におけるセンサネットワーク技術を若い世代と離れて暮らす高齢者の健康を見守るシステムに利用することを目的とした。本システムの主な特徴は、居住者のプライバシーを守るため、カメラなどのモニターは使用せず、非侵襲性センサ（レーザー、人感センサ、温室度センサ、ドアセンサ）を用いて、居住者の位置情報や環境情報の実測値からシミュレーション技術により、異常行動の早期発見など、健康管理につなげる点である。本稿では、システム全体の概要と介護付き有料老人ホーム一室にシステムを設置した際の状況とシステムのスマート化実現に向けた今後の課題について述べる。

キーワード：見守りシステム、高齢者、居住空間、スマート化

I. 研究背景

近年、居住空間に関する先端技術では、屋根に取り付けられた太陽発電機の発電量などが一目で分かるHEMS（House Energy Management System）や、最適電力供給量を決定できるスマートグリッド（グリッド：電力網）といった、主に電力分野での居住空間のスマート化が進んでいる¹⁾。このようなスマート化技術は、今後、独居高齢者の健康を見守るシステムなどにも利用可能と考えられる。既に我が国は、超高齢社会に突入し²⁾、加えて核家族化が進む現代社会の背景において、高齢者の居住形態は、独居やプライバシーが保たれるタイプの老人ホーム等へ需要が高まっている³⁾。一方、同居する家族等がいない居住空間では、高齢者の体調の変化や異常の発見が遅れる危険性が高まる。これまで、高齢者の健康を見守るシステム構築において最も簡便な方法として、カメラを居住空間に設置して監視するものが多かった。しかし、カメラの設置はプライバシーの観点から望ましくない。そこで本研究は、居住者への物理的かつ精

神的な負担が少ない非侵襲性センサを用いて、居住者の位置情報や環境情報の実測値から異常行動の早期発見、健康管理ができるシステムの開発を目的とする。カメラを使用しない点では、これまでも使用電力量や使用ガス量、湯沸しポットの使用状況などを離れて暮らす家族に知らせるサービス⁴⁾などがある。居住者のプライバシー侵害を低くするものとしては有用といえるが、居住者の動向の実際を見守り、蓄積したデータを元に異常を予測するための情報とはなりえない。本稿では、用いた非侵襲性センサにおいてカメラを使用しないことによる情報量の減少かつ抽象化の影響を正しく処理するための手法を別途開発する。その全体概要とそれを用いた臨床実験について報告する。

II. 研究方法

1. 研究協力施設、および研究協力者

A県内にある介護付有料老人ホームで生活する80歳代女性1名の一室。研究協力者のADLは自立。

2. システムの概要

開発中の見守りシステムは、見守り対象者住居の室内状況をカメラなどのモニターを使用せず、リアルタイムで視覚化することができる情報ネットワークであり、計測ノードとデータ処理ノードからなる。図1に見守りシステムの全体を示す。計測ノードでは、見守り対象者の

1) Yasuko Maekawa

関西福祉大学 看護学部

2) Tomoharu Nakashima

大阪府立大学 工学研究科 知能情報工学分野

3) Noboru Imanishi

大阪府立大学 工学域 知能情報工学分野

4) Yumi Higuchi

大阪府立大学 地域保健学域 総合リハビリテーション学類

居住部屋の適当な箇所にレーザレンジファインダ (URG-04LX-UG01、北陽電機株式会社)、人感センサ・温度湿度センサ・ドアセンサ (ムラテックシステム) を設置し、それらの計測値は同じ部屋に設置されている計算機内にまとめられる。まとめられた情報はデータ処理ノードに設置しているサーバに定期的送信される。サーバ内では、送信された計測値が視覚化され、Web ページに変換される。見守られる対象者の家族は、データ処理ノード内で自動作成される Web ページを閲覧することで対象者の室内状況を知ることができる。以下、システムを構成する情報ネットワークの各ノードを説明する。

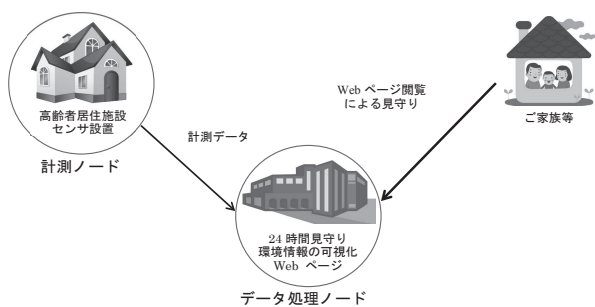


図1 見守りシステムの全体概要

1) 計測ノード

計測ノードはセンサネットワークとセンサ情報を取りまとめる計算機で構成される (図2)。センサネットワークはレーザレンジファインダと人感センサ、温度湿度センサと2個のドアセンサからなる。それぞれ図

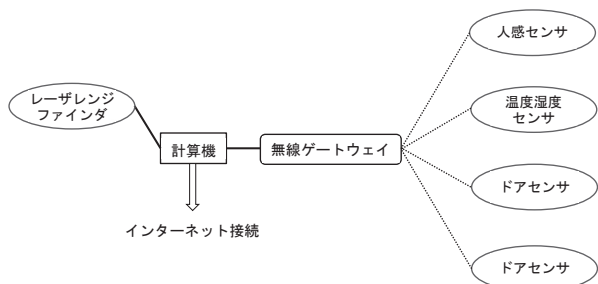
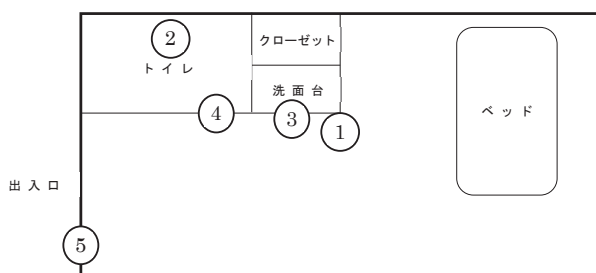


図2 計測ノードの構成



1:レーザレンジファインダ、2:人感センサ、3:温度湿度センサ
4:ドアセンサ、5:ドアセンサ

図3 センサネットワークの配置

3のように配置されている。以下に、各センサを詳細に説明する。

レーザレンジファインダ (図4) は赤外線を放出するヘッドを高速に動かすことでセンサ周辺の環境形状を知ることができる。左右それぞれ120度 (計240度) の方角に対して20mm~5,600mmの範囲で環境形状を計測可能である。赤外線ヘッドは1秒あたり10周の速さで回転するため、0.1秒に一回の頻度で環境情報を入力することができる。レーザ光は日本工業規格で定められているレーザ製品の放射安全基準クラス1であり、生物への危険がないとされている。まず、居住空間に誰もいない状態でレーザレンジファインダを起動し、その時に得られた環境形状を部屋の壁とみなす。その後、壁でない位置に何らかの形状を発見した場合、それを人とみなす。

人感センサ、温度湿度センサ、ドアセンサから得られる計測値は、無線ゲートウェイを通じて計算機内のデータベースに蓄積される。人感センサはトイレに設置され、トイレ内に動く物体があれば反応する。そのため、人がトイレに入る瞬間および出る瞬間に人感センサが反応し、その時刻を記録することができる。ただし、トイレ内で人が動かなければ人感センサは反応しないため、その状況では人がトイレ内にいることを感知することができない。

温度湿度センサは部屋の温度と湿度を30分毎に計測している。計測値は無線ゲートウェイを通して計算機内のデータベースに格納される。

ドアセンサは図5のように二つの部品で構成される。ドアセンサが反応する条件はこの二つの部品が離れた瞬間と、離れていた部品が合わさった瞬間の2通りある。部品が離れたときに反応した時刻をドアが開いた時間、部品が合わさった時に反応した時刻をドアが閉まった時間として記録する。



図4 レーザレンジファインダ

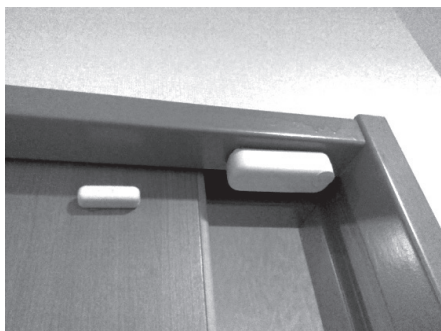


図5 ドアセンサ

2) データ処理ノード

データ処理ノードでは、計測ノードで蓄積された居住環境データを可視化できるように処理する。計測データに蓄積されたデータは定期的にデータ処理ノードに転送される（およそ30秒毎）。

レーザレンジファインダが計測した環境データは、レーザレンジファインダを起動した瞬間に取得する壁データと、その後に得られる人データに分けられる。壁データをさらに見やすく加工し、固定の画像とする。その上に人データを重ねるようにして人の位置を図示する。このようにして環境データを可視化したものを図6に示す。環境データの可視化後、Webページ上で居住者の位置をオンラインで確認できるようにしている。Webページの画面を図7に示す。

人感センサ、温度湿度センサ、ドアセンサから得られたデータはSQL形式で保存されており、クエリを出すことで必要な時に必要なデータを引き出すことができる。

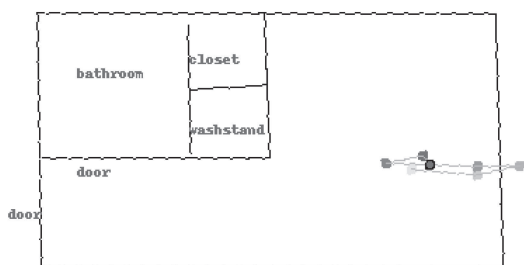


図6 レーザレンジファインダから得られた環境データの可視化



図7 環境データの Web ページ表示

3. 倫理的配慮

研究の実施にあたり、施設長に研究の主旨について、文書および口頭で説明し承諾を得た。研究協力者家族へは研究の概要、研究の参加は自由意志によるものであり、研究参加の可否、途中辞退が可能であること、プライバシーの保護に配慮すること、また研究成果は学会等で発表する可能性があることについて文書および口頭で説明し、同意書の署名をもって同意を得た。なお、本研究は、A大学倫理委員会による審査を受け承認を得て実施した。

III. 実験結果および考察

1. システムのスマート化に向けて

本稿において、見守りシステムの開発はII章で説明した通り、居住空間の環境データ計測と収集、その可視化である。システムをスマート化するためには、さらに以下の知能化ステップが必要である。1) 居住者異常検知の自動化、2) 居住者行動の予測、のそれぞれについて、今後の拡張方向を述べる。

1) 居住者異常検知の自動化

見守りシステムの第一の目的は、居住者に異常があった際、一早く家族や介護者に知らせることである。現時点では、居住者に異常があったかどうかを判断するのは人であり、Webページを見て判断しなければならない段階である。しかし、Webページを24時間見続けることは事実上不可能であるため、人に代わって居住者の異常を自動的に検知するシステムの開発が必須である。自動的な異常検知システムの開発には、居住者の正常時の計測データを保持しておき、時系列の計測データがそれと明らかに異なるものかどうかを比較することである。そのために、知的技術として機械学習を用いた人工知能手法により解決する方法を開発する予定である。

2) 居住者行動の予測

異常検知にも関連するが、居住者の行動の予測ができることで居住者の異常検知における精度が向上する可能性を考えている。居住者行動の予測では、まず、ある程度まとまった期間の居住者環境データの解析により、例えば、「月曜日の午前中は外出する」という規則を導き出すことができる。次に、明日が月曜日であれば、「明日の午前中は外出するだろう」という予測結果を出力する。予測結果に、その確信度を付与

しておき、確信度の高い予測が外れたときには居住者に異常があったとして家族などに警告することができる。さらに家族などが居住者行動の予測を閲覧することもでき、現在の居住者情報に加えて短期間将来の行動を見守ることも可能となる。

居住者行動の予測をするためのシミュレーション技術についても現在開発を進めている。文献⁵⁾ ⁶⁾では、実データを模倣する擬人居住者を計算機内に構築するためのシミュレーション技術を提案している。ランダムネスを用いつつ、居住者の行動パターンにできるだけ近づけるための実データ取扱い方法や状態遷移方法を提案しており、実際の居住者行動パターンと高く一致した擬人居住者ができていることを報告している。居住者本人にこれまでと異なる行動パターンが出現した際に、検出すべき異常であるかどうかの判断指標を自動的に生成するためのシミュレーションとして擬人居住者の技術が期待される。

IV. 結語

本稿では、高齢者の見守りシステムの開発の取り組みについて詳説した。今回、施設に居住する独居高齢者を対象に、センサネットワークとインターネットを駆使した見守りシステムを開発した。現在、本システムは構築

が終了した段階で、今後、安定稼働のための長期実証実験が必要である。さらに、計測データの可視化やその見やすさなど再調整の必要な項目があり、稼働実験と並列して改善をしていく予定である。

- 1) 神奈川県保健福祉局福祉部高齢社会課 (2014) .センサー・機器等による高齢者の見守り・安否確認サービス実施企業一覧, 2014年2月17日, <http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f470004/>
- 2) 内閣府:平成24年版 高齢社会白書(概要版)(2012). 2014年2月17日、http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2012/gaiyou/s1_3_1.html
- 3) 厚生労働省:政策レポート(高齢者の住まい)(2009). 2014年2月15日、<http://www.mhlw.go.jp/seisaku/2009/03/01>
- 4) 前掲1)
- 5) 中島智晴,黒田洋平,樋口由美,他:高齢者見守り環境における居住者シミュレーション,2012年度 ECOmp研究部会研究会講演論文集,30-34,2013.
- 6) 中島智晴,黒田洋平,土橋彩香,他:実測データに基づいた高齢者居住シミュレータの開発,第29回ファジィシステムシンポジウム講演論文集,260-263,2013.