

採 択 番 号 22010
研究開発課題名 データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発（第 3 回）
副 題 山間過疎地を対象とした高齢者向け屋内外包括見守りシステムに関する研究開発

(1) 研究開発の目的

過疎地域における高齢者の見守りは自治体にとって大きな負担となっている。特に、山間部においては住居間が離れていることが多く、見回りによる高齢者の健康状態見守りは時間的・予算的に負担が大きいことが課題である。本研究では、プライバシーに配慮した赤外線センサを活用した屋内における見守りシステムと、BLE ビーコンを活用した屋外における広域見守りシステムを統合することで、山間過疎地における包括的な高齢者見守りシステムを構築する。

また、愛知県における山間過疎地域である新城市と密接に連携することにより、他地域へも転用可能な、見守り対象者と家族、介護者、及び行政機関における異常時情報共有システムについても実装する。全国的にも見守りシステムが必要であるが、個人情報保護等の問題点から汎用的に利用できる仕組みが必須であるため、行政システムとして他地域転用可能な地域包括高齢者見守りシステムを研究開発する。

(2) 研究開発期間

令和 2 年度から令和 4 年度（3 年間）

(3) 受託者

国立大学法人名古屋工業大学<代表研究者>
国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学

(4) 研究開発予算（契約額）

令和 2 年度から令和 4 年度までの総額 10 百万円（令和 4 年度 3 百万円）
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 屋内外を対象とした包括見守りシステムの研究開発

研究開発項目 1-1…プライバシーに配慮した人感センサ（非カメラ）による屋内見守り手法の確立（名古屋工業大学）

研究開発項目 1-2… BLE ビーコンを用いた屋外広域見守りシステムの構築、検証（名古屋工業大学）

研究開発項目 1-3…異常検知アルゴリズムの実装（名古屋工業大学・名古屋大学）

研究開発項目 1-4…個人情報秘匿と本人による分析目的確認機構の実装（名古屋工業大学・名古屋大学・新城市）

研究開発項目 2 高信頼性 LPWA ネットワークに関する研究

研究開発項目 2-1…山間部運用可能な低速ネットワークである LPWA 向けの軽量な通信手法（名古屋工業大学）

研究開発項目 2-2…高信頼性 LPWA による広域情報収集用 屋内型基地局の実装（名古屋工業大学）

研究開発項目 3 実証実験と異常行動検出試験

研究開発項目 3-1…実証実験企画調整推進（名古屋工業大学・名古屋大学・新城市）

研究開発項目 3-2 …実証実験システム構築（名古屋工業大学、シスコシステムズ）

研究開発項目 3-3…データを用いた予防医療アプローチ（名古屋工業大学・名古屋大学）

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	20	3
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目 1 屋内外を対象とした包括見守りシステムの研究開発

研究開発項目 1-1…プライバシーに配慮した人感センサ (非カメラ) による屋内見守り手法の確立 (名古屋工業大学)

赤外線センサを用いてデバイス前方に現れた人を検知し、検知情報を Private LoRa 通信で送信する人感センサデバイスを開発した。本デバイスはカメラを搭載していないためプライバシーに配慮しており、またバッテリー及び Private LoRa 通信の採用により、日常的に使用する部屋に置くだけで見守りが可能である。また、一度のバッテリー交換で約半年にわたって使用が可能である。Private LoRa 通信でも十分に送信可能な低ペイロードでありながら 30 秒に 1 回の頻度で検知範囲内の人の有無を検知できる。上記人感センサに加えて、本研究開発では屋内用 Private LoRa 集約局を開発した。屋内用集約局は電源プラグへの接続のみで設置でき、人感センサ及び後述する屋外用基地局から Private LoRa 通信で送られるデータを集約し、サーバへ送信する。サーバへ送信する手法として、Ethernet が敷設されていない家屋でも容易に設置・利用できるよう、4G 通信を採用している。また、本基地局は電源プラグへの接続のみで使用できるが、家屋が停電となった場合にも見守りを継続できるよう、バッテリーを搭載、予備電源として 3 日程度の継続運用が可能である。

研究開発項目 1-2… BLE ビーコンを用いた屋外広域見守りシステムの構築、検証 (名古屋工業大学)

BLE ビーコンが発信する電波を受信し、ビーコンの識別子 (UUID、Major ID、Minor ID) 及び受信電波強度 (RSSI) をサーバへ送信する屋外用基地局を開発した。本基地局は Private LoRa 通信を採用しているが、通信可能範囲内に Private LoRa 集約局が存在しない場所に設置する場合にも、4G 通信によってデータを送信することができる。屋外用基地局は電柱に共架して用いることを想定して設計しており、見守り対象者が日常的に用いるルート (散歩ルート、農作業ルートなど) 上に点在する電柱に共架することで、被験者が電柱付近に現れたことを BLE ビーコンにより検知することが可能となった。本基地局はバッテリーを搭載しており、事故や災害による停電時にも、復旧までの約 3 日間を予備電源によって見守りを継続できる。

研究開発項目 1-3… 異常検知アルゴリズムの実装 (名古屋工業大学・名古屋大学)

屋内見守りでは、人感センサを数箇所 (居間、寝室など) に設置し、人感センサが検知した、すなわち見守り対象者がその部屋に現れたことを状態 (居間状態、寝室状態など) と定義した。さらに見守り対象者の部屋間の移動を状態遷移 (居間→寝室など) として、中長期にわたって状態遷移を数え上げ、見守り対象者の日常行動パターンを確率モデルとして定義した。新たに取得された状態遷移の出現確率が低い場合に異常として検知できるだけでなく、夜間における寝室→トイレの遷移確率から夜間頻尿などのロングタームな異常を観察することも可能である。

屋外見守りでは、徘徊傾向をもつ人の移動にはランダムウォークが含まれ、地点間の移動において所要時間が伸びることがわかっていることから、見守り対象者が日常的に利用するルート上に点在する電柱に共架した基地局で対象者を検知することで、平常時の移動に要する所要時間を学習する。名古屋工業大学構内で徘徊を模した移動を行なった際の検証では、収集した移動時間データに対して徘徊データが 5% の場合に 100% の精度、10% の場合に 86% の精度で徘徊検知可能であることを確認した。全データ中に占める徘徊データの割合が高くなると検知は難しくなるが、徘徊傾向が出始める初期段階を高精度に検知できることが確認できた。また、本見守り手法は行動ルート上に

点在する基地局での検知時刻を使用することから、地点間移動の所要時間を用いたフレイル検知にも用いることができ、高密度な位置情報を生成する GPS ロガーと比較しても十分にフレイル評価に利用できることを確認した。

研究開発項目 1-4…個人情報秘匿と本人による分析目的確認機構の実装（名古屋工業大学・名古屋大学・新城市）

見守り対象者の屋内、屋外での検知情報は個人情報となりうることから、検知データが個人と紐付けられた状態では分析が難しい。そこで本研究開発では、データベースサーバ、分析サーバ、個人情報サーバの 3 基に分割・連携するシステムを構築した。これにより分析サーバは同一家屋に設置されている人感センサや BLE ビーコンのセットなど、分析に必要な情報のみを保持し、対象者情報は無作為生成された ID とした。この仮名加工により人感センサの検知情報から行動パターンの確率モデルを生成するなどの分析が行えるようになった。

研究開発項目 2 高信頼性 LPWA ネットワークに関する研究

研究開発項目 2-1…山間部運用可能な低速ネットワークである LPWA 向けの軽量の通信手法（名古屋工業大学）

LPWA 通信は省電力かつ広域をカバーするが伝送速度が非常に低速である。そのため人感センサでは 30 分間の検知情報を 1 件のポストに載せられるよう圧縮を行なった。また屋外基地局では BLE ビーコン情報をサーバへ送信するインターバルを設け、サーバ側からダウンリンクによって任意に変更できる機能を開発した。

研究開発項目 2-2…高信頼性 LPWA による広域情報収集用屋内型基地局の実装（名古屋工業大学）

LPWA 通信モジュール 2 基と 4G 通信モジュールを備えた基地局を開発した。本基地局は LPWA 通信による人感センサ情報の収集のほか、LPWA 通信の中継や 4G 通信による集約データのサーバへの送信機能を有している。

研究開発項目 3 実証実験と異常行動検出試験

研究開発項目 3-1…実証実験企画調整推進（名古屋工業大学・名古屋大学・新城市）

新城市市民病院産学連携推進室の協力により、実証実験への人選及び説明が行われ、計 6 名の被験者から同意を得てセンサ設置を行なった。うち 4 名については屋外見守りにおいても同意が得られ、BLE ビーコンを用いた屋外見守り実証を開始した。

研究開発項目 3-2 …実証実験システム構築（名古屋工業大学、シスコシステムズ）

株式会社シーテックと協業し、屋外見守りに同意が得られた 4 名の被験者の行動ルート上に点在する電柱を選定し、共架に係る強度計算や申請が完了し、基地局の共架が完了した。また LPWA 通信可能範囲測定デバイスを開発し、通信可能範囲は集約局を中心とした円形とはならず、実際に通信可否の測定が必要であることを実証した。

研究開発項目 3-3…データを用いた予防医療アプローチ（名古屋工業大学・名古屋大学）

異常行動における医療アプローチを論文等の調査や専門の診療医と議論し、徘徊傾向のある人は目的地までの移動にランダムウォークが含まれる知見を得た。これをもとに屋外見守りにおいて見守り対象者の行動ルート上の電柱に基地局を共架することで、見守り対象者の屋外での行動をスペースに検知することで地点間移動に要する時間を計測できるシステムを構築した。屋内見守りにおいても、分析サーバで生成した行動履歴や状態遷移確率及び推定寝室滞在時間に対して、医学的知見を付与したレポートを作成し、見守り対象者およびその家族向けのフィードバックを開始した。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

本研究の成果は、新城市と協業して進める奥三河メディカルバレーPJ 等で情報発信し、新城市や関係者と情報共有して社会規模での実装を検討する。また本研究で課題となった被験者の声を収集するために、今後もレポート作成を継続し、高齢者の暮らしに沿ったニーズと実現性に係るノウハウを蓄積する予定である。未病者の高齢者の健康・労働寿命の最大化を目指したライフスタイルの可視化と評価法の確立を目指すとともに、超少子化社会を支える医療 DX による業務効率化や生産性向上を奥三河ミライバレーの重要な PJ として継続遂行する予定である。