

# 認知症の早期発見を目的とした ライフログからの異常検出手法についての一検討

松本章代<sup>†</sup> 坂本泰伸<sup>†</sup> 松澤茂<sup>†</sup> 武田敦志<sup>†</sup> 櫻井優<sup>‡</sup> 柏葉俊輔<sup>‡</sup> 柴田美夏<sup>†</sup>  
東北学院大学教養学部<sup>†</sup> 東北学院大学大学院人間情報学研究科<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

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。アルツハイマー型認知症の症状としては、睡眠障害や記憶障害、生活習慣の変化などが挙げられ、これらの症状は徐々に進行するため、本人や家族が認知症発症に気付きにくく早期発見が難しい[1]。一方、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、早期発見することで軽度な症状で長く生活できる。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[2]している。

我々は、認知症の早期発見を目的として、高齢者の起床・就寝時刻や外出時刻などを記録するタブレット端末用アプリおよびデータ蓄積サーバを開発した[3]。

本稿では、このシステムによって長期的に収集されたログから、認知症の初期症状を検知するための解析手法を提案する。

## 2 認知症早期発見のための異常検出とは

### 2.1 提案手法の概要

我々の目標は、情報システムによる日常生活の記録(=ライフログの一種)から認知症の初期症状を発見することである。我々の先行研究によって、高齢者の情報システムの利用記録から生活リズムを再現できることは既に確認している[3]。認知症を発症すると、生活習慣に変化がみられることから、システムの利用記録にも変化が現れる可能性が大きい。そのため、高齢者には長期的にシステムを利用してもらい、得られた大量の利用記録から高齢者の生活リズムの変化や異常を検知することが必要となる。そこで、異常検知技術に着目した。しかしながら、「異常検知」と一口に言っても解析対象・目的によってとるべき手法はまったく異なる。では、認知症が進行していくとどのような変化が起こりうるのか。入力を忘れる回数、外れ値の回数、質問に対し「わからない/忘れた」という回答などが徐々に増加するのではと推測できる。我々の場合、以下の前提を十分考慮する必要がある。

- 「正常な状態」におけるデータの傾向が個人差が大きい。

### An investigation of the method for dementia early detection using Life-Log

<sup>†</sup>Akiyo Matsumoto, Yasunobu Sakamoto, Shigeru Matsuzawa, Atsushi Takeda, Mika Shibata

<sup>‡</sup>Yu Sakurai, Syunsuke Kashiwaba

<sup>†</sup>Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University

<sup>‡</sup>Division of Human Informatics, Tohoku Gakuin University Graduate Schools

- わずかな変化の積み重ねを検出できなければならぬ。

そこで本提案手法では、実験開始直後の一定期間を「正常値」とみなし、直近の一定期間との入力傾向の差をみる。具体的には、データのばらつきについて母分散の検定、入力忘れの頻度や外れ値の頻度について母比率の差の検定を行い、有意差の有無を測る。

### 2.2 解析対象データ

#### 2.2.1 タブレット端末用アプリによって収集されるログ

高齢者にタブレット端末の操作を行ってもらうのは、起床時・外出時・帰宅時・就寝時である。アプリケーション上で行われるすべての操作および自動で起こったイベントに関して、その時刻・画面・ボタンなどのログがサーバに蓄積される。

起床報告画面には、起床時の体調について「良い」「普通」「悪い」というボタンが表示されている。同様に、就寝報告画面には「本日は外出しましたか」などのあらかじめ設定された質問、外出画面には外出先の選択肢、帰宅報告画面には外出の満足度についての質問が表示される。それぞれの画面において操作が行われるとどのボタンがいつ押されたか、といった情報が記録される。このログから起床時刻・睡眠時間・外出時刻・帰宅時刻などの情報を取得できる仕組みである。

他にも、アプリケーションにはメッセージの送受信機能、血圧や体温などの記録と過去の記録の閲覧ができるバイタル報告機能があり、これらの利用状況も同様に記録される。

#### 2.2.2 データ収集実験の被験者および期間

2012年2月から約40日間、高齢者に我々が開発したシステムを実際に利用してもらい、データ収集を行った。被験者は、宮城県内在住の69歳~90歳の高齢者10名(男性2名、女性8名)である。この実験をとおして得られたデータを(A)とする。さらに2013年12月から約40日間、20代の学生27名に同様のシステムを利用してもらい、データ収集を行った。このデータを(B)とする。(A)と(B)を元に解析手法を考案する。

なお、2014年1月末から仮設住宅に住む高齢者を対象として長期的なデータ収集が開始する予定である。本稿ではこれについては扱わないが、今後、このデータを用いて提案手法を検証していく。

### 2.3 起床時刻における外れ値検出手法

生活リズムが乱れると、顕著に表れやすいのは起床時刻や就寝時刻であり、外れ値の出現頻度が増加すると考えられる。そこで、本稿では起床時刻における外れ値検出手法を提案し、実際の起床時刻データにおい

て妥当な外れ値検出が行えるのかを検討する。

外れ値の求め方には、様々な手法が存在する。我々の先行研究 [3] では、各個人ごと、行動イベントごとに得られた時刻データを正規分布化し、信頼区間から外れたものを外れ値とみなした。しかしながら、そもそも人間の行動パターンは正規分布にしたがうのか、適切な信頼区間どのように設定するのが妥当なのか、といった点において検討の余地が残った。

そこで、今回我々はまず、被験者の起床時刻のデータが正規分布であるかどうか確認するため、Shapiro-Wilk 検定を実施した。その結果、有意水準を 5%とした場合、(A) の被験者 10 名中 6 名、(B) の被験者 27 名中 15 名のデータが正規分布に従っていないことがわかった。

次に、距離に基づくアプローチ (DB はずれ値など) や密度に基づくアプローチ (LOF, One-Class SVM など) を検討した。しかしこれらの既存の手法も結局、閾値やパラメータを設定する必要がある。そのためには、実際のデータがある程度まとまった量揃っていないと妥当な設定や検証が困難である。

そこで、本稿では既存の手法を用いず、次のアルゴリズムによる外れ値を検出手法を提案する。なお、時刻が早い方の外れ値に関しては、外出などの理由が考えられるため、遅い方の外れ値のみを検出することにする。

- (1) レンジを度数で分割しヒストグラムを作成する
- (2) 何もデータがない区間が最も連続したところを分割区間とする
- (3) (2) で求めた分割区間は  $n$  分間以上か
  - (a)  $n$  分間未満 → 外れ値なしと判断
  - (b)  $n$  分間以上 → (4) へ
- (4) 分割区間より早い方と遅い方のどちらがデータが多いか
  - (a) 早い方が多い → 遅い方のデータを外れ値とみなす
  - (b) 遅い方が多い → 遅い方の集合のみを対象として (2) へ

現在、 $n$  は暫定的に 15 に設定している。外れ値を求めた際の分割区間において、遅い方の境界を閾値として個人ごとに設定する。直近の一定期間のデータにおいて閾値を超える頻度を計測し、実験開始直後の頻度と比較し検定の結果、有意差があればこれを検知する。

本手法によって検出された外れ値と、正規分布の 95% 信頼区間から求めた外れ値との比較を行ったところ、(A) において 10 名中 5 名は完全に一致し、時刻が遅い方の外れ値に限ると 6 名が一致した。差が出たのは、例えば図 1 のようなケースである。この場合、提案手法で 4 つ検出されている遅い時刻の外れ値は、正規分布を用いると 1 つも検出されない。当面は提案手法をベースラインとして、これより優れた手法を検討していく。

一方、睡眠障害を発症すると睡眠が浅くなり早い時刻に起きてしまう可能性があるとのことで、早い時刻の起床時刻の外れ値検出の必要性について指摘を受けている。これについても今後、検討を行っていく。

#### 2.4 曜日による生活リズムを加味する工夫

デイケア・デイサービスなどの予定が毎週特定の曜日に設定されている場合などには、起床時刻が普段とは異なる時間帯になることが予想される。あるいは、冬の間は起床時刻が遅くなるといった季節による時刻の変動も考えられる。

そこで、起床時刻を時系列データとして扱い、スペク

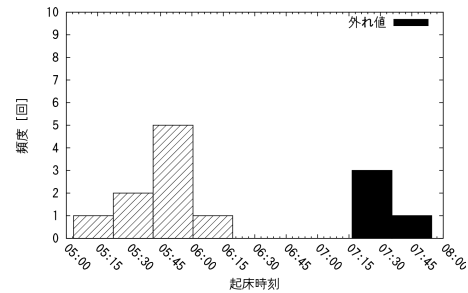


図 1: 起床時刻の外れ値の例

トル分析 (FFT) によってその周期性を解析する。今回はデータの収集期間が 40 日間程度しかないため、7 日間の周期性の有無を確認する。

まず、入力忘れによって起床時刻が存在しない日については、該当曜日の平均値 (該当曜日がすべて欠損している場合は全体の平均値) を補う。スペクトル分析の結果、7 日間の周期性がありと検出された場合 (図 2) は、曜日ごとに平均値を求め、全体の平均値に合わせて時刻をずらし補正する。

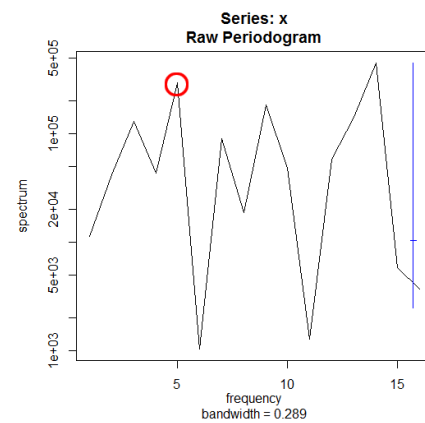


図 2: 7 日ごとの周期性が認められる例 (全 32 日間)

### 3 まとめ

本稿では、認知症の早期発見を目指し、高齢者の起床時刻に着目した異常検出手法を提案した。今後は、現在収集中の高齢者のデータを用いて、長期的な視野で異常検出の戦略を立てていく。

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 (基盤 B, 課題番号 25280115) の助成を受けている。

#### 参考文献

- [1] 厚生労働省認知症施策検討プロジェクトチーム: 今後の認知症施策の方向性について, <http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/dementia/dl/houkousei-02.pdf> (2012)
- [2] 厚生労働省: 認知症への取組み, <http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/dementia/>
- [3] 櫻井優, 坂本泰伸, 松澤茂, 武田敦志, 松本章代, 柏葉俊輔: 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, デジタルプラクティス, Vol.4, No.3 (2013.07)