

I-ReCSS の利用記録を用いた認知症早期発見に向けたデータ解析手法の検討

Examination of analysis methods for dementia early detection using log of the 'I-ReCSS'

テーマ：データ解析手法の検討
指導教員：坂本 泰伸、松本 章代

教養学部情報科学科
1057130 柴田 美夏
1057159 吉村萌 1057236 高橋 伸輔

1. 研究背景と目的

現在、日本は超高齢社会を迎えており、65歳以上の人口の割合が平成24年10月には24.1%^[1]となった。また、認知症を発症する高齢者も増加傾向にあり、認知症の早期発見が必要とされている。認知症には様々な種類があるが、日本では主に脳血管性認知症とアルツハイマー型認知症が大半を占めている。特に近年増加^[2]しているアルツハイマー型認知症の特徴は、睡眠障害の発症や生活習慣が変化するなどの症状が徐々に進行するため、患者本人や家族が認知症の発症に気付きにくく早期発見が難しい^[3]。一方で、アルツハイマー型認知症は服薬することで症状の進行を遅らせることができるため、早期発見し対処することで軽度な症状で生活できる。そのため、厚生労働省では高齢者の認知症の早期発見の必要性を報告^[4]している。

平成23年度の実証実験では、約40日間高齢者がAndroid端末を継続して利用できることと、その利用記録から生活リズムを再現できることを明らかにしている^[5]。平成25年度は、高齢者向けコミュニケーション支援システム I-ReCSS を開発し、実際に高齢者を対象とした実証実験を行う。この実験に先立ち、本学の学生27名に約一カ月のテスト実験を行った。

本研究ではこの利用記録をもとに、解析手法の検討を行う。特に、特定の時刻に報告されると考えられる起床や就寝のようなデータの異常検知を目指しており、起床時刻に着目した異常検知の解析手法の提案とその結果について明らかにする。

2. 解析に利用するデータ

2.1 I-ReCSS に蓄積される利用記録

高齢者にはタブレット端末を、認知症を発症する前から長期的に利用してもらう。タブレット端末には、起床報告や就寝報告、外出報告などをする機能を備えたアプリケーションが実装されている。高齢者がこれらの機能を利用すると、該当する行動や時刻などがシステムに蓄積される。

起床報告を行う機能では、起床時の体調をタブレット端末上に表示された「良い」「普通」「悪い」のいずれかのボタンを高齢者が操作することで、起床時刻と起床時の体調を I-ReCSS のサーバに記録する。就寝報告を行う機能では、高齢者に就寝直前に就寝ボタンを押してもらう。その際に、「本日は外出しましたか」などの質問が表示され、質問に関して回答すると就寝時刻と、質問の回答内容を記録する。外出報告機能では外出先を高齢者が報告することで外出時刻と外出先が記録され、帰宅した直後に外出の満足度を報告す

ることで帰宅時刻と外出の満足度を記録する。他にも、メッセージの送受信機能や体温や血圧、血糖値などを記録できるバイタル情報を報告する機能がある。これらも同様に、利用時刻や報告内容がサーバに記録される。

2.2 実験の被験者と期間

平成23年度の実証実験では、平成23年度2月から約40日間、宮城県仙台市近郊在住の69歳～90歳の高齢者10名（男性2名、女性8名）の起床時刻や就寝時刻といった生活リズムに関するデータを収集した。平成25年12月から約40日間のテスト実験では、本学の学生27名に I-ReCSS 利用してもらいデータ収集を行った。

今後、宮城県内在住の高齢者を対象に長期的にシステムを利用してもらい、データ収集を行う予定である。本稿では、平成23年度で得られたデータと平成25年度で収集できたデータを用いて解析手法を検討する。

3. 起床時刻に着目した外れ値検知

3.1 先行研究の解析手法と解析結果

先行研究では、高齢者の起床時刻のデータから正規分布を作成し、95%の信頼区間を求め信頼区間外の報告の回数が正常か異常を確率的に判断をする手法や、信頼区間の変動をみる手法が提案されていた。そこで本研究では、実際に高齢者の起床時刻のデータを用いて解析を行い、さらに起床時刻のデータが正規分布に従っているか有意水準0.05でShapiro-Wilkの正規性の検定を行う。

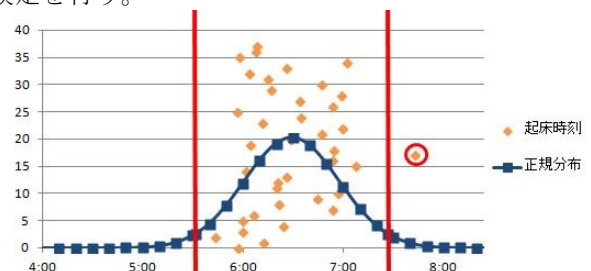


図1. 起床時刻が正規分布に従っている高齢者 ID9 の起床時刻の外れ値

図1は、高齢者 ID9 の起床時刻を散布図で表したグラフと、正規分布のグラフを重ね信頼区間外の報告を外れ値として検出している。しかし、高齢者すべての起床時刻のデータが正規分布には従っておらず、正規性の検定を行った結果、起床時刻が正規分布に従っている高齢者のデータは10名中4名だった。同様に、学生の起床時刻を検定した結果、起床時刻のデータが正規分布に従っていたのは27名中10名の約4割であ

ることを確認した。そこで、より幅の広い高齢者のデータに対応するために、正規分布を前提としない解析手法を新たに提案する。

3.2 本研究で提案する外れ値検知の手法の検討

認知症を発症すると生活リズムの乱れが起床時刻や就寝時刻に現れ、外れ値の検出頻度が増加すると考えられる。そこで本稿で提案する解析手法では、起床報告時刻を使用し外れ値を検出する。

外れ値を検出するためには閾値を設けなければならないが、高齢者に限らず起床時刻や就寝時刻などの生活リズムは個人によって異なるため、個人ごとに閾値を求める必要がある。そこで本解析手法では、 n 日間の高齢者個人の起床時刻データを用いる。この n 日間のデータの中から起床報告時刻が一番早い時刻と遅い時刻を抽出し、抽出した時刻から起床時刻の時間差を算出する。算出された時間差をデータ数で分割し、分割された時間幅の中で起床報告がされていない時間幅を検出する。検出された時間幅が、最も連続した時間帯を閾値とする。しかし、その時間幅が短すぎる場合は外れ値なしとするといったことも今後検討する必要がある。

遅い時刻の外れ値を検出する際に、閾値より遅い時間帯にデータが集まっていた場合は遅い時刻の中からさらに閾値を求め、その閾値より遅い時刻の報告を外れ値とする。また、早い時刻の外れ値を検出するためには時間幅が一番早い時間帯かつ、一度も報告されていない時間幅が最も連続した時間帯を閾値とする。閾値より早い時刻にデータが集まっていた場合は、早い時刻の中でさらに閾値を求め外れ値検知を行う。

この手法を用いて、高齢者の起床時刻のデータと学生のデータ解析を行った。解析を行うためのプログラムは Ruby で作成する。

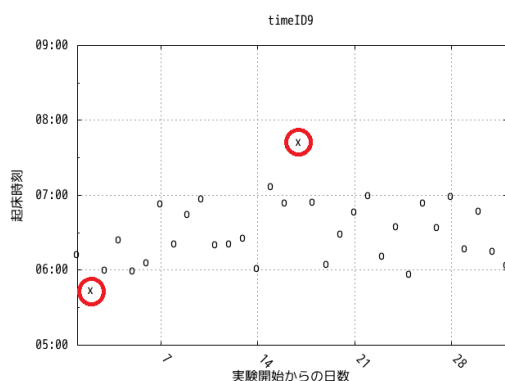


図 2. 高齢者 ID9 の外れ値

高齢者 ID9 の起床時刻の解析結果は、図 2 のように外れ値が検出できた。他の高齢者の解析結果と先行研究を比較すると、先行研究では 1 つも外れ値が検出されない場合でも、提案した手法では 1 つ検出され、10 名中 6 名のデータが先行研究より 1~5 個多く外れ値が検出された。逆に、1 名のデータが先行研究より外れ値が 1 つ少なく検出された。10 名中 3 名のデータは、先行研究と同じ外れ値が検出された。学生のデータで外れ値検知が可能か解析を行った結果、27 名全員から

外れ値が検出された。本研究では、起床時刻のデータと外れ値を照らし合わせ、外れ値が妥当かどうか確認した結果、提案した手法での外れ値検知は可能であると考えられる。また、季節や曜日によって生活リズムは変動すると考えられるため、スペクトル分析を用いて生活リズムの周期性を明らかにし、周期性が検知された場合は季節や曜日による変動も考慮し解析する。

3.3 外れ値を求めた後の変化を捉えるための判別手法の一検討

外れ値を検出しただけでは、高齢者の生活リズムに変化が表れたとはいえない。そのため、実験開始直後を正常データとし、正常データと直近のデータの外れ値の発生頻度の比較を行い変化が表れたといえるのか判断しなければならない。そこで本研究では、フィッシャーの正確確率検定を用いて正常データと直近のデータを比較し、外れ値の発生頻度に差があるか検定する。前提として帰無仮説 H_0 : 「外れ値の発生比率に差が無い」と対立仮説 H_1 : 「外れ値の発生比率に差がある」と仮説を立て、有意水準 α で両側検定を行う。

表 1. 高齢者 ID9 の 2×2 分割表

		検出されたデータ		
		外れ値	正常値	合計
期間	前半 19 日間	2	17	19
	後半 19 日間	0	19	19
合計		2	36	38

高齢者 ID9 の起床時刻のデータ (表 1) において、前半 19 日間と後半 19 日間で検出された外れ値の個数が異なることが確認できる。しかし統計的にこの違いに差があるといえるかは、検定を行った結果の帰無仮説の採否で判断できる。なお、高齢者 ID9 のデータを有意水準 0.05 で検定を行った結果、前半と後半の外れ値の発生頻度に差が無いといえることがわかった。

4. まとめ

本研究では認知症早期発見を目指して、生活リズムの変化を検知するための外れ値検知手法を提案し、この手法の確認を行った。確認の結果、提案した手法での外れ値検知が可能であると考えられる。さらに、検出された外れ値の発生頻度の違いから生活リズムに変化が表れたといえるかどうかを判断するための解析手法の検討を進め、統計的に変化を判断できる可能性を明らかにした。

参考文献と引用文献

- 「平成 24 年度 高齢者の状況及び高齢社会対策の実施状況」厚生労働省, 2013 年
- 「認知症テキストブック」日本認知症学会, 中外医学社, 2008 年, 10 月 10 日
- 「今後の認知症施策の方向性について」厚生労働省認知症施策検討プロジェクトチーム, 2012 年 6 月 18 日
- 「認知症を理解する」, 厚生労働省
<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/dementia/a03.html>
- 「タブレット端末による高齢者の生活様式のモニタリングの評価と認知症の早期発見を目指した解析手法の提案」櫻井優, 坂本泰伸, 松澤茂, 武田敦志, 松本章代, 柏葉俊輔, 情報処理学会デジタラブラクティス, Vol.4, No3, pp284-291, 2013 年 7 月