

高齢者見守りネットワークに用いる宅内センサ・エージェントの 設計と実装：総務省 SCOPE 地域 ICT 振興型研究開発

Design and Implementation of In-home Sensor Agent used in The Elderly Monitoring Network

和崎 克己[†]

Katsumi Wasaki

新村 正明[†]

Masaaki Niimura

下井 信浩[‡]

Nobuhiro Shimoi

1. あらまし

誰もが安心して住み続けることができる地域社会を実現するために、高齢者等の見守りネットワークの構築が急務となっている [1]。著者らは、高齢者等見守りネットワークを目的とした「複合センサを用いた地域型独居高齢者生活サポートシステムの研究開発」において、就寝時見守りを目的としたベッドモニタ・枕センサの開発 [2] と、宅内センサ・エージェント MaMoRu-Kun の提案・開発を実施している。本研究で開発するエージェントは、独居老人宅内の無線ネットワークに接続され、各種スイッチや動体検知センサ、リモコン等のトリガー情報を収集し、ベッドセンサの状況と共に LTE ルータで接続された全データ収集・監視サーバへ送出する機能を有する。本エージェントは Arduino と Bluetooth 接続された Android 端末により実装される。

2. 複合センサを用いた地域型独居高齢者生活サポートシステム

見守り活動で最も重要な点は、対象者の異変に対して早期に気付くこと、そして専門機関への接続と適切な対応である。しかし、独居高齢者の場合、外的観測（昼間に玄関灯が点きっぱなしになっている、新聞受けに新聞が溜まっている、定期的な集會に顔を出さなくなる、等）のみによって、対象者の異変に素早く気づくことは困難な状況にある [1]。従って、心理的障壁を軽減しつつ、昼夜間を通じた宅内での様子を高い精度で観測できる仕組みの構築が必要である。

平時の在宅・外出の状況、家電や宅内設備の操作・使用状況などを観測することは、対象者の異変への気付きという観点から有意である。生活パターンや周期イベントに起因するトリガーを、宅内に配備したセンサで心理的障壁の軽減に配慮かつ非侵襲に収集し、プライバシーを確保した状態で、対象者の異変に対する早期の気付きを実現することが、本研究の目的である。このため、対象者の宅内イベント・トリガーを収集するセンサ・エージェントを設置し、平時の生活パターンを学習させ、そのパターンから大幅に外れる異変（アノマリ状態）があった場合に素早く検知し、見守りネットワーク上の駆けつけ担当者へ即時通報する「地域型独居高齢者生活サポートシステム」を提案した（図 1）。

以下、見守りネットワーク全体の要求分析、宅内センサが具備すべき機能、宅内エージェントのハードウェア・ソフトウェアの設計と実装について説明する。

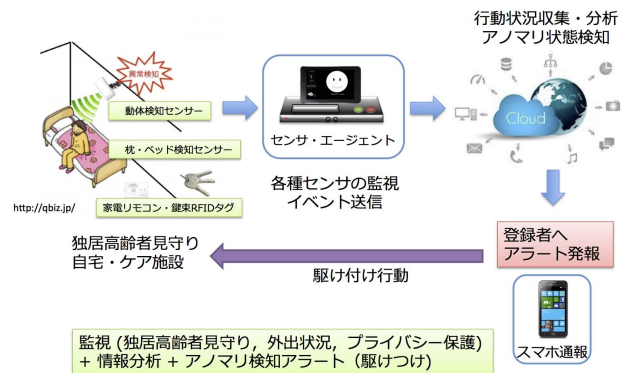


図 1: 複合センサと宅内エージェントを用いた独居高齢者見守りネットワークの概要

3. 見守りネットワークの要求分析

上述の通り、見守り活動で最も重要な点は、対象者の異変に対して可能な限り早く気付くことである。外的観測・宅内状況の観測を総合し、駆けつけ対応のしきい値を決定しなければならない。可観測点と項目を増やすことで高精度の情報収集と判定が可能となるが、その一方で心理的障壁の高まりや監視ストレス、対象者の生体へ侵襲する恐れがある。

このような制限があるため、まず最初に見守りネットワークの観測項目と、実現可能な駆けつけ行動に関する要求分析を行った。

[A] 観測項目 対象者の以下の行動・状況について観測できること。ただし、対象者と機器とは完全に非侵襲的であること：(A1) 就寝・起床の別、(A2) 在宅・外出の別、(A3) テレビ・エアコンなどの操作・使用状況、(A4) 宅内で移動している頻度、(A5) 寝たきり状態で無いことの確認、(A6) 緊急通報の有無。

[B] 駆けつけ行動項目 対象者の平時の生活パターンと比較し、現在の状態が正常範囲内か、大幅に外れているか（異常状態）のしきい値を決定し、検知できること：(B1) 平時のデータ収集と学習、(B2) アラート発報が可能であること、(B3) 駆けつけ対応者（親戚、民生委員、行政職員、高齢者対応住宅の管理人）への自動通報、(B4) 対象者からの緊急通報時の即時アラート発報、(B5) 駆けつけ行動の優先度、(B6) 匿名化した状態での収集データのビッグデータとしての活用。

4. 宅内センサ・エージェント

宅内センサ・エージェント MaMoRu-Kun [3] について説明する。このエージェント・ロボットは、見守り対

[†]信州大学工学部。Faculty of Engineering, Shinshu University.

[‡]秋田県立大学システム科学技術学部。Faculty of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University.

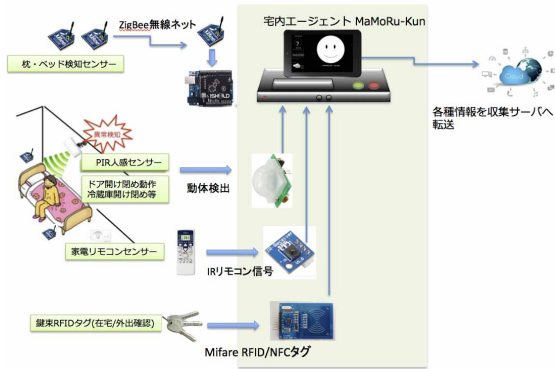


図 2: 宅内エージェントの対象複合センサと検知機能

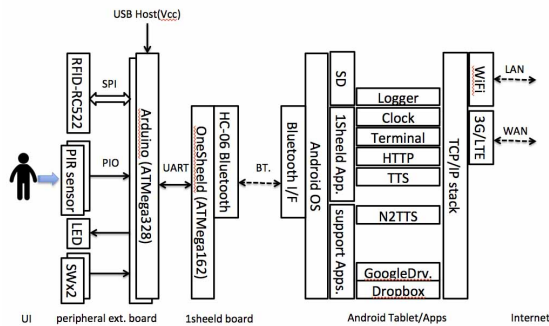


図 3: 宅内エージェント MaMoRu-Kun ベースステーション 機能モジュール構成図

対象者の宅内に設置する、各種複合センサと連携して動作する通信機能付き組み込みシステムである。

機能として、各種複合センサ（物理スイッチ、赤外線動体センサ、リモコンセンサ、RFID 鍵タグセンサ）と、上述のベッドセンサ・枕センサからのトリガー情報を検知する。検知したトリガー情報は、宅内に別途設置するローカルサーバへ送信し、平時の生活パターンを学習・蓄積する（図 2）。

本エージェントは、各種物理スイッチ・センサで構成された周辺ハードウェア、組み込みマイクロプロセッサとして Arduino[4] とファームウェア、Bluetooth 接続インターフェイス 1Sheeld[5]、ならびに Android 端末に導入される多目的接続アプリ 1Sheeld App と、Text-to-Speech 音声合成アプリ N2TTS の上で設計・実装された。ベースステーションの各機能モジュール（HW/SW）の構成を図 3 に示す。

5. 試作と評価実験

上述の仕様・設計に基づく試作機を制作した。制作した試験機はブレッドボードモデルから量産型モデルまで全 5 台（2016 年 6 月 22 日現在）である。ハードウェアとファームウェアの開発期間は約 40 人・日、ファームウェアの LOC は 500 行弱という規模であった。

試験機の実際のデータ収集能力について評価するため、量産型モデルを小規模実証モデルルーム（信州大学工学部）へ設置した。試験機のモデルルーム（対象者宅内のリビング・寝室を再現したもの）への設置状

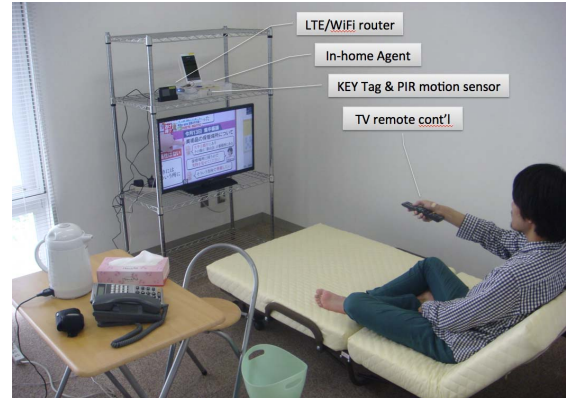


図 4: 宅内エージェント MaMoRu-Kun 量産型モデルの実証モデルルームへの設置状況

況について図 4 に示す。モデルルームには、折り畳み式簡易ベッド、赤外線リモコンで操作可能なテレビ、ならびに各種什器（冷蔵庫・電気ポット・机・椅子・電話器）が配備される。

制作した試験機（ブレッドボードモデルから量産型モデル）全ての連続稼働試験は 2016 年 5 月 18 日から開始し、現在に至るまで各種センサからのトリガー情報の収集動作は正常に稼働している。

6. まとめと今後の課題

高齢者等見守りネットワークを目的とした「複合センサを用いた地域型独居高齢者生活サポートシステムの研究開発」において、宅内センサ・エージェント MaMoRu-Kun を提案・設計・開発した。

本提案方式・システム構成の優位性を評価するため、今後は小規模な実証実験として、宅内リビング・寝室を再現した収集サイトを設置・構成し、実測データを得る。具体的には、本研究で試作したセンサ・エージェントを実際に長期間稼働させ、各種スイッチや動体検知センサ、リモコン等のトリガー情報を収集し、ベッドセンサの状況と共に LTE ルータで接続された全データ収集・監視サーバへ送出するロードテストを実施する。また、要求分析 [B] 駆付け対応の要件である、(B2) から (B6) までの実現に向けて、アノマリ状態検知時のシステム動作について検討・試作していく。

謝辞 本研究は、総務省 戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE) 152302001 によって実施された。

参考文献

- [1] “高齢者等の見守りガイドブック（第 2 版）誰もが安心して住み続けることができる地域社会を実現するために”，東京都福祉保健局（2016）
- [2] 下井信浩, 間所洋和: “3 軸加速度計とピエゾ荷重センサを用いたベッドモニタリングシステムに関する研究”, 計測自動制御学会論文集, 49(12), 1092-1100 (2013)
- [3] 和崎克己, 新村正明, 下井信浩: “高齢者見守りネットワークに用いる宅内センサ・エージェントの機能と設計”, 日本機械学会福祉工学シンポジウム (2016)
- [4] Arduino: An open-source prototyping platform for embedded systems. <http://www.arduino.cc/>
- [5] 1Sheeld: An Arduino multi-purpose shield with smart-phone. <http://1sheeld.com/>