

確率モデルを用いた独居高齢者の屋内における 異常検知アルゴリズムの提案と実装

和田 孟士[†] 島 孔介[†] 大塚 孝信[‡]

名古屋工業大学[†] 名古屋工業大学大学院 情報工学専攻[‡]

1 はじめに

日本の 65 歳以上の高齢者の総人口に占める割合は 28.8%を示しており、日本において高齢化は重大な社会問題となっている。また、65 歳以上の者のいる世帯のうち約 30%が単独世帯であり、高齢者の増加とともに独居高齢者も増加している[1]。この独居高齢者の増加により孤独死が増加するなど、高齢者の介護が深刻な問題となっている。また、独居高齢者を見守る方法として、主に在宅医療やオンライン診療があげられる。しかし、山間過疎地域においては、在宅医療の方法である「訪問診療」や「往診」の診断の回数が少なく、人材不足などから医療従事者への負担が大きい。オンライン診療においても、情報通信機器を用いた診断を行うため、機器の扱いに不慣れな高齢者にとっては負担となる。

以上のことから、本研究では地域医療の体制が整っていない山間過疎地域における行政の負担の軽減を目的とし、独居高齢者を対象とした屋内における異常検知アルゴリズムを提案する。

2 関連研究・関連サービス

既存のみまもりに関する研究としてウェアラブルデバイスを用いた研究[2]やカメラを用いたサービス[3]があるが、対象者がデバイスを外した後に再度装着することを忘れてしまうことや、カメラで撮影し動画として監視することによるプライバシーの問題などの課題が挙げられる。

3 提案手法

独居高齢者みまもりシステム

本研究で提案するみまもりシステムを図 1 に示す。本システムは電源が少ない日本家屋でも設置場所を限定されないことを可能とするため、消費電力の少ない電池駆動式の人感センサモジュール(図 2)を作成した。このモジュールを対象者の家屋に設置し、対象者のデータを取得する。

Proposal and Implementation of an Anomaly Detection Algorithm for Elderly People Living Alone Indoors Using Probabilistic Models

[†]Nagoya Institute of Technology

[‡]Department of Computer Science, Nagoya Institute of Technology

次に、センサ情報を消費電力の少ない無線通信規格である LoRa 通信を用いた基地局によって取得する。取得された情報はゲートウェイを介してデータベースサーバに収集される。

データ送信の際は、30 秒間で人を検知した場合に 1 を、検知しなかった場合に 0 を検知信号として扱い、15 分間の検知信号の時系列データを 2 進数とみなし、通信量削減のため 10 進数に変換した後に送信する。そして、サーバ側で再度 2 進数に変換し直し、本アルゴリズムに適用する。

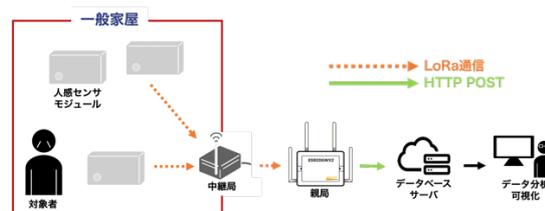


図 1 システム概要図

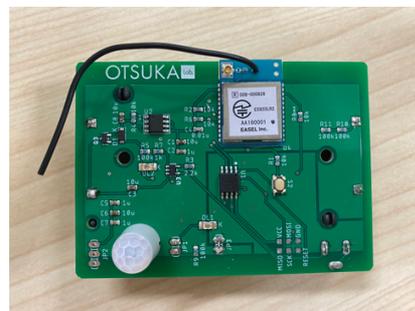


図 2 人感センサモジュール

状態の定義

本研究では、ある任意のタイミングで、みまもり対象者が人感センサを設置した特定の部屋のうちどこにいるのか、またはいずれの部屋にもいないのかを一意に決定したものを状態と定義する。本研究では、居間・寝室・トイレの 3 箇所到人感センサモジュールを設置し、いずれの部屋でも検知がなかった場合は無状態と定義する。よって、居間・寝室・トイレ・無状態の 4 つを状態として扱う。また、その状態間の移動、すなわちある部屋から別の部屋に移動したことを遷移と定義する。

確率ネットワークモデルの構築

状態をノード、遷移を辺、遷移確率を重みとした有向グラフを確率ネットワークモデルとし、対象者ごとにこのモデルを構築する。

異常検知アルゴリズム

人感センサは人が離れた後もしばらく検知してしまうため、遷移前後での場所において検知信号 1 が重複した部分は遷移前の場所の検知信号を 0 に置き換える処理を行う。

次に、指定時間分の窓(時間窓)でデータを区切り、最も検知回数が多い場所を状態に決定する。ここで決定された状態の系列から遷移確率を計算する。時間窓の長さは検証により決定する。

最後に、異常検知の際の指標である異常度を計算する。2 回分の遷移の同時確率を入力とし、以下の式により異常度を算出する。

$$f(x) = -\ln(x)$$

この異常度が極めて高い場合を異常とする。

4 評価実験

実験設定

評価実験では愛知県在住の独居高齢者の家屋に人感センサモジュールを設置し、2021年10月1日から10月31日の期間で取得したデータを用いて、2節で述べた時間窓の長さについて検証を行った。方法としては、時間窓を5分・10分・15分と設定し、それぞれの設定で状態遷移のグラフを出力した。

実験結果

一例として2021年10月21日の午前3時から午前12時までの時間窓を5分・15分で設定した時の状態遷移グラフを図3・図4に示す。

結果としては、時間窓が短い場合は無状態と決定されることが多く、時間窓が長い場合はトイレが状態に決定されていない箇所が多かった。無状態が多く決定される原因として、人感センサは対象者が静止していると検知しないという特性があるため、睡眠時などは検知が不安定になることが考えられる。トイレが決定されにくい原因として、トイレは他の場所に比べて滞在時間が短いため、窓内での検知数が他の場所より少なくなりやすいことが考えられる。

上記の課題を踏まえて、時間窓を15分に設定し、時間窓内においてトイレにおける検知がある場合は優先的にトイレを状態に決定するように変更した。この変更により、過剰な無状態の

決定を削減することができ、さらにトイレにおける検知があったにもかかわらず状態に決定されなかった箇所も改善することができた。

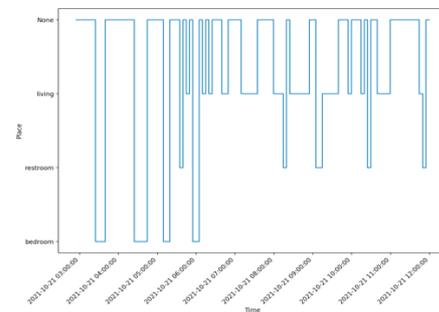


図3 時間窓を5分で設定した場合のグラフ

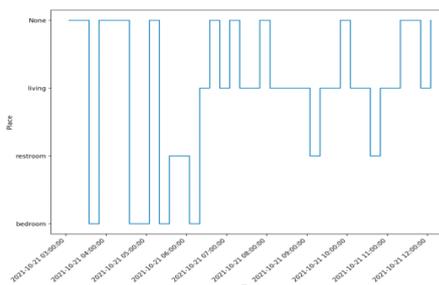


図4 時間窓を15分で設定した場合のグラフ

5 終わりに

本研究では独居高齢者を対象とし、人感センサモジュールから取得したデータにより確率モデルを構築し、遷移確率から異常度を決定することにより、高齢者の日常生活における異常検知アルゴリズムを提案した。また、評価実験において最適な時間窓の長さを決定し、より正確な状態の決定をすることができた。

今後は外出を状態に追加することや、遷移が発生した時点で時間窓を区切ることで、アルゴリズムの改善を行う。

謝辞

本研究の一部は、情報通信研究機構(NICT, 22010)の助成により実施されたものです。

参考文献

- [1]内閣府, 令和3年度版高齢社会白書
- [2] L. Mainetti, V. Mighali, L. Patrono, P. Rametta, M. L. Stefanizzi: An IoT-aware system for elderly monitoring, 2017 IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI), 11-13 Sept. 2017.
- [3]見守りカメラで高齢者見守り 徘徊防止 | 介護にまもり CUBE, <https://ramrock-eyes.jp>