

日常生活動作の抑制に着目した独居高齢者の体調不良の推定

村上 肇

新潟工科大学情報電子工学科 〒945-1195 新潟県柏崎市藤橋 1719

E-mail: murakami@iee.niit.ac.jp

あらまし 本研究では、日常生活動作(ADL)を反映する在宅データを元に、独居高齢者がいつ体調不良になったかの推定を支援するアルゴリズムを考案した。被験者は体調不良時には日常生活動作が抑制されると仮定し、被験者の活動を反映しているセンサ信号の頻度の低下を評価した。そして(1)テレビ視聴のような生命維持に関連しない動作の低下、(2)総合的な動作の低下、(3)食事時間帯における動作の低下、について、評価得点を計算した。これにより、被験者の入院した日を含む、体調不良と思われる日付を推定した。

キーワード 独居高齢者、日常生活動作(ADL)、体調不良、動作の抑制

Estimation of illness condition of the single elderly people with respect to restraint of activities of daily living

Hajime MURAKAMI

Department of Information and Electronics Engineering, Niigata Institute of Technology

1719 Fujihashi, Kashiwazaki, 945-1195 Japan

E-mail: murakami@iee.niit.ac.jp

Abstract An algorithm to estimate illness condition of the single elderly people is proposed. It analyzes the epoch data reflecting activities of daily living (ADL) of the subject. In this paper, the author assumed that the subject would perform less activity (motion) in illness condition. The algorithm evaluated frequencies of signals of sensors. And it calculated (1) decrease of unimportant motions, e.g. watching TV, (2) decrease of total motions, and (3) decrease motions during mealtime. According to the score, it could find the day when the subject had been hospitalized, and also find a candidate day of illness condition.

Keyword Single Elderly People, Activities of Daily Living (ADL), Illness Condition, Restraint of Motions

1. はじめに

我が国は、過去に例を見ない高齢社会に突入している。それに伴って、健康な高齢者が独居生活を送る例も多くなっている。しかし周囲との人的交流の少ない独居高齢者は、予期できない致命的な疾患の発症時には、医療の対応が遅れがちになり、最悪の場合には孤独死を迎える。そのような事態を防ぐために、健康状態の無拘束監視システムの研究が行われている[1-5]。これらは主として、高齢者の生活空間内にセンサを配置し、そのデータを解析して体調変化を推定する。

日常の生活環境に配置したセンサからの信号は、通常の生体情報とは異なって健康状態を直接反映しない場合もあり、そこから有用な情報を抽出するのは容易ではない。本研究では、体調不良時に日常生活動作が不活発になるという仮定の下に、高齢者の在宅データから体調不良を推定するアルゴリズムを考案し、検討を始めている[6]。そしてMEとバイオサイバネティクス研究会(電子情報通信学会, 日本エム・イー学会,

IEEE EMBS Japan Chapter)が主催する高齢者データ処理プロジェクトによって提供された7ヵ月分のデータ[7]を用いて検討を加えたので、報告する。

2. 対象となる高齢者在宅データ

高齢者データ処理プロジェクトのデータベース[7]は、学術的利用の目的で公開されている。データの取得には、当該施設の倫理委員会の承認を得るとともに、被験者に対して文書ならびに口頭にて内容・目的を説明し、同意を得た上で行われた。

このデータベースでは、独居高齢者(78歳, 女性)の在宅データが公開されている。これは家屋内の水道, ドア, 家電製品などに設置したセンサの出力で、状態がOFFからONになった時刻が2001年1月1日から7月26日まで記録されている。家屋内でセンサを設置した位置を表1に示す。なお被験者は、計測の最終日である7月26日に体調不良を訴え、入院した。

3. データ解析

3.1. 原理

体調不良推定の方針として、日常生活動作の抑制に着目した[6]。すなわち体調不良時には、食事や排泄等の重要な動作は遂行されるものの、テレビの視聴のような生命維持との関連が薄い動作は抑制されるものと思われる。また生活動作全般に渡り不活発になるものと思われる。さらに遂行される食事とその準備であっても体調不良時には簡略化されるものと思われる。そこで、(1)生命維持の観点から重要でない動作に関連するセンサ信号の頻度の低下、(2)全体的な頻度の低下、(3)食事を行うと思われる時間帯における活動度(頻度の最大値)の低下、によって体調不良日を推定する。

3.2. 仮説の検討

実際の解析に先立ち、前節の仮定が正しいことを、体調不良を訴えた7月26日に当てはめて確認する。

前処理として、公開データを、センサの種類と時間帯で分類した頻度データに変形する。公開データは各センサの反応時刻を表しており、これからセンサの種類ごとに1日分を集計した頻度 $F_n^{[d]}$ と、全てのセンサ

を合算して1時間ごとに集計した頻度 $G_m^{[d]}$ を求めた。ここで d は日付(1月1日~7月26日)を、 n はセンサ番号(1~23)を、 m は時間帯(0~23)を表す。

まず(1)(2)について考える。前述の $F_n^{[d]}$ 、及び全てのセンサを合算した上での1日ごとの平均頻度 $\bar{F}^{[d]}$ を求めた。それぞれについて、7ヵ月間の平均値・標準偏差と、7月26日のデータとを図1に示す。

次に(3)について考える。前述の $G_m^{[d]}$ について7ヵ月間の平均値・標準偏差と、7月26日のデータとを図2に示す。そして、食事及び準備・片付けに関する時

間帯として6~9時台、11~14時台、16~19時台を選び(図2の時間軸に枠を施している)、それぞれの時間帯での $G_m^{[d]}$ の最大値を $G_{Morning}^{[d]}$ 、 $G_{Afternoon}^{[d]}$ 、

$G_{Evening}^{[d]}$ とした。これについて7ヵ月間の平均値・標準偏差と、7月26日のデータとを図3に示す。

これらの図から、7月26日のデータが、平均よりも概ね低い傾向を示しており、体調不良日には日常的な生活動作が抑制されていることが伺える。よって、前述の仮定が概ね成立すると考え、それに基づいて次節で解析を進める。

3.3. 解析方法

より詳細な解析のため、以下のように日付 d に得点を付け、その値によって体調不良日を推定する。

- (1) 重要度の低い日常生活動作に関連するセンサとして、ガス台、洗濯機、脱衣所引き戸、TV電源、仏壇、テーブルについて、それぞれの日の値 $F_n^{[d]}$ が、

表1 家屋内のセンサの配置 (n : センサ番号)

n	配置場所
1	冷蔵庫(上)
2	冷蔵庫(中)
3	冷蔵庫(下2)
4	水道蛇口
5*	ガス台
6	勝手口1ドア
7	電子レンジ
8*	洗濯機
9	洗面所
10	トイレ引き戸
11*	脱衣所引き戸
12	浴室引き戸
13	サンルーム引き戸1
14	サンルーム引き戸2
15	勝手口2ドア
16	寝室出入口1
17	寝室出入口2
18	玄関あがりかまち
19	玄関扉
20	居間出入り口
21*	TV電源
22*	仏壇
23*	テーブル

*を付したのは、3.3.で解析に用いるセンサ。

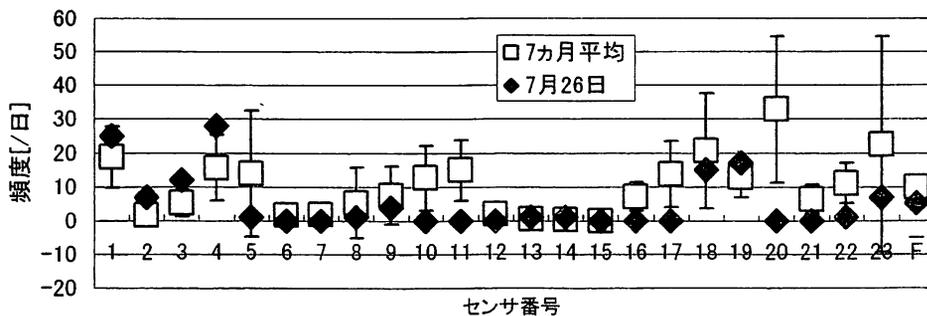


図1 各センサの頻度

7 ヶ月の平均 $F_n^{[mean]}$ を下回ること得点を加算

する。これを生活動作得点 $S_1^{[d]}$ と呼ぶ。

$$S_1^{[d]} = \sum_{n=5,8,11,21,22,23} h(F_n^{[d]}) \quad (1)$$

$$h(X^{[d]}) = \begin{cases} 1; & X^{[d]} < X^{[mean]} \\ 0; & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$

(2) 動作全体の抑制傾向に関して、以下の指標を採用した。(a)それぞれの日についての総合的な平均頻度 $\bar{F}^{[d]}$, (b)反応がないセンサ(すなわち $F_n^{[d]} = 0$) を除外した平均頻度 $\bar{F}_{nz}^{[d]}$, (c)反応が最多なセンサの頻度 $F_{max}^{[d]}$, (d)反応がない時間帯(すなわち $G_m^{[d]} = 0$) を除外した平均頻度 $\bar{G}_{nz}^{[d]}$, (e)反応が最多な時間帯の頻度 $G_{max}^{[d]}$ 。これらについて、それぞれの7ヶ月の平均 $\bar{F}^{[mean]}$ 等を下回ること得点を得る。これを総合動作得点 $S_2^{[d]}$ と呼ぶ。

$$S_2^{[d]} = h(\bar{F}^{[d]}) + h(\bar{F}_{nz}^{[d]}) + h(F_{max}^{[d]}) + h(\bar{G}_{nz}^{[d]}) + h(G_{max}^{[d]}) \quad (3)$$

(3) 食事時間帯における抑制について、 $G_{Morning}^{[d]}$,

$G_{Afternoon}^{[d]}$, $G_{Evening}^{[d]}$ が、それぞれの7ヶ月の

平均値を下回ること得点を加算する。これを食事時間帯得点 $S_3^{[d]}$ と呼ぶ。

$$S_3^{[d]} = \sum_{Period=Morning, Afternoon, Evening} h(G_{Period}^{[d]}) \quad (4)$$

(4) $S_1^{[d]}$, $S_2^{[d]}$, $S_3^{[d]}$ の値によって体調不良日の候補を推定する。しかし外泊中のように在宅時間が短い場合には、センサの反応は少なくなり、体調不良と誤判定されてしまう。そこで、在宅時間が短いと思われる日(長時間外出日)を以下の手法で判定する。データを大まかに見ると、玄関扉に数回の反応があるもののそれ以外のセンサにほとんど反応のない日が散見される。これは外泊等により長時間不在にしていると思われる。よって、

日付 d において、玄関扉の反応 $F_{19}^{[d]}$ が、1日のセンサ反応回数の合計である $\sum_{n=1}^{23} F_n^{[d]}$ の半分以上を占める場合は、その日が長時間外出日であると見なし、体調不良日推定から除外する。

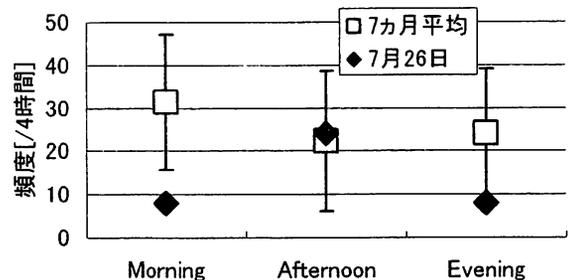


図3 食事時間帯の活動度

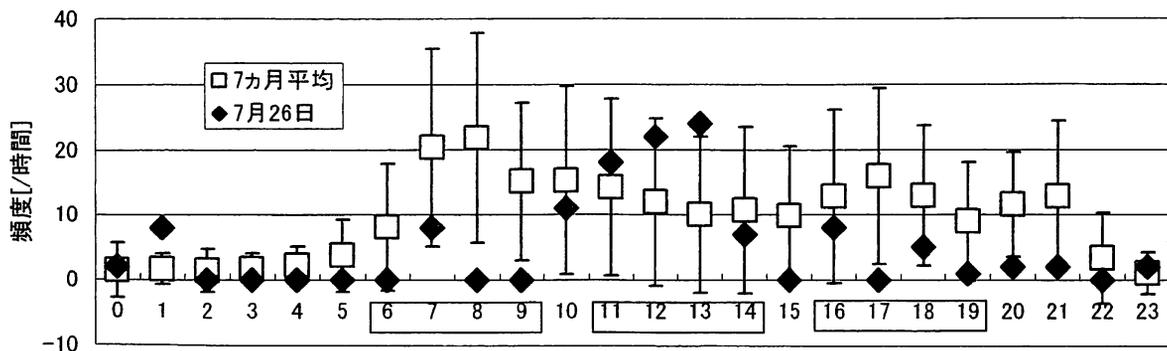


図2 各時間帯の頻度

3.4. 結果

生活動作得点 $S_1^{[d]}$ で最高の 6 点を獲得した日は 207 日中 36 日であった。その中で、総合動作得点 $S_2^{[d]}$ で最高の 5 点を獲得したのは 21 日であった。これらについて、食事時間帯得点 $S_3^{[d]}$ の値を図 4 に示す。なお、長時間不在日として推定された日付については、図中のプロットに枠を施している。

図 4 では、最も値の高い日付は長時間不在日と重なっている。7 月 8 日は長時間不在日ではないが、翌日から外出が継続しており、また元データを確認したところ、室内の反応が午前 8 時頃から消失している。そこで実質的な長時間不在と考え、推定からは除外する。したがって、体調不良日としては、次に値が高い 5 月 26 日、7 月 26 日が推定される。

4. 考察

本研究の手法により、体調不良日は、5 月 26 日と 7 月 26 日と推定された。第 2 章で述べたように、7 月 26 日は被験者が体調不良を訴えて入院した日である。このことから本手法の推定が妥当であることが伺える。

前章で述べたように、7 月 8 日は本手法では「長時間外出日」ではないが、元データを検証の上、除外した。この点は、長時間外出に関する判定が完全ではないことを示しており、何らかの論理を組み合わせる改善する余地がある。

本研究の目的は「体調不良日」という 1 日単位の解析であり、それ以下の時間単位（例えば、午前、午後）での状態変化は考慮していない。また判定には 1 時間ごとの頻度 $G_m^{[d]}$ を用いているが、生活動作が正時を越えると、センサの頻度が前後に分割されて解析されるために、値としては小さくなる。これらを考え合わせると、解析の時間分解能を向上することが望ましい。

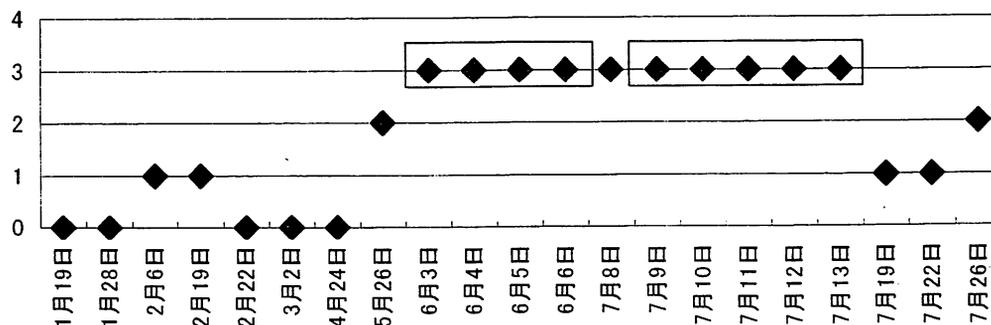


図4 食事時間帯得点

5. 結論

本研究では、独居高齢者の体調不良日の推定を目的として、日常生活動作の抑制に着目した在宅データ解析アルゴリズムを考案し、その妥当性を明らかにした。今後は、時間分解能向上のための時間窓設定法について検討する予定である。

なお、本研究を進める上でご助言・ご討論頂いた、新潟工科大学大学院工学研究科・古屋雅宏氏、同工学部情報電子工学科・宮本渉氏、佐藤栄一助教授に深く感謝する。またデータ整理にご協力頂いた同工学部情報電子工学科・早ひとみ氏に感謝する。

文 献

- [1] 田崎貴子, 西山美代, 根本鉄, 山越憲一, 陳文西, 小林登史夫, “睡眠時における後頭部カフ圧変動による心拍数・呼吸数計測システムの開発,” 第 41 回日本エム・イー学会大会抄録・論文集, no.361-01, p.148, May 2002.
- [2] 青木広宙, 竹村安弘, 味村一弘, 植田礼子, 樋口智, 青木廣市, 中島真人, “非接触・無拘束条件下における呼吸計測用ベッドサイドモニターの開発,” 第 41 回日本エム・イー学会大会抄録・論文集, no.361-02, p.148, May 2002.
- [3] 岡田志麻, 水貝浩二郎, 藤原義久, 牧川方昭, “長期臥床者のための無拘束心拍動モニタ装置の開発,” 第 41 回日本エム・イー学会大会抄録・論文集, no.361-03, p.149, May 2002.
- [4] 大竹佐久子, 小川充洋, 鈴木亮二, 井筒岳, 岩谷力, “ウェルフェアテクノハウス水沢における独居高齢者のモニタリングシステム,” 第 41 回日本エム・イー学会大会抄録・論文集, no.P21-08, p.194, May 2002.
- [5] 鈴木亮二, 大竹佐久子, 井筒岳, 岩谷力, “独居高齢者宅における生活時間調査による行動解析,” 第 41 回日本エム・イー学会大会抄録・論文集, no.P21-09, p.194, May 2002.
- [6] 村上肇, “日常生活動作の抑制に着目した高齢者の体調の推定,” 新潟工科大学研究紀要, vol.7, pp.15-20, Dec.2002.
- [7] 高齢者在宅データ解析アルゴリズム開発コンテスト,
<http://www.ieice.org/~mbe/jpn/contest/index.html>