

# 日常生活での異常検知を目的とした 独居高齢者異常検知アルゴリズムの提案と実装

河村 拓真<sup>†</sup> 大塚 孝信<sup>‡</sup>

名古屋工業大学<sup>†</sup> 名古屋工業大学大学院情報工学科専攻<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

現在、我が国における 65 歳以上の高齢者は、2019 年 6 月時点で約 1,487 万世帯であり、そのうち単独世帯は約 736 万世帯であり、毎年約 20 万世帯ずつ増加している [1]。このため、超高齢化社会を迎える我が国において、独居高齢者の介護が深刻な問題となっている。我が国では、国民の 60%以上が自宅での療養を希望しており在宅介護者が増加している。特に、過疎化における行政コストを逼迫している状況において独居高齢者の日常的な見守りは、家族にとっても地方自治体にとっても重要である。また、既存の高齢者見守りシステムに関する研究では、システムを導入できる家屋が限られたり、システム導入コストが大きかったりする [2, 3]。

これらの背景から本研究では、見守り対象世帯に汎用的に構築できる導入コストが低い独居高齢者見守りシステム構築する。また、本システムによって得られた見守り対象者の行動情報を元に、独居高齢者の日常生活での異常検知を目的としたアルゴリズムを開発する。

## 2 提案手法

### 独居高齢者見守りシステム

本研究で構築するシステムの概要は図 1 の通りである。まず、独居高齢者の家に複数箇所、図 2 のバッテリー駆動式の人感センサモジュールを設置し、見守り対象者の各場所での行動を検知する。次に、これらの検知した行動情報をデータサーバに送信し蓄積する。最後に、蓄積されたデータに本研究で提案する異常検知アルゴリズムを用いることによって異常検知を行う。家族や介護関係者、行政などの見守り者はこのシステムにより見守り対象者の状態を把握し、深夜の徘徊や孤独死など見守り対象者の異常時に速やかに情報を共有することができる。

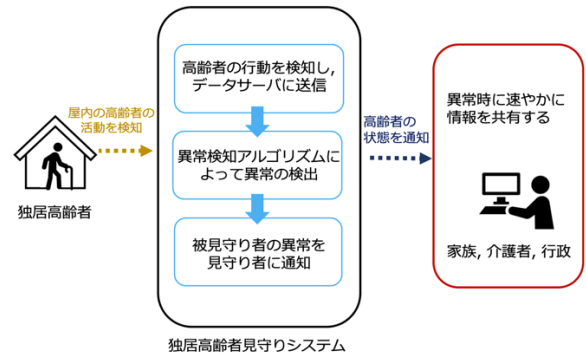


図 1 独居高齢者見守りシステム



図 2 人感センサモジュール

### 日常生活での異常

本研究で検知する日常生活での異常は、深夜の徘徊や頻尿、孤独死など多様であるため一律に異常検知ができない。そのため、異常を定義する必要がある。したがって、本研究では異常を通常とは異なる行動と定義し、異常検知アルゴリズムの研究開発を行う。

### 異常検知アルゴリズム

まず、本システムで取得されるセンサデータは各人感センサモジュールで検知されたある時間の見守り対象者の行動情報である。したがって、見守り対象者の場所ごとの行動パターンを調べるために出現確率を求める必要がある。そのため、出現回数のカウントを蓄積した日数で除算することで、30 秒のスロットごとのあるセンサの時間の出現確率を計算する。

Proposal and implementation of Anomaly Detection Algorithm in the Daily Life for Elderly Single-person

<sup>†</sup>Nagoya Institute of Technology

<sup>‡</sup>Department of Computer Science, Nagoya Institute of Technology

出現確率の計算例を表1に示す。

表1 出現確率の例

時間/日付	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	カウント回数	出現確率
12:00:00	1	1	0	0	0	1	1	1	5	0.625
12:00:30	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1
12:01:00	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0.375
12:01:30	1	1	0	0	0	1	1	1	5	0.625
12:02:00	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1

次に出現確率を利用し、見守り対象者の行動情報のマハラノビス距離を求める。

マハラノビス距離とは、多変量解析における距離尺度の一つである。マハラノビス距離は各グループのデータが正規分布に従って存在していると仮定している。本研究では、人感センサを用いた異常検知を検討するが人間の行動パターンは時間のばらつきがあるものの一定の行動を取るものと考えられる。特に、高齢者は出掛ける頻度が減少する傾向にあるため1日の行動パターンは似通う傾向がある。そのため、人感センサから取得できる値は正規分布に従うと仮定した。

最後に、マハラノビス距離の計算手法について述べる。人間の行動は睡眠や食事といった一定の決まった行動パターンがあるがそれは日によって時間が前後するため、各センサデータを数分前のデータと一定の時間間隔で平均を取ることによって平滑化処理を行う。平滑化後のa日分のセンサデータ $x^a$ とi日のn個のセンサデータ $x_i$ をそれぞれ式1, 2のように定義する。

$$x^a = x_1, x_2, x_3, \dots, x_a \quad (1)$$

$$x_i = \begin{pmatrix} x_{i,1} \\ x_{i,2} \\ \vdots \\ x_{i,n} \end{pmatrix} \quad (2)$$

この時平均 $\mu$ と分散 $S$ を式3, 4のように定義する

$$\mu = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a x_i \quad (3)$$

$$S = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a (x_i - \mu)(x_i - \mu)^T \quad (4)$$

この時マハラノビス距離MDは式5のようになる

$$MD = \sqrt{(x_i - \mu)^T S^{-1} (x_i - \mu)} \quad (5)$$

### 3 評価実験と結果

本実験では愛知県に在住する一般の独居高齢者の協力のもと家屋内の浴室、寝室、トイレの3箇所に人感センサモジュールを設置し、各場所での行動について実験を行い、場所ごとの見守り対象者の行動の特徴を分析した。各場所での実験結果を以下に示す。

#### ・浴室での実験結果

午前7時から午前11時にかけて頻繁な行動をす

る傾向が検出された。後日のヒアリングから見守り対象者が浴室を入浴や洗顔、洗濯の際に滞在することがわかった。

#### ・寝室での実験結果

午前0時から午前8時にかけて見守り対象者が行動する傾向が検出された。後日のヒアリングから見守り対象者は夜中に定期的に目覚めてしまう傾向があることがわかった。

#### ・トイレでの実験結果

午前6時から午前12時にかけてトイレに滞在する傾向が検出された。また、1日のトイレの滞在回数を検知できることが確認できた。

また、各場所のマハラノビス距離は上記の傾向が検出された時間帯以外に行動が検出されたときに大きくなり異常と検出された。

したがって、本実験により見守り対象者の生活の傾向と異常が検知できることが確認できた。

### 4 おわりに

本研究ではバッテリー駆動式の人感センサモジュールを用いることで、見守り対象世帯に汎用的に構築できる見守りシステムの開発と、取得できたデータによる日常生活での異常検知を行うアルゴリズムを提案した。しかし、人感センサモジュールを設置する場所によって検出する見守り対象者の傾向は異なるため、見守り対象者の異常検知のために人感センサモジュールの配置の最適化が課題である。

今後は、複数の独居高齢者の家屋で異常検知実験を行い、人感センサモジュールの配置の最適化を目指す。また、データサーバに収集されたセンサデータを分析した結果を可視化し、本システムの利用者が見守り対象者の状態の確認を可能とする。

### 謝辞

本研究成果の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究により得られたものです。

### 参考文献

[1] 厚生労働省:2019年 国民生活基礎調査の概況 <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa19/dl/02.pdf> (Accessed 2020-12-19)

[2] 高橋大夢, 内海朋成, 千葉慎二:「LPWA のメッシュネットワークを用いた災害時でも利用可能な地域見守り IoT システム」, 第82回全国大会講演論文集C, Vol 1, pp. 295-296(2020)

[3] 杉野恭兵, 丹羽佑輔, 白松 俊, 大園忠親, 新谷虎松:「Bluetooth に基づく人感センサを利用した遠隔介護支援システムの試作」, 電学論 C, Vol. 136, No. 2, pp. 218-225 (2015)