

個人の日常の健康と生活習慣に関わる時系列データ取得の意義

竹内 裕之 黛 勇気 児玉 直樹

高崎健康福祉大学健康福祉学部医療情報学科 〒370-0033 群馬県高崎市中大類町 37-1

E-mail: {htakeuchi, 0910404, kodama}@takasaki-u.ac.jp

あらまし 個人の日常の健康と生活習慣に関わる時系列データを基に、両者の相関ルールを抽出する「健康データマイニング」をコア技術とした、クラウドコンピューティング型個人健康管理システムを開発している。相関ルールの抽出の前処理として入力変数を決定するために、健康と生活習慣の時系列データ間の相関解析を行っているが、本稿では、長期にわたる時系列データそのものの解析を行った。日毎の粒度でデータを取得することにより、血圧や体脂肪率の季節変動および加齢によると考えられる変動などが抽出された。これらの結果を踏まえ、日毎の粒度で時系列データを取得することの意義を考察する。

キーワード 個人健康管理システム 健康データマイニング 時系列データ解析 クラウドコンピューティング

1. はじめに

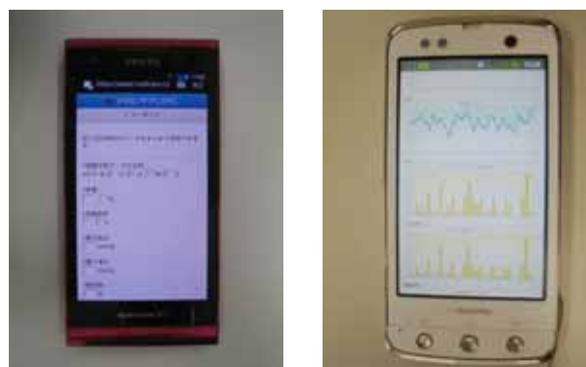
インターネットを活用した健康医療のコピキタス化が大きな分野として成長しようとしている。最近の学会の潮流としても、m(mobile)-health や p(personalized)-health といった概念が台頭している[1,2]。従来医療機関で発生していた健康医療に関するデータや情報が個人それぞれの家庭や職場でも発生し、携帯電話やスマートフォンといった携帯端末を通して健康や医療に関するサービスを受けることが可能になってきた。我々はいち早く、インターネット上で動く自動健康データマイニングシステムをコア技術とした個人健康管理システム(Personal Dynamic Healthcare System: PDHS)を開発してきた[3]。このシステムは、携帯電話(mobile phone)を情報端末として、個人の日常の生活習慣や健康に関するデータをインターネット上のサーバに蓄積し、サーバ上で生活習慣と健康状態の相関ルール抽出(健康データマイニング)を行って個人に通知する、正にクラウドコンピューティングをいち早く具現化したものである。現在、我々は、このシステムを p(personalized)-health を支えるシステムとして位置づけて、さらにブラッシュアップを図っている[4]。PDHS の開発から、8年余り経過しシステムは進化してきているが、この間1人のユーザに於いて継続的にデータ蓄積が行われており、その時系列変化に興味深い特徴が見出された。

本稿では、この1人のユーザのデータを追跡し、日常の健康や生活習慣について日毎の粒度で時系列データを蓄積することの意義を考察する。

2. 研究方法

最新のシステムでスマートフォンを用いてのデー

タ入力およびデータグラフ表示画面を図1に示す。図1(a)の入力画面から、登録した健康および生活習慣データ項目について日々のデータを一括して送信することができる。登録したデータは時系列データとして、図1(b)のようにグラフ表示で閲覧でき、平均、最大値、最小値など統計データを見ることもできる。さらに、サーバ(クラウド)でデータ解析(健康データマイニング)を行い、生活習慣と健康状態の間に相関ルールが抽出されれば、それを表示することができる。



(a) 入力画面 (b) データグラフ表示画面

図1 データ入力画面およびデータグラフ表示画面

本研究の対象ユーザは、東京在住の男性、データ取得開始時(2004年5月)57歳、通常の勤務を行っている。やや血圧に問題があり健康管理に関心をもって日々のデータを取得している。このユーザの血圧、脈拍数、体脂肪率、消費エネルギー、摂取エネルギーの8年余りの長期にわたる日毎の粒度の時系列データ解析を試みた。

体重、体脂肪率は、タニタの体組成計(Inner Scan:

BC-521) を用い、毎朝起床時に計測した。血圧、脈拍は日本精密測器の血圧計 (VITAL SCOPE) を用いてやはり起床時に計り、血圧については3回計測してその平均値をデータ登録した。生活習慣としての消費エネルギーは、歩行によるものはオムロンの歩数計 (Walking style) を携帯して計測し、その他の運動についてはMets値を基に推測した。摂取エネルギーについては毎食事の内容から、インターネット上の関連サイトを参照するなどして推測した。生活習慣に関わるデータは、別報[5]で報告した健康状態との時系列相関を評価する目的で取得されている。

データの登録・蓄積期間は、2004年の5月から2012年の8月までで、データは原則的にほぼ毎日システムに登録されていた。

3. 解析結果

3.1. 血圧と脈拍

図2は2011年1月から12月の1年間の最大(収縮期)および最小(拡張期)血圧を日毎に時系列的にプロットしたものである。

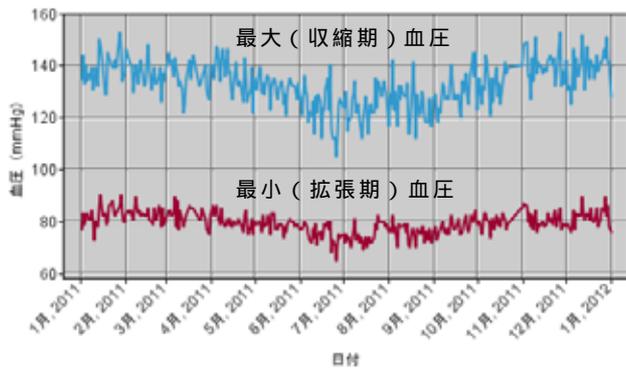


図2 日毎の血圧の時系列変化(2011年1月~12月)

最大血圧はほぼ110 mmHgから150 mmHgの範囲で変動しており、最小血圧はほぼ70 mmHgから90 mmHgの範囲で変動している。図2にみられる小刻みな変動には環境やストレスなどによる生理的なものや生活習慣に起因するものなどが含まれていると考えられる。この小刻みな変動に加え、6月から10月にかけてゆるやかな血圧の低下が観察されている。これが季節変動であることが、次の図3から明らかになる。

図3は2004年5月から2012年8月までの8年間余りの最大血圧と最小血圧の1ヶ月毎の平均値を時系列的にプロットしたものである。1ヶ月の平均値をプロットすることにより、最大血圧、最小血圧はともに明らかな周期的な季節変動を示しており、外気温の低い冬は高く、外気温の高い夏は低くなっていることがわかる。

血圧の季節変動については、疫学的な研究報告があり、外気温が家庭で計る血圧に影響を与えることが知られている[6]。本研究では、1人の対象者の家庭内安静時血圧を長期に追跡しているが、周期的な季節変動に加え、特に最大血圧の1ヶ月平均値の夏冬変動幅が年々大きくなる傾向が見られた。そして、最近の2011年では変動幅は最大血圧で約20 mmHg、最小血圧で約10 mmHgであった。

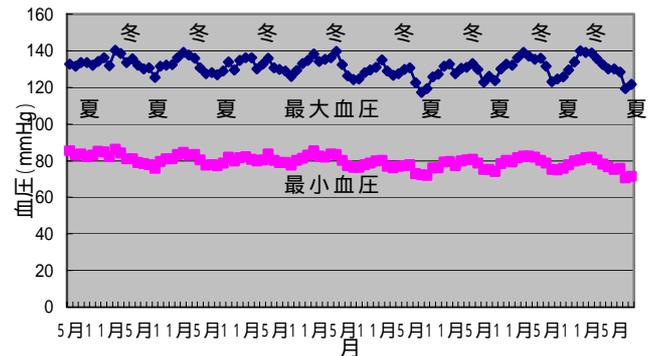


図3 血圧の1ヶ月毎平均値の時系列変化(2004年5月~2012年8月)

2011年1月から12月の1年間における脈拍数の日毎の変動を図4に示す。ほぼ50~70回/分の間的小刻みな変動に加え、やはり大きなうねりのような変動が観察されている。これが季節による変動と関係していることが、次の図5から示唆される。

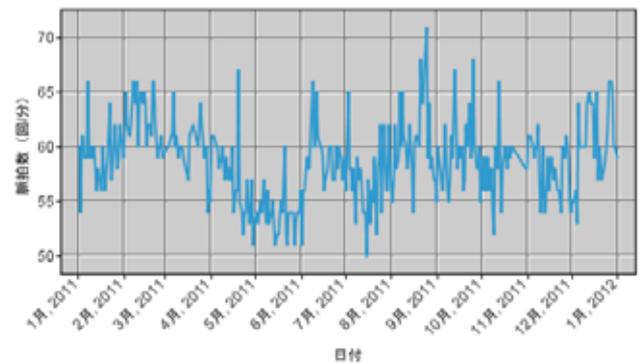


図4 日毎の脈拍数の時系列変化(2011年1月~12月)

図5は2004年5月から2012年8月まで8年間余りの脈拍数の1ヶ月毎平均値を時系列的にプロットしたものである。血圧ほど明瞭ではないが、周期的な季節変動がみられ、気温の低い冬は多く、気温の高い夏は少なくなる傾向が見られた。また2009年の8月あたりから、徐々に上昇する傾向が見られた。

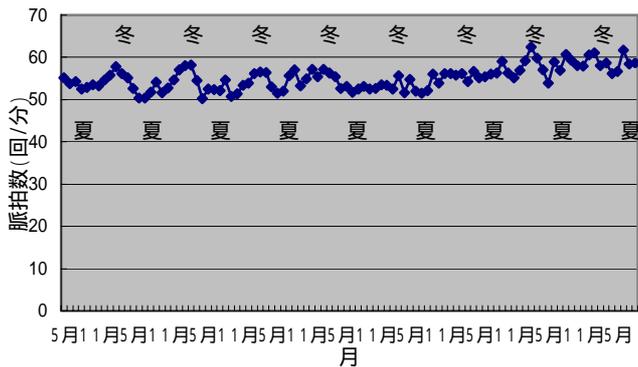


図 5 脈拍数の 1 ヶ月毎平均値の時系列変化 (2004 年 5 月 ~ 2012 年 8 月)

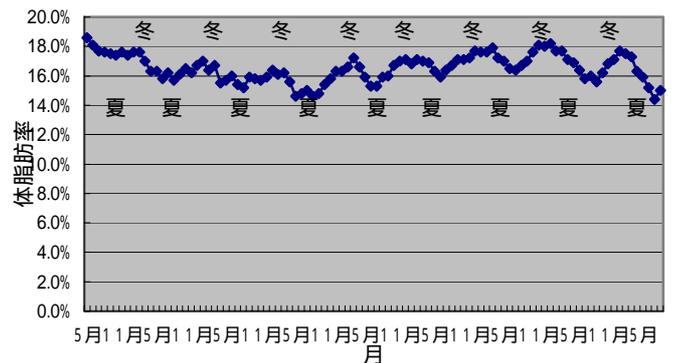


図 7 体脂肪率の 1 ヶ月毎平均値の時系列変化 (2004 年 5 月 ~ 2012 年 8 月)

3.2. 体脂肪率

図 6 は 2011 年 1 月から 12 月の 1 年間の体脂肪率を毎日、朝起床時に測定しているが、毎日の体脂肪率は約 14% から 19% の範囲で変動している。毎日の小刻み変動は生活習慣、特に前日の飲酒などが原因となることが報告されており[7]、5 月から 9 月にかけての全体的な低下傾向および 10 月からの上昇傾向が季節変動であることが次の図 7 から判る。

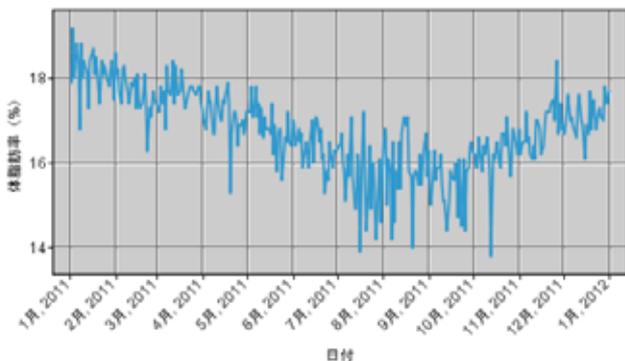


図 6 毎日の体脂肪率の時系列変化 (2011 年 1 月 ~ 12 月)

2004 年 5 月から 2012 年 8 月までの体脂肪率の 1 ヶ月毎平均値の時系列変化を図 7 に示す。図から明らかなように周期的季節変動を示しており、気温の低い冬は体脂肪率が高く、気温の高い夏は低くなるという結果が得られた。体脂肪率の季節変動に関しては疫学的研究[8]と、本研究のように特定の個人の長期データを追跡した先行研究があり[7]、同様な季節変動が報告されている。本研究の対象ユーザでは、さらに体脂肪率 1 ヶ月平均値の夏冬の変動幅が年々大きくなる傾向が見られた。これは 8 年間余りという長期にわたり、毎日の粒度でデータを取るにより明らかになったことである。

4. 結果の検討

4.1. 血圧および脈拍の時系列変化について

特定の 1 人の対象者について毎日の粒度で時系列的にデータを長期にわたり蓄積することにより、血圧や体脂肪率の季節変動が明瞭に抽出された。血圧については外気温度に関係して、季節変動があることは知られていたが、その変動幅に関する個人の定量的な評価ができたことに p-health としての意義があると考えられる。即ち、日本での疫学的研究では、冬夏の気温差が 25 度とすると最大血圧で 10 mmHg、最小血圧で 7 mmHg の変動幅が報告されている[6]が、このユーザの場合、変動幅は直近では最大血圧で約 20 mmHg、最小血圧で約 10 mmHg と大きい。従って、生理学的な血圧の季節変動による脳血管障害や心血管障害のリスクが平均より高いことに注意しなくてはならない。また、特に最大血圧の季節変動幅が年々増加する傾向がみられるが、これは加齢と関係しているのではないかと考えている。実際に、高血圧患者に於いて、最大血圧の季節変動幅が年齢と正の相関があることが報告されている[9]。

脈拍数も冬場は夏場に比べると平均約 10 回/分多く、やはり生理学的な季節変動と考えられるが、2009 年頃からの上昇傾向の原因についてはさらに検討を要する。一般的には、加齢により心機能の低下とともに脈拍数は下がるといわれている。

4.2. 体脂肪率の時系列変化について

体脂肪率の季節変動についても先行研究があり、概して夏は低く、冬には高くなる傾向が報告されている。岡らは、気温の低下とともに食料の確保が難しくなる自然環境の下では、多くの動物は秋期に生理反応として脂肪を貯めこみ、冬季に消費するが、現代に生きるヒトにおいては、冬季にも十分に食料があるため体脂肪率が高いまま春先まで維持される、という解釈をし

ている[7]。

本研究の対象者では、明瞭な体脂肪率の季節変動に加え、最大血圧と同じように、変動幅が年々大きくなる傾向が見られた。岡らの解釈の延長線上で考察すると、気温が低くなり秋期に生理反応として貯めこんだ脂肪を、冬季に消費する機会が加齢とともに益々少なくなる結果と考えられる。

5. まとめ

インターネットを活用した個人健康管理システム (Personal Dynamic Healthcare System: PDHS) の開発から8年経過し、現在はスマートフォンを用いたシステムとして進化を続けているが、この間1人のユーザが毎日の粒度で継続的に蓄積した時系列データの解析を行った結果、以下のことが判った。

(1) 最大血圧(収縮期血圧)、最小血圧(拡張期血圧)とも顕著な生理学的季節変動を示し、夏冬の変動幅は、疫学的研究で得られている値(最大血圧で10 mmHg, 最小血圧で7 mmHg)より大きく、それぞれ約20 mmHg, 約10 mmHgであった。

(2) 前記変動幅は、特に最大血圧において年々大きくなる傾向があり、これは先行研究と照らし合わせ加齢による変化と考えられる。

(3) 血圧ほど顕著ではないが、脈拍数においても生理学的な季節変動がみられ、冬場は夏場に比べ平均約10回/分多かった。

(4) 体脂肪率も顕著な季節変動を示した。これは自然環境下に生きる動物と同じように気温の低下とともに生理反応として貯めこんだ脂肪を現代のヒトは冬に消費することなくキープしてしまう結果と考えられている。本研究の対象者にみられる変動幅の年々の増加は、生理反応として貯めこんだ脂肪を冬に消費する機会が加齢とともに益々減ることの結果と考えられる。

謝辞

本研究は文部科学省科研費(課題番号:23500813)の助成を受けている。また、日本データベース学会と日立製作所による日立HiRDBアカデミック制度の適用を受けている。

参 考 文 献

[1] H. Kumpusch, D. Hayn, K. Kreiner, M. Falgenhauer, J. Mor, and G. Schreier, "A Mobile Phone Based Telemonitoring Concept for the Simultaneous Acquisition of Biosignals and Physiological Parameters", Proc. 13th World Congress on Medical and Health Informatics (Medinfo2010), pp. 1344-1348, 2010.

[2] E. C. Kyriacou, C. S. Pattichis, and M. S. Pattichis, "An Overview of Recent Health Care Support System for eEmergency and mHealth Applications", Proc. 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS, pp. 1246-1249, 2009.

[3] H. Takeuchi, T. Hashiguchi, and T. Shintani, "Personal Dynamic Healthcare System Utilizing Mobile Phone and Web Technologies", Proc. 2nd Int'l Conf. Advances in Biomedical Signal and Information Processing, pp. 304-307, 2004.

[4] H. Takeuchi, Y. Mayuzumi, N. Kodama, and K. Sato, "Application Service Provider System for Healthcare with Data Mining Function", Proc. 13th World Congress on Medical and Health Informatics (Medinfo 2010), 2010.

[5] H. Takeuchi, Y. Mayuzumi, and N. Kodama, "Analysis of Time-Series Correlation Between Weighted Lifestyle Data and Health Data", Proc. 33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS, pp. 1511-1514, 2011.

[6] A. Hozawa, S. Kuriyama, T. Shimazu, K. Ohmori-Matsuda, and I. Tsuji, "Seasonal Variation in Home Blood Pressure Measurements and Relation to Outside Temperature in Japan", Clin. Exp. Hypertens, 33(3), pp. 153-158, 2011.

[7] 岡 拓矢, 加藤元海, "ヒトにおける体重と体組成の変動パターンおよび体脂肪率に変化を与える要因", 黒潮圏科学 (Kuroshio Science) 5-2, pp. 161-167, 2012.

[8] 山下静江, 井町和香, 武藤志真子, "体脂肪率の季節変動とその性差および地域差", くらしき作陽大学・作陽短期大学研究紀要 第38巻(2号), pp. 51-63, 2005.

[9] J. Minami, T. Ishimitsu, Y. Kawano, and H. Matsuoka, "Seasonal Variations in Office and Home Blood Pressures in Hypertensive Patients Treated with Antihypertensive Drug", Blood Press. Monit. 3(2), pp. 101-106, 1998.