

## 行動モデルを用いた独居高齢者見守りシステムの提案

### Proposal of A Watching System for Elderly Living Alone Using Behavior Model

○ 岩澤雄太 川澄正史 小山裕徳 (東京電機大)

Yuta IWASAWA, Masashi KAWASUMI and Hironori KOYAMA  
Tokyo Denki University

**Abstract:** Due to the increasing number of the elderly living alone, a lot of watching system for them have been studied and implemented. Most of these systems are intended to detect some kind of abnormal sign in the data collected by sensors and to send alert signals to remote sites. Therefore those systems are regarded to work only in case of emergency. However most emergency case can be predicted by analysing behavior patterns and state transition of data monitored by sensors in the daily life. In this paper, we propose a new type of watching system for the elderly living alone, based on the behavior models of the daily life and alert algorithm for collected data by sensors. In the prototype system, we found that alert algorithm worked properly, but behavior model had to be improved to some extent.

**Key Words:** Elderly Living Alone, Behavior Model, Watching System

#### 1. はじめに

社会の高齢化に伴い、一人で生活を送る独居高齢者が増加している。独居高齢者には身近に手助けをしてくれる存在がおらず、自分の身が危機に瀕しても周りに気づかれることがないため、孤独死や重大な事故が起こる。この問題を解決するために、独居高齢者の生活を見守るサービスや研究が多く行われている。これらは、屋内に設置したセンサを用いて異常を感知し、連絡を行うという方法で実現されている。そのため、身体的な変化から把握できる緊急事態のみに対応する。

一方、独居高齢者は一人暮らしのため生活が不規則になったり、自身の健康に不安を感じていても放置してしまうといった傾向があり、それらが原因となって緊急事態に至ることも少なくない。

そこで、センサから収集された情報をもとにした行動モデルを作成、その分析とセンサによる状態認識を組み合わせることで、体調不良や生活の問題点を察知し、緊急事態が発生する兆候を感知できるシステムが必要となる。本研究ではセンサの収集情報を利用して、異常以外についての感知も行うことで緊急事態の発生を未然に防ぎ、情報提供による支援などを含めた幅広い見守りを行うシステムを提案する。

#### 2. 提案システムの概要

##### 2-1 システム構成

本システムは、屋内に設置したセンサと制御用 PC、タッチパネル式の情報提供端末を用いて構成する。部屋の出入口や家具など、生活の起点となるような場所へセンサを設置することで、行動情報の収集と監視を行う。情報提供端末はシステムの対象者が使用し、センサから得られた情報の利用を支援する。

##### 2-2 システムによる見守りと支援

見守りによる緊急事態の判断は、収集した情報から作成する行動モデルを用いて行う。行動モデルの予測と現在の行動を照らし合わせ、過去にない異常な行動であった場合に緊急事態であると認識し、外部への通知を行う。また、姿勢や移動速度の取得、行動の乱れなどを利用することで、体調不良や精神状態の推定を行い、情報提供による改善の促進、親族へ提供することで早期対応を可能とするなどの支援を行う。

#### 3. センサシステムの設計

##### 3-1 センサ

収集した情報から行動パターンの作成や分析を行うには、行動を特定できるような場所へセンサを設置する必要があるため、設置が容易でなければならない。また、作成する行動モデルの精度向上や詳細な分析を行うためには多くの行動情報が必要であり、設置数が多くなってしまう。そのため、高価なセンサを利用した場合、導入コストが大きくなる。これらの点から、システムで利用するセンサは安価かつ入手が容易なものでなければならない。

そこで、提案システムではセンサとして Microsoft 社製多機能センサ Kinect を使用する。Kinect は家庭用ゲーム機器の外部デバイスとして発売されているため入手が容易であり、価格も比較的安価である。また、電源と USB ケーブルの接続のみで使用可能なため、設置も容易である。

##### 3-2. 試作センサシステム

Kinect は RGB カメラや距離カメラなど各種センサを搭載しており、距離センサを用いた人認識などが可能である。この人認識機能を利用し、1 秒ごとにセンシングを行うことで人認識をしている時刻を記録するセンサシステムを試作した。センサシステムの開発は、Kinect for Windows SDK v1.5 を用いて行った。Fig.1 にセンサシステムによる人認識の様子を示す。



Fig. 1 Human recognized by the sensor system

#### 4. 行動監視実験

##### 4-1 実験方法

行動モデルの構築と評価のために、センサシステムを用いて室内での一日の行動を監視する実験を行った。実験は 20 代の男子大学生 1 名を対象に大学の研究室で行った。センサシステムを室内の被験者デスク、ミーティングスペース、出入口の 3 か所に設置し、1 週間行った。Fig.2 にセンサの配置を示す。

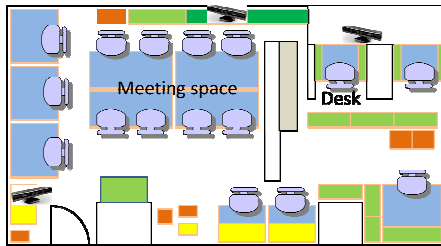


Fig. 2 Layout of the sensor

#### 4-2 実験結果

実験によって得られた対象者の一日の室内行動の一部を Fig.3 に示す. 一日の行動のうち, 1分未満の行動が占める割合は平均約 62%であり, 室内における行動は移動後すぐに前の場所へ戻るものが多くあるという結果が得られた.

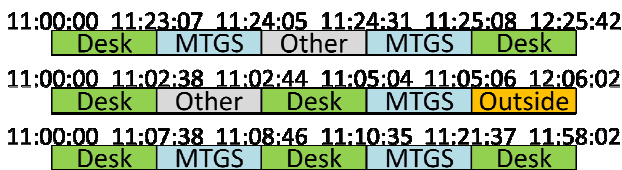


Fig. 3 Behavior of the day in room

### 5. 行動モデルの構築

#### 5-1 生活習慣とする行動

室内における一日の行動では, 特定の時間帯に起こる行動や, 同一状態を継続するなどの特徴を持った行動が存在した. 本研究では, これらの行動を習慣として捉え, 毎日発生している習慣を生活習慣行動と定義した.

#### 5-2 生活習慣モデル

行動監視実験の結果, 生活習慣行動となる行動であっても常に同じ時間に行われるとは限らず, 発生する時間に揺らぎが見られた. 生活習慣行動は常に行う行動として設定するため, 予測結果に必ず組み込まれる. そのため, 確率によって予測を行うべき行動が発生していた場合でも, 揺らぎの部分に埋もれてしまい予測が行われなかったといった問題が起こる.

そこで, 揺らぎとして発生した部分を生活習慣行動から切り離し, 確率遷移によって決定することで問題の解決を図った. 生活習慣行動の発生時間の揺らぎを行動モデルで表現できるよう, 時刻に依存して部分的遷移を行う時間遷移モデルを構築し行動モデルに用いた. 時間遷移モデルの概念を Fig.4 に示す.

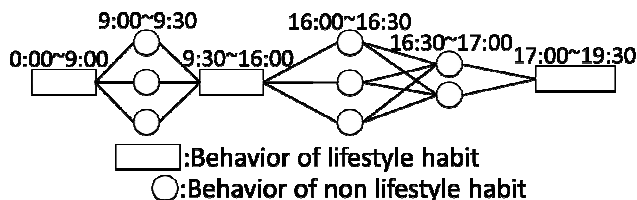


Fig. 4 Behavior model of time transition

#### 5-3 異常感知アルゴリズム

室内における行動には1分未満の短い行動が多くあり, 全てのセンサにおいて同じ行動モデルによる予測を行った場合, 不一致の発生が多くなる. そのため, 異常の誤感知が発生してしまうと考えられる. そこで, 各センサ固有の行動モデルを構築したうえで予測を行い, 不一致の場合は他のセンサと通信を行うことで最終的な感知を行う異常感知アルゴリズムを作成した.

各センサは, 自身の行動予測と実際の行動が異なった場

合に異常を感知し, 他のセンサに対象者を認識しているか問い合わせる. 認識をしていた場合, 例外行動として処理し異常感知は行わない. センサ自身が認識しているにも関わらず予測と異なっていた場合は, 過去の記録をもとに設定する最長滞在時間が経過するまで異常感知を行わない. 全てのセンサが認識していない場合も, 同様に過去の記録から最長非認識時間を設定し, その時間が経過するまでは異常感知を行わないものとした.

### 6. 評価実験

#### 6-1 実験方法

構築した行動モデルの予測精度と異常感知アルゴリズムを評価するために, 実際に行動予測と行動モデルを用いた監視を行った. 作成した行動モデルと実験対象者のある一日の実際の行動結果を比較することで予測精度を求めた. 予測精度とは, 行動モデルが予測したある時刻の行動が実際のその時刻の行動と一致する確率である. 行動モデルによる行動算出は10秒ごとに行った.

また, 対象者の行動を一日監視し, 異常感知が正しく行われるか調査を行った.

#### 6-2 実験結果

比較した結果, 予測精度は約30%であった. 行動モデルの予測精度が低く, 今回構築した行動モデルは適切でないということが判明した. 一方, 異常感知は監視中には起こらず, デスクにおいて作為的に1時間程度の仮眠をとった際のみ異常が感知された.

### 7. 考察

行動モデルの予測精度が低くなってしまった原因として, 1分未満で行動変化をする行動が多かったためだと考えられる. この場合, 短時間内に膨大な行動分岐が出来てしまい, 予測する頻度が多くなるため確率が分散する. 今後は行動にかかる時間も考慮し, 短時間の行動は, 予備行動として予測を行う上での参考するような行動モデルの構築を行う. 行動モデルの予測精度が低いため, 各センサでは頻繁に異常が感知される. しかし, 実際に感知された異常は作為的に起こした仮眠時のみであった. このことから, センサ同士の連携によって最終的な判断を下す異常感知アルゴリズムは, 誤感知が発生しにくいと適していると考えられる.

### 8. おわりに

本研究では, センサを利用した独居高齢者の見守りと支援を行うシステムを提案した. また, センサシステムの試作と行動監視実験を行い, 行動モデルの構築と異常感知アルゴリズムの作成, 及び評価を行った. 異常感知アルゴリズムは適切であったが, 構築した行動モデルは予測精度が低く, 適していないという結果が得られた. 今後は, 行動モデルの予測精度を上昇させるために, 行動順序や予備行動などを考慮した新たな行動モデルの作成を行う.

### 参考文献

- (1) 吉木大司, 松本佳昭, 茨久和, 独居高齢者向け見守り支援システムの開発, JSME annual meeting 2008, vol. 7, pp. 215-216, 2008.
- (2) 田中仁, 中内靖, ユビキタスセンサによる独居高齢者見守りシステム, 日本機械学会論文集 C 編, vol. 75, no. 760, pp. 116-124, 2009.