

独居高齢者見守りシステムに用いる行動モデルの提案

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

岩澤 雄太† 川澄 正史† 小山 裕徳†
Yuta Iwasawa Masashi Kawasumi Hironori Koyama

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囲に気づかれることがないため、孤独死や重大な事故といった問題を抱えている。

このため、独居高齢者の生活を見守るサービスや研究が行われているが、多くは設置したセンサで行動を監視し、設置場所ごとの異常を親族など外部へ通知するのみである。

そこで本研究では、センサから収集した情報を基に、行動モデルを作成することで生活の流れを把握し、これらの変化から体調不良など独居高齢者の細かな異常を感知することで、情報提供や危機的状況の前兆を感知するなど、支援を含めた幅広い見守りを行うシステムを提案する。

本稿では、予備実験として学生の室内における行動監視を行い構築した行動モデルを、高齢者の行動監視実験の結果を用いて再構築し、高齢者の行動予測に構築した行動モデルが適しているか評価を行った。

2. 提案システムの概要

2.1 システムによる見守りと支援

見守りによる異常の判断は、行動情報を基に構築した行動モデルを用いて行う。高齢者の日常行動は概ね規則的であるため^[1]、行動モデルと実際の行動の流れの比較や、行動の流れの変化を把握することによって異常の感知を行う。

2.2 行動モデル

行動モデルを作成するためには行動履歴を収集し、予測する行動を定義する必要がある。そこで、居間や寝室など生活の中心となる場所にセンサシステムを設置し行動情報を収集することで、どのような日常行動であるかを設置場所から判断し、行動モデルを構築する。

3. センサシステムの開発

3.1 使用するセンサ

予備実験にて行動情報を収集するためには、センサが対象者を認識できる必要がある。また、行動判別は設置場所から行う。そこで、本研究では Microsoft 社製多機能センサ Kinect を使用した。

3.2 試作センサシステム

Kinect に搭載されている各種センサを用いて、人を認識した際に行動判別を行い、行動の様子と日時を保存するセンサシステムを試作した。

人認識時に骨格情報を用いて行動判別を行い、記録する行動であった場合に RGB カメラの映像を静止画像として保存し、ファイル名を日時とすることで行動の様子を記録する。図 1 にセンサシステムによる人認識の様子を示す。



図 1 センサシステムによる人認識

4. 予備実験

4.1 室内行動監視実験

行動モデルの構築に必要な行動情報を収集し、開発したセンサシステムが行動情報収集に適しているか評価するために室内における行動監視実験を行った。

実験期間は 1 週間、被験者は 20 代の男子学生 1 名とし、大学研究室内で実験を行った。センサシステムは室内の被験者デスク、ミーティングスペース、出入口の 3 ヶ所に設置し、記録する行動の状態は、デスク、ミーティングスペース、外出、その他の 4 種類とした。

なお本研究にける実験では、倫理的配慮として事前に実験内容と注意事項を説明し、被験者の同意を得て全ての実験を行った。図 2 にセンサシステムの配置を示す。

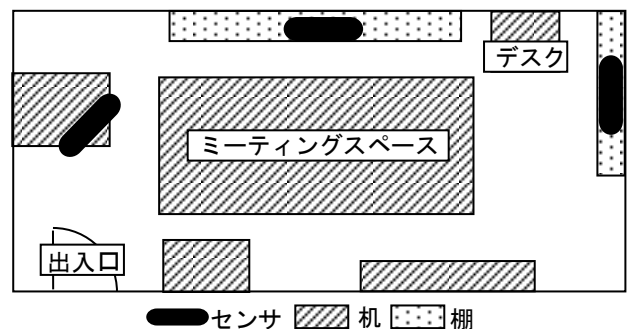


図 2 センサシステムの配置

4.2 結果

記録された 1 日の総行動回数の平均は約 115 回であり、ある状態の持続時間が 1 分未満となる行動は全体の約 53%、持続時間が 10 分以上となる行動は約 34%、1 分以上 10 分未満の行動は約 13%であった。状態ごとの持続時間には差があり、1 時間以上の持続時間が発生したものはデスクと外出のみで、ミーティングスペースは滞在時間が全て 30 分未満であった。

また、実験期間中に大学研究室内で起こった行動のほぼ全てを記録していたことから、開発したセンサシステムは行動情報収集に適していると言える。

† 東京電機大学 Tokyo Denki University

5. 行動モデルの構築

5.1 行動モデル構築に用いる行動情報

予備実験の結果、状態の持続時間は1分未満から1時間以上と多くのパターンがあった。そのため、全ての行動を予測する場合は遷移回数が膨大となる。

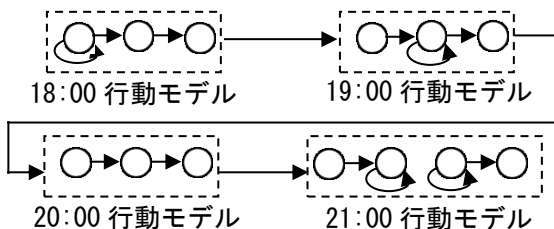
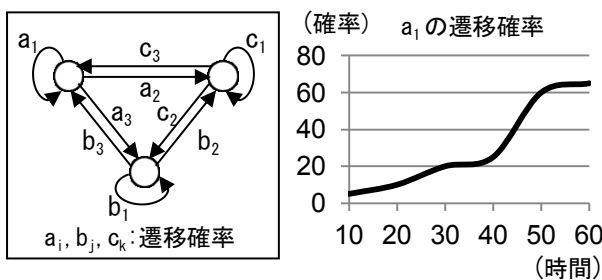
また、10分未満の行動は、そのほとんどが前状態へ遷移していた。このことから、10分未満の行動は前状態の中で起こった偶発的、突発的な行動と捉え、行動モデルによる予測の対象外とした。

5.2 時間帯行動モデルの構築

状態により持続時間に差があることから、状態の遷移には状態の経過時間が関係していると考え、次状態への遷移確率が経過時間によって変化する行動モデルを構築した。

また、長い持続時間を持つ行動は夜間に多く発生していたことから、状態の経過時間は時間帯ごとに特徴があると考え、状態遷移を経過時間に基づいて行う行動モデルを、固有行動モデルとして1時間ごとに構築した。

さらに、これらの予測結果を統合することで、1日の行動予測とする時間帯行動モデルを構築した。図3に固有行動モデルの概念を、図4に時間帯行動モデルの概念をそれぞれ示す。



6. 高齢者行動監視実験

6.1 実験概要

構築した時間帯行動モデルは学生の1日の室内行動の半分程度を正確に予測することができ、室内での行動予測にある程度有効であることが示唆された。そこで、高齢者の行動予測への有効性を検証するために、高齢者の行動情報を収集する行動監視実験を行った。実験期間は1ヶ月、被験者は70代女性1名とした。収集方法は被験者に常時付き添い形で行い、寝室、居間、台所、洗面所、トイレ、客間の6種類の行動と起こった時刻を収集した。

6.2 実験結果

実験期間中には通院や外出など日常生活とは異なる行動をとる日も存在した。そのため、これらの日常生活ではない記録を除き、21日分のデータが日常生活の行動記録として収集できた。

7. 行動モデル評価実験

7.1 実験概要

作成した行動モデルの予測結果と実験対象者のある1日の実際の行動結果を比較し、行動モデルの一致度として評価を行った。一致度 P は、比較回数を n 、実際の行動を x 、行動モデルの予測を y としたとき図5に示す式で表される。式内の $d(x_i - y_i)$ は比較テーブルに基づき値が決定される。これは、被験者が常に同じ時刻に同じ行動をするとは限らず、異なった行動であっても日常行動とする許容範囲を設定するためである。比較テーブルの値は、過去のある時刻において y が起こった確率から決定される。なお、行動モデルによる行動算出は10分ごとに行い、7:00~22:00まで $n=90$ ステップの行動を比較した。

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{d(x_i - y_i)}{n}$$

図5 一致度算出式

7.2 実験結果

結果、行動モデルの一致度は約75%となった。また、 $d(x_i - y_i)$ の値算出に比較テーブルを用いず、 $x_i \neq y_i$ のとき $d=0$ 、 $x_i = y_i$ のとき $d=1$ と予測と実際の行動の完全一致を比較した場合でも一致度は約55%となった。このことから、構築した時間帯行動モデルは1日の行動の内、半分程度を正確に予測することができると言える。

8. 考察

構築した時間帯行動モデルは、完全一致を比較した場合でも半分以上の高齢者の行動を予測することができ、また異なった行動を許容した上では約75%の予測が可能であった。このことから、高齢者の行動を半分以上予測することができていると言え、見守りシステムに用いて独居高齢者の行動の変化を感知することができると思われる。

残り約25%の予測が一致しなかった行動にはトイレが考えられる。収集したデータから起床後または就寝まえにトイレへ行く習慣は把握できるが、日中はどの時刻に行くのか分散していた。そのため、トイレに行くという行動に対して、行動の許容範囲を設定することができず、実際の行動や予測がトイレとなった場合に一致度が低くなると考えられる。

9. おわりに

本研究では、センサを用いて構築した行動モデルを用いて、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、開発したセンサシステムを用いて行動監視実験を行い行動モデルの構築、高齢者の行動データを用いて評価を行った。結果、構築した行動モデルの一致度は高く、見守りシステムでも利用が可能であることが示唆された。

今後は評価に用いた行動の比較テーブルを用いることで、異なった行動をとった回数などから対象者に日常度などを決定し、それを用いた異常感知などを実装していく。

参考文献

[1] 吉木大司, 松本佳昭, 茨久和, “独居高齢者見守り支援システムの開発”, JSME annual meeting 2008, Vol. 7(2008).