

TOPICS
クリニカルピックアップ

中村 匡秀

1999 年 大阪大学大学院 基礎工学研究科
修了, カナダ・オタワ大学 ポス
ドクフェロー
2000 年 大阪大学 サイバーメディアセン
ター 助手
2002 年 奈良先端科学技術大学院大学 情
報科学研究科 助教
2007 年 神戸大学大学院 工学研究科
准教授
2010 年 より 神戸大学大学院 システム情
報学研究科 准教授 (現職)

IoT とエージェントで見守る在宅高齢者の「暮らし」と「こころ」

なかむら まさひで
■ 中村 匡秀

神戸大学大学院 システム情報学研究科

Key words : スマートセンサ情報システム, IoT,
対話エージェント, 在宅介護, 認知症

Abstract

超高齢化社会を迎えている我が国においては、可能な限り住み慣れた自宅で自立生活を継続・延伸することが求められている。我々は工学技術によって在宅の高齢者や認知症当事者を支援する研究に取り組んできた。本稿では在宅高齢者を見守る技術、具体的には、IoT 環境センサを活用した「暮らし」のセンシング技術と、エージェントを活用した「こころ」のセンシング技術を紹介する。

はじめに

“超” 高齢化社会において、介護人材や介護施設の不足が一層深刻化する中、政府は介護施設の増設ではなく、在宅介護への転換を促している。厚生労働省が進める地域包括ケアシステムは、4 つの助、すなわち「自助」「互助」「共助」「公助」に基づき、住み慣れた地域での生活の継続と、地域の支援・サービス提供体制の構築を推進している。しかしながら、少子高齢化や財政を考えると「共助」「公助」の拡充は難しく「自助」「互助」を意識した取り組みが一層重要に

なることは自明である。

筆者らの研究グループでは、「高齢者や認知症当事者が、自助・互助に基づいて健全な在宅生活を送るための方策」を学術的な問いとして、工学技術による支援手法を研究している^{1,2)}。筆者の専門分野であるスマートホームや IoT, サービス・クラウドコンピューティングを駆使しつつ、一般的な高齢者世帯に導入可能な支援システムの研究開発を行っている。

ここで重要なことは、高齢者の在宅生活の個別性、すなわち世帯ごとに生活の状況や環境が全く異なることである。個別の状況を理解し、高齢者一人一人に寄り添った支援を実現することがチャレンジである。本稿では、IoT やエージェントを活用して高齢者の在宅生活や内的状態を見守る 2 つのセンシング技術を紹介する。

1. IoT による「暮らし」のセンシング

一人一人に寄り添った支援を行うためには、まず高齢者の在宅生活を観察し、現状を理解することが重要である。在宅生活の観察・記録を 24 時間人手で行うことは不可能であるから、

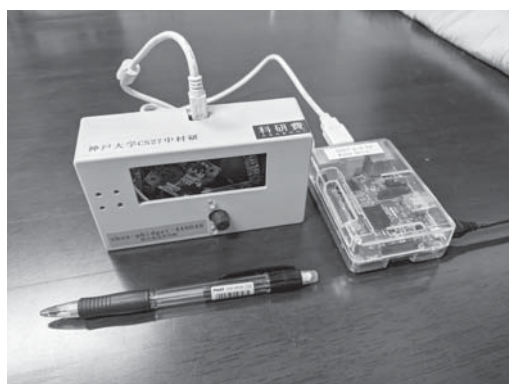


図1 開発した自律センサボックス

IoTによるセンシングが有望な手段となる。

筆者らは、一般世帯に導入可能で日常生活に侵襲しないセンシング基盤の実現を目指し、ウェアラブル機器の装着や高価な設備、自宅工事等を必要としないセンシング手法を研究・開発している。

開発したIoTとして、自律センサボックス (Autonomous Sensor Box, 以降センサボックス)³⁾を紹介する(図1)これは、7種類の環境センサ(照度、温度、湿度、音量、気圧、人感、振動)を装備した箱とシングルボードコンピュータ Raspberry Pi から構成されるIoTである。生活の邪魔にならない場所に置き、電源につながだけで自動的に周囲の環境を10秒間隔で測定する。データはインターネット経由で研究室のプライベート・クラウドにアップロードされる。各戸で異なる設定や配備情報はクラウド側で管理し、宅内での操作は電源の抜き差しだけでするなど、ソフトウェアの工夫によって運用・保守の手間を最小化している。

現在センサボックスは、研究協力者の自宅20か所に設置され、数年間にわたってデータ収集が行われている。図2に、ある独居高齢者(80代女性)の自宅で2021年5月2日に記

録されたセンサボックスの時系列データを示す。このセンサボックスは、この女性が1日の大半を過ごすキッチンのテレビ横に置かれている。8つのグラフはそれぞれ横軸が時刻(0:00～23:59)、縦軸がセンサ値(在室は人感の積分値)を表している。グラフから女性のこの日のおおよその生活を推察できる。まず、人感と在室の値から、前夜は午前1時半に就寝し、朝10時半に起床、その間、5時頃一度起きていることがわかる。また、音量の値から10時50分にテレビをつけている。13時頃音量が下がり人感も反応しなくなることから、どこかへ外出している。その後14時半に帰宅し、それからは自宅で過ごしている。温度、湿度は急激には変化しておらず、空調は入れていない。気圧が上昇していることから、天候が回復してきている。

このように、センサボックスは複数の環境センサを使って高齢者の宅内環境を多角的に定量化する。当該高齢者のことをよく知る遠方家族は、具体的に何をしているかを想像することはできるし、プライバシーに深く立ち入らない範囲での緩い見守りが可能となる。

また、蓄積した時系列データに機械学習を適用することで、高齢者の生活行動を自動認識できる。具体的には、時系列データに行動ラベルを付与し、教師あり機械学習にかけることで、時系列データに現れるパターンから行動ラベルを推定する認識モデルを構築する。ある単身者アパートで、センサボックスの環境データ1か月分から7種類の宅内行動(睡眠、食事、入浴、調理、外出、PC作業、掃除)を推定する実験を行った。その結果、一部の行動(調理、入浴、睡眠、外出)は75%以上の高い精度で認識できるものの、全体的な平均認識精度は55%にとどまった⁴⁾。拡張として、在宅のユーザの屋内位置を大まかに測位する屋内測位サービスの

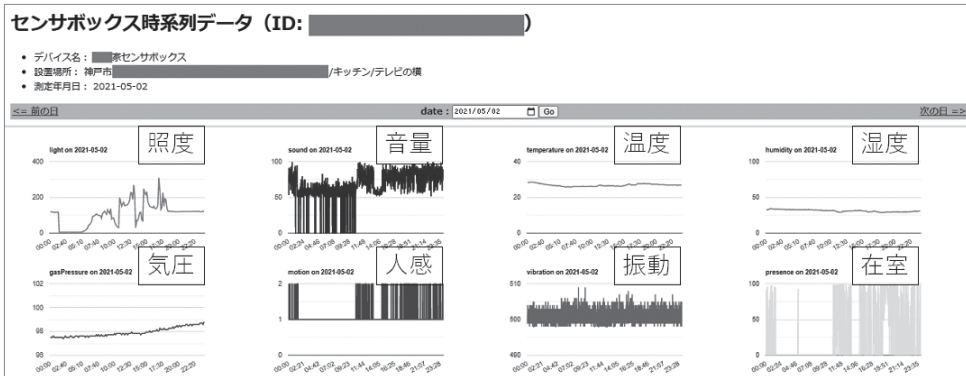


図2 センサボックスが記録したデータ

研究開発も行っており、このサービスから得られる位置情報を特徴として加えたところ、全体的な認識精度は71%に向上した。

宅内のデータを長期間、継続的に蓄積していくことで、緊急事態の検出や生活スタイルの経時変化を発見することもできる。これらは、高齢者の普段の生活を裏付けるリアルワールドデータとして活用され、高齢者一人一人に寄り添った医療に役立てられることも期待される。

2. エージェントによる「こころ」のセンシング

センサボックスによる見守りは、外部から観測可能な事象のみを記録することしかできず、高齢者の内的状態までを推し量ることはできない。そこで筆者らは、高齢者の内的状態をエージェントとの対話によって言葉に外化させて記録する「こころ」センシング技術⁵⁾を研究している。ここでいうエージェントとは、PCやスマートフォンで動作するソフトウェアロボットのことを指す。

図3に、PC上で動作するバーチャル・エージェントによる「こころ」センシングシステムを示す。このシステムは、名古屋工業大学で開



図3 PCのバーチャル・エージェントによる「こころ」センシング

発された MMDAgent Toolkit を改修して、Webブラウザやセンサボックス、クラウドと連携できるようにしたものである。センサボックスの人感検知によって、利用者が近くに来た時に、エージェントが時刻に応じた問いかけを行う。利用者が声で応答すると、音声認識によってテキストデータに変換し、時刻を付与してインターネット経由で研究室のクラウドに送信・記録する。記録したデータは利用者自身が後から振り返ることもできるため、備忘録として使うこともできる。

また、図4に示すように、スマートフォンで動作するLINEエージェントによる「こころ」



図4 スマートフォンのLINE エージェントによる「こころ」の見守り

センシングも実施している。利用者ごとに問いかけの内容とタイミングをルール化しておく、システムが利用者のLINEにメッセージを送る。利用者はチャット画面で問いかけに回答する。入力が簡単になるように回答を選択式にしたり、スタンプを送ってモチベーションを維持したりする等の工夫が行われている。PC版は対話がスムーズでやりやすいが、場所やタイミングに縛られる。一方、LINE版は非同期な対話が可能だが、スマートフォン操作が若干煩雑になる。どちらも長所・短所があるが、目的に応じて使い分けることで、利用者の様々な内的状態を取得しデータ化できる。

「こころ」センシングの仕組みを利用して、筆者らは、高齢者の継続的なセルフ・アセスメントを支援する「こころ」の見守りサービス⁶⁾を開発・運用している。このサービスは、1日1問、高齢者の健康状態を尋ねる質問を、LINEエージェントを介して送る。質問は、WHOの健康の定義を参考に、身体・精神・社交の3つの面をたずねる基本的なもので構成し、はい／

いいえの2択で答えてもらう(図4・左画面)。LINEエージェントは選択肢に応じた反応を返し、詳細を自由回答でたずねる。こうして得られたデータをスコアリングし、1週間でスコアが悪かった質問についてフィードバックを行って、「こころ」の不調をリフレクションする契機を作る(図4・中央画面)。さらに、利用者は自分のスコアを週次・月次で確認することができ(図4・右画面)、自身の生活を振り返り改善に役立てることができる。

「こころ」の見守りサービスを実際に利用してもらう実験を行った。実験には、50代から80代まで男女8名の高齢者、および、20代から40代の男女19名に参加していただいた。期間は2019年11月1日から2021年1月31日までである。途中2名の高齢者がドロップアウトしたものの、残り6名の高齢被験者のエージェントの問いかけに対する回答率は平均75%とおおむね良好であった。6名のうち4名は90%以上の回答率であり、エージェントへの回答が日課になっている様子である。

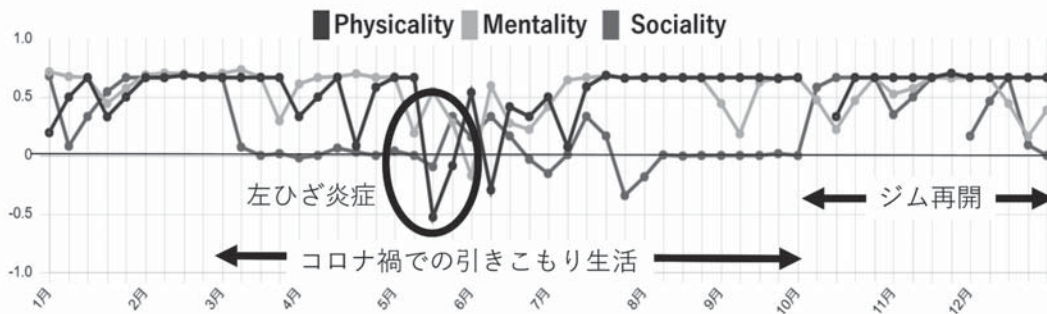


図5 「こころ」の見守りサービスで記録されたスコア

図5に実験で得られたある70代男性の2020年のスコアを示す。事後インタビューによって1年の振り返りを行ったところ、以下の出来事がデータで説明できることが分かった：3月から10月まで社交面のスコアが低いのはコロナ禍での引きこもり生活によるもの、5月半ばに身体面のスコアが上下しているのは歩きすぎによる左ひざの炎症によるもの、10月以降、社交面のスコアが少し上がっているのは、通っていたスポーツジムが再開して仲間に出会えるようになったことが影響している、とのことだった。また、自由記述の回答においては、被験者の年齢を問わず、コロナ禍によるストレスや悩みが散見された。

このように、「こころ」センシングは、通常のセンサでは観測できない内的状態を外化し、データとして蓄積することが可能になる。高齢者の心のうちを表現するリアルワールドデータとして、センサデータと同様に、個人に寄り添った医療に活用することを期待する。

おわりに

本稿では、筆者らの在宅高齢者支援の取り組みの中から、IoTとエージェントを活用した2つのセンシング技術を紹介した。これらのセンシングによって得られる個別の状況に対して、次は「状況に応じた支援」につなげていく必要がある。

ある。今回、誌面の都合上紹介しきれなかったが、ストレスに対してエージェントが傾聴を行ったり、物忘れに対してスピーカーで音声提示を行ったり、さらには困りごとをコミュニティで共有して互助につなげたりと、宅内の限られたリソースでできる支援技術を研究中である。コロナ禍の影響で、高齢者の在宅生活の見守りはより一層重要な課題となっている。今後は、開発したシステムやサービスを、より広範囲の医療・介護の現場で利用・評価いただき、ブラッシュアップしていく必要がある。評価実験にご協力いただける方は、ぜひご一報いただきたい。

文献

- 1) 中村匡秀, 他, “在宅高齢者・認知症当事者の「こころ」の外化に基づく自助・互助支援システムの開発”, 科学研究費基盤研究(A), No. 19H01138, 2019～2023
- 2) 中村匡秀, 他, “IoTとクラウドを活用した在宅認知症者のためのパーソンセンタードケアの実現”, 科学研究費基盤研究(B), No. 16H02908, 2016～2018.
- 3) Sakakibara, S., *et al.* Implementing Autonomous Environmental Sensing in Smart City with IoT-Based Sensor Box and Cloud Services, *Information Engineering Express (IEE)*, 2018; 4; 1: 1-10.
- 4) Niu, L., *et al.* Using Non-Intrusive Environmental Sensing for ADLs Recognition in One-Person Household, *International Journal of Software Innovation (IJSI)*, 2018; 6; 4: 16-29.
- 5) Maeda, H., *et al.* Rule-Based Inquiry Service to Elderly at Home for Efficient Mind Sensing, *Proc. of iiWAS2019*, 2019: 666-670.
- 6) Miura, C., *et al.* Implementing Mind Monitoring Service for Elderly People at Home Using Line Chatbot, *In ISG's 12th World Conference of Gerontechnology*, 2020; 19.

謝辞

本研究はJSPS科研費(JP19H01138, JP16H02908)の助成を受けたものである。