情報構造化空間におけるライフログ知的管理システム

Intelligent Management System for Life-logging in Informationally Structured Space

小松 里佳子（首都大） ○大保 武慶（首都大） 久保田 直行（首都大）

Rikako KOMATSU, Tokyo Metropolitan University, komatsu-rikako@sd.tmu.ac.jp

Takenori OBO, Tokyo Metropolitan University, oobo-takenori@sd.tmu.ac.jp

Naoyuki KUBOTA, Tokyo Metropolitan University, kubota@tmu.ac.jp

Recently, the caregiver's burden is increasing in the aging population. It is said that 70% of the events that nursing care becomes necessary for elderly people are caused by cerebral vascular disease, dementia, disease of the joints and so on. These diseases can be prevented by the improvements of their life. However, it is difficult for the elderly people and caregivers to notice the warning from the small change of daily life. Therefore, a life-logging system can be one of the solutions for this problem. In our research, we developed a life-log management system for the elderly people and caregivers in informationally structured space.

Key Words: Life-logging, Robot partner, Informationally structured space

1. はじめに

現在、日本では少子高齢化が急速に進行している[1]。また、高齢者の要介護者と要支援者（以下、要介護者等）の数も急速に増加している。介護保険制度における要介護者等と認定された人のうち65歳以上の人の数は平成21年度末で469.6万人となっており、平成12年度末から222.4万人増加している[2]。今後も高齢者の増加に比例して要介護者の数が増えたと介護者1人にかかる負担が激増することは明らかである。この問題の解決策としては、要介護者になる前の高齢者に対して規則正しい生活への自己啓発を促し、高齢者が要介護者になるのを遅らせるという解決策が考えられる。しかし、自分の生活が乱れていたとしても、高齢者自身がそれに気づかない場合が多々あり、また、訪問介護の場合においても介護者は訪問時間以外の高齢者の生活履歴（以下、ライフログ）が分からないため、高齢者の異変を素早く察知することが難しいという問題点がある。これら問題に対して、近年では、工学的なアプローチで解決を図る研究開発が多く提案されている。例えば、センサネットワークやホームネットワークなどを適用したライフログの自動計測システムがあげられる[3]。また、必要とされるライフログの可視化手法やインタフェースの研究開発もその一例である[4]。これらの事例は、介護者や家族の負担を軽減し、介護支援の質を向上させることを目的としている。しかし、カメラなどを適用している場合、高齢者に対するプライバシーを考慮する必要がある、高齢者にプライバシーへの侵害感を与えない仕組みが必要となる。

本研究では、ロボットパートナーを用いた見守りシステムに関する研究開発を行ってきた[5-11]。見守りシステムは、様々なセンサとロボットから構成され、センサは部屋の中に埋め込まれ、高齢者にできる限り意識されずに高齢者の状態を計測し、ロボットは対話を介して積極的、能動的に高齢者の行動を計測、知覚する。また、本システムでは、システムが一方的に情報支援を実施するのではなく、高齢者のライフログから生活のずれを計測し、注意喚起などの情報支援を提供することで、高齢者自身の能動的な活動を促し、システムが間接的に高齢者の認知機能および身体機能の活性化を支援することを目的としている。このような空間を実現するためには、人間及びシステムが情報資源を共有し、それぞれに合わせたかたちで情報を更新や学習をしながら提供できる仕組みが必要となる。ここでは、このような空間を情報構造化空間（Informationally Structured Space）と定義する（図1）。

Fig. 1 Informationally structured space

Fig. 2 System architecture for supporting elderly people

本研究では、情報構造化空間に基づく見守りシステムを構築する。ここでは、構築した見守りシステムの有用性を検証するため、独居高齢者宅にて実証実験を実施した。具体的には、ライフログ計測におけるシステムの印象とそれに伴う自己啓発の観点からインタビュー調査を行った。

2. 見守りシステム

本研究では、生活空間内での高齢者への情報支援を目的とした見守りシステムを構築する。図2に全体のシステム構成図を示す。見守りシステムは、ユーザ側、介護者側の(1)インタフェースシステム（Interface System）とサーバPCと複数の無線センサからなる(2)環境システム（Environment System）、(3)ロボットシステム（Robotics System）という3つのシステムコンポーネントから構成される。

2.1 インタフェースシステム

インタフェースシステムのデバイスは Apple 製の iPad を適用する。iPad はカメラ、マイク、タッチ画面、加速度センサ等の多様な計測機器を搭載しており、また、組み込みシステムの観点から、様々なデバイスと組み合わせることにより、多様な機能を実現することができる。

インタフェースシステムでは、利用者の入力により「トイレ」、「食事」、「水分」、「テレビ」、「睡眠」、「外出」のライフログが記録できる（図 3）。具体的に、記録する高齢者のライフログのデータ項目は、テレビの使用時間と開始時間と終了時間、外出の外出していた時間と外出時間と帰宅時間、睡眠の就床から起床までの時間と就床時間と起床時間、トイレの回数と時間、水分の摂取量と摂取時間、食事の回数と時間、間食の回数と時間である。また、介護者や家族側からは、ライフログを閲覧することが可能である。図 4 はライフログの表示画面の一例である。ライフログの表示は、(a) カレンダー表示、(b) 帯グラフ表示、(c) 一定期間に計測したライフログから統計的に生活パターンをモデル化したグラフ表示の 3 通りである。

Fig. 3 Interface system for life-logging

Fig. 4 Life-log display on interface system

2.2 環境システム

環境システムでは、各種センサによるライフログの計測、サーバにおけるデータ管理とユーザモデリングがなされる。ライフログの計測には、複数のセンサを各家具などに設置することで計測を行う。本システムでは、各家具の使用状態などを計測するために、高感度の小型圧力センサを適用する。小型圧力センサは大気圧の計測が可能なセンサであり、人間の移動や接近、ドアの開閉などにもなる圧力の変化を検出することができる。また、ベッドには、感圧部分がマット式の圧力センサと振動センサから構成させるベッドセンサを適用し、就寝状態の計測などを行う。図 5 がベッドセンサの構成およびその取り付け例である。ベッドセンサの圧力センサには、センサ端子にポリプロピレンシートで挟み込まれた天然ゴムチューブが接続されており、ベッド上での人間の体動にともなうチューブ内の空気圧の変化を計測できる。この圧力センサは、空気やガスなどの圧力の微量な変化から、100 [kPa] の大きな大気圧変化まで検出できる高感度センサである。さらに、振動センサの計測では、圧力センサと組み合わせ、ベッド周囲の歩行や、転倒、落下などの異常事態の検出が可能となる。

Fig. 5 System structure of bed sensors

Fig. 6 Animaloid

2.3 ロボットシステム

本研究ではロボットに Animaloid を適用する（図 6）。Animaloid は、本研究室において開発されたコミュニケーションロボットであり、ROBOTIS 社が開発した Bioloid を適用し、外装として動物型のぬいぐるみを用いたものである。Animaloid には、センサは搭載されていないが、環境システムのセンサと連携することで、音声認識、発話が可能になり、8 つのアクチュエータからなる動作を組み合わせると人とコミュニケーションをとることができる。

ロボットシステムは、インタフェースシステムや環境システムによって計測されたライフログの確認や注意喚起を促すために適用される。ライフログは基本的にインタフェースシステムを用いた高齢者自身の入力で行われ、各種センサによって計測可能なライフログには環境システムが適用される。ロボットシステム活用例としては、センサが反応した際に、ロボットが高齢者に対して発話を行い、高齢者に計測したライフログの確認するなどである。

Fig. 7 Required life-log by caregivers

3. ライフログの計測

介護者に対しどのようなライフログが必要となるかアンケート調査を行った。被験者は 20 歳代から 50 歳代までの男女 8 人（男性：4 人、女性：4 人）である。回答形式は自由記述形式である。図 7 は被験者が知りたいと答えた高齢者のライフログの結果である。

この結果から介護者が最も知りたいライフログはトイレであり、続いて食事や水分、家電等であることがわかった。また、被験者の意見からトイレや食事、水分は高齢者の健康管理においてとても重要な項目であり、家電等は認知症等の症状の確認に有効であることがわかった。以上の結果から本システムでは、「トイレ」「食事」「水分」「家電」のデータを記録することとした。また、睡眠障害を患う高齢者は、日中の生活リズムが大きく崩れる可能性があるため、「睡眠」も高齢者の見守りには必要であるとした。さらに、比較的に家に引きこもりがちな高齢者は日常生活動作が低下しやすいことが示されており[11-15]、低下した後の身体的・心理的機能の予後は悪く、要介護状態になりやすい[11, 12]というデータもあるため、「外出」の情報も必要であると判断した。

4. 実証実験

4.1 実験概要

高齢者宅に見守りシステムを導入し、5日間の実証実験を実施した。被験者は90代男性の独居高齢者である(図8)。被験者には、3種類のライフログの計測を利用してもらい、最終日にインタビューを実施した。導入した手法は次の通りである。

<導入した計測手法>

- ① インタフェースシステムによる手動計測
- ② インタフェースシステムと環境システムのセンサによる半自動計測
- ③ インタフェースシステムと環境システムのセンサ及びロボットパートナーの発話を適用した半自動計測

環境システムにおけるセンサの配置には、被験者との事前打ち合わせを踏まえ、ベッドとトイレにマット型圧力センサを設置した(図9)。なお、センサによって計測されるライフログは、睡眠時間とトイレの使用回数とした。また、ロボットは、トイレのセンサが反応した際と時間依存で食事の際に発話により高齢者にインタフェースシステムへの手動操作を促すように発話させた。各実験日の内容を表1に示す。

4.2 実験結果

表2から5にインタビュー調査の結果を示す。

まず、表2は、被験者自身の日記や日誌の習慣に関するものである。ここでは、被験者は日誌を書く習慣があるが、日誌に記録することは人との約束事やイベント等がほとんどであり、食事やトイレ等の日常の行動に関してはあまり意識していないことが分かる。そのため、被験者は自分の生活リズムがずれたとしても気づきにくい可能性がある。次に、表3は、インタフェースシステムに関する意見である。表中①より、タッチ画面などのインタフェースの操作性に問題はないことがわかる。また、②より、被験者は自分の生活が改めて不規則であると感じたと話しており、記録を確認することで反省材料になるとも話している。このことから、インタフェースの表示画面は被験者に自分の生活リズムを認識させ自己啓発を促す手段として有効であることが考えられる。さらに、③では、被験者は生活リズムのみの記録だけではなく、日誌に近い形でライフログを残したいと考えていることが分かる。ユーザにとって有益なデータも記録できるようにすることも継続的に使用する上で重要な仕様であると考えられる。また、表4は、環境システムに関する意見であり、被験者はセンサによる計測に対して抵抗がないと述べている。さらに、とりわけロボットに必要であるのなら、センサの計測はかまわな

Fig. 8 System in experimental environment.

Fig. 9 Sensors for life-logging in experimental environment.

Table 1 Schedule for the experiment

日程	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目
導入手法	①	①, ②	②	②, ③	③

Table 2 Result of interview on system

被験者自身の日記や日誌の習慣に関して	
返答内容	意識したことはない。日誌は書くが、約束事などの重要なこと以外はあまり見返さない。
分析・検討	約束事やイベントは記録し見返すことがある。食事やトイレ等の日常の行動は記録することはあるが、ほとんどは見返さない。

Table 3 Result of interview on interface system

インタフェースシステムに関して	
返答内容	① タッチ操作を難しいとは思わない。 ② 記録が見えることで反省材料にはなる。改めて自分の生活が不規則だと感じた。入力内容が足りない。項目を増やしてほしい。詳しい内容も記録したい。
分析・検討	① タッチ画面の操作性に問題はない。 ② ユーザにより記録できる項目をカスタマイズできる機能の検討が必要。 ③ インタフェースシステムにライフログを表示することで自分のライフログに関して意識する機会を設けることが出来た。

Table 4 Result of interview on environment system

環境システムに関して	
返答内容	システムの設置に関する煩わしさは出るかもしれない。計測されることに対する抵抗はない。ロボットに必要であるならかまわない。
分析・検討	ロボットを用いることでプライバシーの侵害感を軽減させる可能性がある。

Table 5 Result of interview on robot system

ロボットシステムに関して	
返答内容	ロボットに関してはかなり興味がある。ロボットが支援をしてくれたらいいと思う。
分析・検討	ロボットを用いることで入力を促しやすくなる可能性が大きい。

いとの意見だった。最後に、表 5 はロボットに関しての意見であり、被験者はロボットに関してかなり興味があることが分かった。この被験者の場合、ロボットの支援に対する期待感が大きいので、ロボットを利用することでより円滑にライフログの計測ができる可能性が大きいと考えられる。

5. おわりに

本研究では、開発した見守りシステムを適用し、独居高齢者宅での実証実験を実施することで、ライフログ計測におけるシステムの印象と自己啓発の促しに対する有用性について調査することができた。被験者には 5 日間で 3 パターンのライフログの計測を体験してもらい、最終日にインタビューを行った。インタビューの結果から、本システムの使用することで自身のライフログに関して意識させる機会を設けることができたことを確認できた。また、見守りシステムにロボットを導入することによって、センサ計測への抵抗感を緩和させることが確認できた。今回は被験者一人に対してインタビュー調査を実施したが、今後の課題として、今回の結果を踏まえより多数の被験者に対して長期的な実証実験を行い、さらにシステム要件について検討していくことが必要である。

文 献

- [1] 内閣府, 高齢社会白書 平成 23 年度版, 2011.
- [2] 月刊介護保険編集部, 介護保険 要介護認定の手引き, 法研, 1999.
- [3] Sellen, A., Fogg, A., Hodges, S. and Wood, K., "Do life-logging technologies support memory for the past? An experimental study using SenseCam," Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '07, pp.81-90, 2007.
- [4] Kalnikaitė, V., Sellen, A., Whittaker, S. and Kirk, D., "Now Let Me See Where I Was: Understanding How Lifelogs Mediate Memory," Conference on Human Factors in Computing Systems, 2010.
- [5] 原島文雄監修, 山口亨, 久保田直行, 高間康史共著, インテリジェントネットワークシステム入門, コロナ社, 2008.
- [6] Kubota, N., Tang, D., Obo, T., Wakisaka, S., "Localization of Human Based on Fuzzy Spiking Neural Network in Informationally Structured Space," Proc. of 2010 IEEE World Congress on Computational Intelligence, pp.2209-2214, 2010.
- [7] Kubota, N., Obo, T., Lee, B., "Localization of Human in Informationally Structured Space Based on Sensor Networks," Proc. of IEEE World Congress on Computational Intelligence 2010, pp.2215-2221, 2010.
- [8] Kubota, N., Yorita, A., "Topological Environment Reconstruction in Informationally Structured Space for Pocket Robot Partners," Proc. of 2009 IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation, 2009.
- [9] 坂田泰典, 禹珍碩, 久保田直行, "情報構造化空間に基づくロボットパートナーを用いた見守り対話システム," 第 4 回横幹連合コンファレンス, 講演論文集(CD-ROM), 2011.
- [10] 禹珍碩, 久保田直行, "高齢者のためのロボットパートナーによる見守り支援の適応可能性," 第 19 回日本介護福祉学会大会, 講演論文集(CD-ROM), 2011.
- [11] 鳥羽研二 編著, 高齢者の生活機能の総合的評価, 新興医学出版社, 2010.
- [12] 渡辺美鈴, 渡辺丈眞, 松浦尊磨, 河村圭子, 河野公一, "自立生活の在宅高齢者の閉じこもりによる要介護の発生状況について," 日本老年医学会雑誌, Vol.42-1, pp.99-105, 2005.
- [13] Kono, A., Kai, I., Sakato, C., Rubenstein, Z., "Frequency of going outdoors predicts long-range functional change among ambulatory frail elders living at home," Archives of Gerontology and Geriatrics, Vol.45, pp.233-242, 2007.
- [14] 新開省二, 藤田幸司, 藤原佳典, 熊谷修, 天野秀紀, 吉田裕人, 寶貴旺, "地域高齢者におけるタイプ別閉じこもりの予後 2 年間の追跡研究," 日本公衆衛生雑誌, Vol.52-7, pp.627-638, 2005.
- [15] Fujita, K., Fujiwara, Y., Chaves, H., Motohashi, Y., Shinkai, S., "Frequency of going outdoors as a good predictors for incident disability of physical function as well as disability recovery in community-dwelling older adults in rural Japan," J Epidemiol, Vol.16-6, pp.261-270, 2006.