

日常生活動作の抑制に着目した 高齢者の体調の推定

村上 肇*

(平成14年10月31日受理)

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

Hajime MURAKAMI*

An algorithm to estimate health condition of the elderly people is created in this paper. The data sets are daily epoch reflecting activities of daily living (ADL). From the successive epoch data, the algorithm helps the decision of a date when the subject had abnormal health condition. In this paper, the author assumed that the subject would perform less activity (motion) in such condition. Hence the algorithm evaluates frequencies of activities, i.e. how many times the subject did a motion, and calculates (1) the lowness of an unimportant motion, e.g. watching TV, (2) the lowness of total motions, and (3) the lowness during meal time. According to the score, it can find the date when the subject was hospitalized, and also find a candidate of abnormal health condition. This method will be useful for homecare in the elderly.

Key words: health condition, elderly people, Activity of Daily Living (ADL), homecare

1. はじめに

現在、我が国は過去に例を見ない高齢社会に突入している。それに伴い、健康な高齢者が独居生活を送る例も多くなっている。しかし周囲との交流の少ない独居高齢者は、予期できない致命的疾患の発症時には医療対応が遅れがちになり、最悪の場合には孤独死となる。そのような事態を防ぐために、緊急通報装置や無拘束での健康状態の看視システムについての研究が進められている¹⁻⁵⁾。後者については通常、多種・長時間のデータを計測・蓄積して、その中から体調不良状態を推定するアルゴリズムが必要となる。しかし日常生活動作に由来するデータは健康状態を直接反映するものではないため、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、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、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データ⁶⁾を用いて、その妥当性を確認したので報告する。

* 情報電子工学科 教授

2. 公開されたデータベース

高齢者データ処理プロジェクトのデータベースは、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その内容・目的について説明し、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。これは家庭内の家電製品，水道，ドアなどに設置したセンサの出力で，状態がOFF→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。センサの設置場所をTable1に，公開データの例（一部）をFig.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。

Table 1 Location of sensors in the house

No.	Location	Location (in Japanese)
1	Refrigerator(Top)	冷蔵庫（上）
2	Refrigerator(Middle)	冷蔵庫（中）
3	Refrigerator(Bottom)	冷蔵庫（下2）
4	Faucet	水道蛇口
5	Gas Range	ガス台
6	Kitchen Door 1	勝手口1ドア
7	Microwave Oven	電子レンジ
8	Washing Machine	洗濯機
9	Washroom	洗面所
10	Lavatory Door	トイレ引き戸
11	Dressing Room Door	脱衣所引き戸
12	Bathroom Door	浴室引き戸
13	Sunroom Door 1	サンルーム引き戸1
14	Sunroom Door 2	サンルーム引き戸2
15	Kitchen Door 2	勝手口2ドア
16	Bedroom Door 1	寝室出入口1
17	Bedroom Door 2	寝室出入口2
18	Doorcase of Entrance	玄関あがりかまち
19	Front Door	玄関扉
20	Living Room Door	居間出入り口
21	TV Power	TV電源
22	Family Buddhist Altar	仏壇
23	Table	テーブル

冷蔵庫(上)		冷蔵庫(中)	
1	2001/6/1 7:13	1	2001/6/1 16:07
1	2001/6/1 7:16		
1	2001/6/1 7:20		
1	2001/6/1 7:22		

Fig.1 Example of epoch data

3. データ解析

3.1. 原理

本研究では、6、7月のデータを用いて、体調不良状態を推定するアルゴリズムを開発する。推定の基本方針として本研究では、日常生活動作の抑制に着目した。すなわち体調不良時には、食事や排泄等の生命維持に密着する極めて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とと思われる。さらに活発な動作である食事とその準備であっても体調不良時には単純化されるものと思われる。これらの観点から、(1)生命維持との関連が薄い動作の頻度の低下、(2)動作全体の頻度の低下、(3)食事を行うと思われる時間帯における活動度最大値の低下、との仮定によって、体調不良を推定する。

推定に先立ち、在宅データを以下のように集計する。

第一に、Table1に示したそれぞれのセンサについて、1日ごとの頻度 $F_{Sensor}^{[d]}$ を求めた。ここで $[d]$ は日付を表す。そして6、7月の在宅データの平均 $F_{Sensor}^{[mean]}$ を計算した。それと体調不良を訴えた7月26日のデータ $F_{Sensor}^{[0726]}$ とを Fig.2 に示す。

第二に、全てのセンサを合計した1日ごとの総合頻度 $F_{Total}^{[d]}$ を求めた。そして6、7月の在宅データの平均 $F_{Total}^{[mean]}$ を計算した。それと7月26日のデータ $F_{Total}^{[0726]}$ とを Fig.3 に示す。

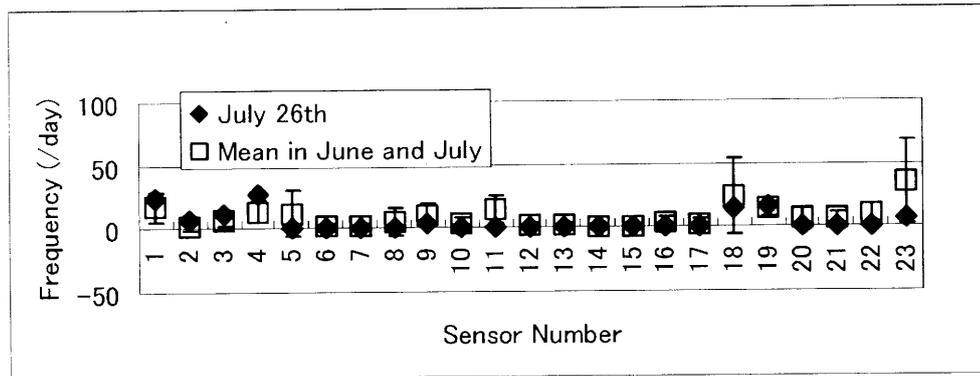


Fig.2 Frequency of sensors (F_{Sensor})

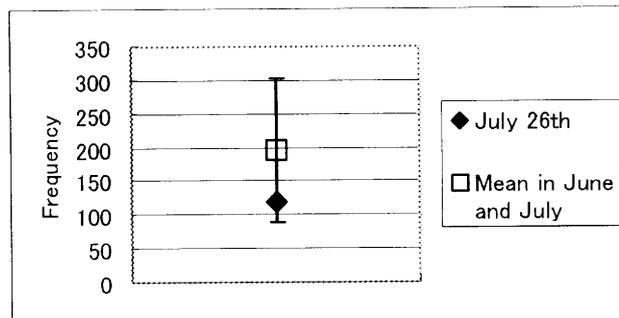


Fig.3 Frequency of total of sensors (F_{total})

第三に、全てのセンサの頻度を合算して、各日について1時間ごとの活動度 $F_{HR}^{[d]}$ として集計した. 6, 7月の在宅データの平均 $F_{HR}^{[mean]}$ と 7月26日のデータ $F_{HR}^{[0726]}$ とを Fig.4 に示す. そして特に食事時間帯として 6~9 時, 11~14 時, 16~19 時を選び, それぞれの時間内での $F_{HR}^{[d]}$ の最大値を $F_{Morning}^{[d]}$, $F_{Afternoon}^{[d]}$, $F_{Evening}^{[d]}$ として, 6, 7月の平均を求めた. それと 7月26日のデータとを Fig.5 に示す.

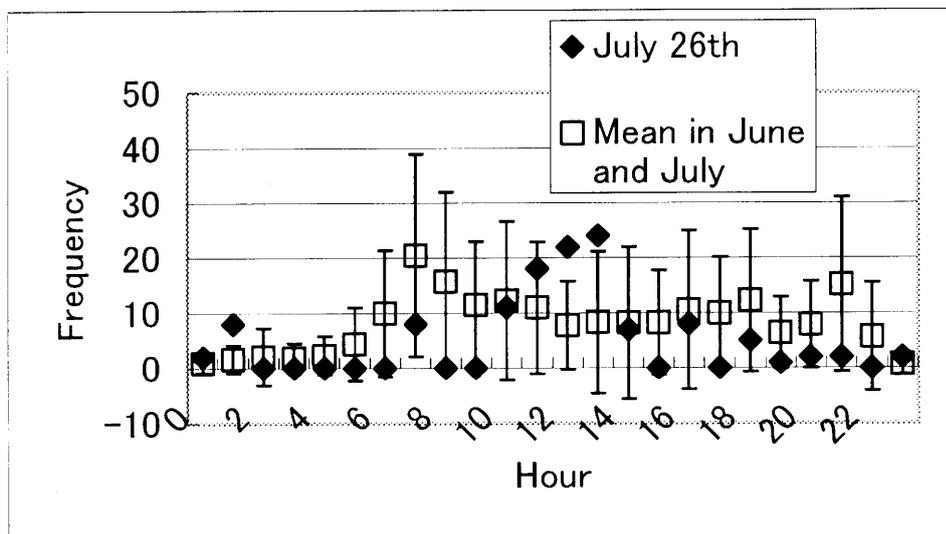


Fig.4 Frequency in each hour (F_{HR})

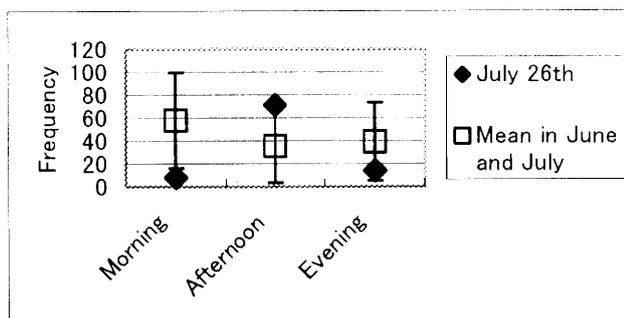


Fig.5 Maximum Frequency during mealtime (F_{Period})

3.2. 方法

前節のグラフから、前述の仮定が概ね成立することが分かる. そこでより詳細な傾向を得るため、以下のように各日に得点を付け、その値により、体調不良を推定する.

(1)重要度の低い日常生活動作として、ガス台 (No.5), 洗濯機 (No.8), 脱衣所引き戸 (No.11), TV 電源 (No.21), 仏壇 (No.22), テーブル (No.23) の抑制について $F_{Sensor}^{[d]}$ が平均値 $F_{Sensor}^{[mean]}$ を下回ることによって得点を加算する. これを $S_1^{[d]}$ とする. なお $S_1^{[d]}$ の最大値は 6 となる.

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

$$h(F_1, F_2) = \begin{cases} 1; & F_1 < F_2 \\ 0; & else \end{cases} \quad (2)$$

(2)動作全体の抑制傾向として、総合頻度 $F^{[d]}$ が平均値 $F^{[mean]}$ を下回ることによって得点を得る。これを $S_2^{[d]}$ とする。なお $S_2^{[d]}$ の最大値は1となる。

$$S_2^{[d]} = h(F^{[d]}, F^{[mean]}) \quad (3)$$

(3)前述の食事時間帯における活動の抑制について $F_{Morning}^{[d]}$, $F_{Afternoon}^{[d]}$, $F_{Evening}^{[d]}$ がそれぞれの平均値を下回ることによって得点を加算する。これを $S_3^{[d]}$ とする。なお $S_3^{[d]}$ の最大値は3となる。

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

以上を合算することで、体調不良推定得点 $S^{[d]}$ が定まる。なお $S^{[d]}$ の最大値は10となる。

$$S^{[d]} = \sum_{i=1}^3 S_i^{[d]} \quad (5)$$

3.3. 結果

6, 7月の $S^{[d]}$ の推移を Fig.6 に示す。これにより、 $S^{[d]}$ は6月3~6日, 7月8~13日で最大値である10をとり、また7月22, 26日に9をとっている。

4. 考察

体調不良推定得点 $S^{[d]}$ について最大値となった6月3~6日, 7月8~13日では日常生

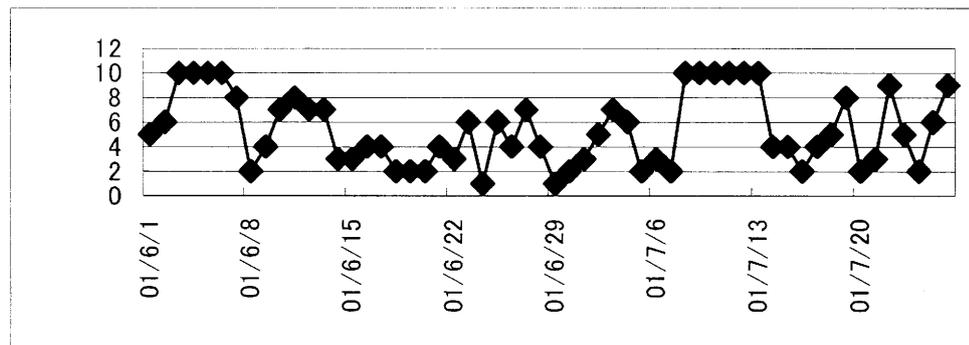


Fig.6 Score for estimating abnormal health condition

活動が極めて抑制されている。この期間について原データを確認したところ、室内でのセンサの反応がほとんどないことから、被験者は外泊し終日不在であった可能性が高い。よってこの期間を除外して考えれば、被験者が体調不良を訴えて入院した7月26日が体調不良推定得点として高い値を得たことになる。よって本手法による体調不良の推定は第一近似としては妥当であると思われる。また7月22日が同じく高い値を得たことから、同日についても体調不良である可能性が高い。これについては、他の情報と合わせて総合的に評価する必要がある。

前述の通り、外泊と思われる期間が2回あり、それらについては体調不良推定得点が高い値であっても除外して考えることとした。しかしながらその外泊が、体調不良のための入院（あるいは別居家族宅への移送）である可能性も否定できない。本研究では体調不良を1日単位で推定しているために、それ以下の時間単位での状態変化の検出が困難である。またデータとして1時間ごとの活動度 F_{HR} を用いており、生活動作が正時をまたぐ場合には、動作の頻度が前後に分割されてしまうために値としては小さくなると思われる。これらを考え合わせると、解析の時間分解能の制約を解消する手法が求められる。具体的には例えば時間窓を設けてスキャンすることが考えられる。

5. むすび

本研究では、独居高齢者の体調不良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、公開されているデータ全体に対して解析を行う予定である。

なおMEとバイオサイバネティクス研究会では、今回公開されたデータベースを用いて、高齢者在宅データ解析アルゴリズム開発コンテストを開催する。本研究も今後発展させて同コンテストに参加する予定であることを付言する。

文献

- 1) 戸川達男：家庭での健康モニタリングのための計測項目とセンサ；第17回生体・生理工学シンポジウム論文集，pp. 281-284 (2002.9)
- 2) 田村俊世：家庭内における生理情報と行動モニタリング法；第17回生体・生理工学シンポジウム論文集，pp. 285-288 (2002.9)
- 3) 井筒岳：独居高齢者のハウスモニタリングシステム；第17回生体・生理工学シンポジウム論文集，pp. 289-292 (2002.9)
- 4) 木竜徹：データマイニング入門，第17回生体・生理工学シンポジウム論文集；pp. 293-294 (2002.9)
- 5) 中島一樹，増田泰，南部雅幸，田村俊世：データベースの構造及び利用などに関する説明；第17回生体・生理工学シンポジウム論文集，pp. 295-298 (2002.9)
- 6) 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>