

機関番号：32305

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20300222

研究課題名（和文） 特定健診・保健指導を支援するシステムの開発に関する研究

研究課題名（英文） Study on Development of Support System for Healthcare Against Metabolic-Syndrome

研究代表者

竹内 裕之（TAKEUCHI HIROSHI）

高崎健康福祉大学・健康福祉学部・教授

研究者番号：00348129

研究成果の概要（和文）：携帯電話もしくはPCを情報端末として、個人の生活習慣と日常の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、健康分野でのクラウドコンピューティングをいち早く具現化した「特定健診・保健指導を支援するシステム」を開発した。本システムでは、特定保健指導の対象者に、保健指導者が、抽出された相関ルールを基にオンラインで指導コメントを発行することができる。

研究成果の概要（英文）：An application service provider system for healthcare against metabolic-syndrome with a data mining function has been developed. The system provides computer-based healthcare services over the Internet to advise customers on how to improve their lifestyles on the basis of association rules relevant to their health and lifestyle data. These association rules can be automatically extracted using a data mining technology on the server computer on the basis of customers' stored time-series health and lifestyle data that are transferred through their mobile phones or PCs. The healthcare adviser can send comments made up of the rules to the customers over the Internet.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	5,700,000	1,710,000	7,410,000
2009年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2010年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
年度			
年度			
総計	14,700,000	4,410,000	19,110,000

研究分野：健康情報学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学 応用健康科学

キーワード：健康データマイニング、特定保健指導、生活習慣病予防、インターネット、時系列データ解析

1. 研究開始当初の背景

(1) メタボリックシンドロームに象徴される生活習慣病を予防し、国民の健康を維持・増進することは、少子高齢化問題を抱える我が国の重要課題となっている。2008年度からこのために特定健診・保健指導が40歳以上

75歳未満の全国民（被保険者）を対象に実施されることになった。

(2) 特定健診・保健指導においては、個人それぞれの生活習慣や健康状態を把握してきめ細かなフォローアップを行っていくこと

が肝要である。しかし、肥満、糖尿病、高血圧症、高脂血症などの慢性疾患は日常生活習慣と深い関わりがあることが指摘されているものの、個人毎に何がどの程度影響しているかのエビデンスは必ずしも明確ではなかった。

2. 研究の目的

(1) 本研究は、日常生活習慣と健康に関するデータを携帯電話やPCを用いて個人毎に時系列的にインターネット上のサーバに蓄積し、データ解析（健康データマイニングと呼ぶことにする）により両者の間に潜むその人固有の相関ルールを抽出して特定保健指導に資する情報を得ることを目的としている。

(2) 個人の日常生活においては様々な生活習慣データが変動しており、これらがその人の健康データに複雑に関与していると考えられる。したがって、ある1つの生活習慣が関心ある健康データに影響しているかどうかを検証するためには、何らかの統計的手法に頼らざるを得ない。本研究では、ある期間にわたる個人の生活習慣と健康状態の時系列データ間の相関をみることによって、両者の関係を抽出することを目的としている。

(3) また本研究では、健康データマイニングサービスをインターネット環境で提供して不特定多数のユーザに役立ててもらうことも想定しており、その面での技術的課題を解決することも目的としている。

3. 研究の方法

(1) 我々が開発している健康データマイニングでは、「生活習慣の蓄積が健康状態に変化をもたらす、その影響は時間遅れをもって現れることがある」という極めてシンプルなモデルをベースとする。すなわち、ある健康状態の変化を目的変数とし、時間遅れを考慮したある期間の生活習慣の蓄積を入力変数として相関ルールを抽出する。相関ルールの抽出には、あらかじめ、ある期間の時系列データを基にして、目的変数である健康状態の変化に影響を及ぼす生活習慣の蓄積をスクリーニングする。スクリーニングは、(1)式で表される時系列データ間のピアソンの積率相関係数を評価する。

$$r(\Delta h_{nm}, e^{t_{ij}}) = \frac{\text{Cov}(\Delta h_{nm}, e^{t_{ij}})}{SD(\Delta h_{nm})SD(e^{t_{ij}})} \quad (1)$$

ここで、

$$\Delta h_{nm} = h_n - h_m \quad (2)$$

は目的変数である健康状態 h の変化を表わす、ある期間に亘る差分値であり、

$$e^{t_{ij}} = e_i + e_{i-1} + \dots + e_j \quad (3)$$

は生活習慣 e の蓄積を表す、ある期間に亘る加算値である。そして、時間遅れは遅延期間

$$s = n - i \geq 1 \quad (4)$$

で表現する（図1参照）。

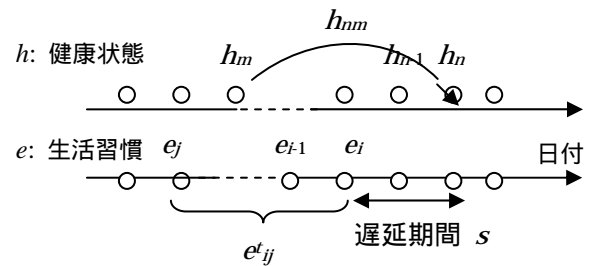


図1 健康状態の変化と生活習慣の蓄積の時系列相関の見方

次に、時系列相関によるスクリーニングで採用された生活習慣の蓄積を入力変数 Y とし、対象とする健康状態をその時系列データが「高い」「中間」「低い」の3つのシンボル値を持つ出力変数 X とし、ITRULE アルゴリズムを用いた相関ルールマイニングを行う。ITRULE アルゴリズムは

$$\text{If } Y=y, \text{ then } X=x \text{ with probability } p \quad (5)$$

という相関ルールを生成する。

(2) 上記、健康データマイニングでは、ある期間（例えば3ヶ月間）ほぼ毎日生活習慣と健康に関するデータが蓄積されることを前提にしているが、現実の生活においてはしばしばデータ欠損が生じるし、データをその都度手入力するのは煩わしい。そこで、欠損データの補完プログラムや、データの自動送信の仕組みを開発する。

(3) 保健指導を行うために、携帯電話だけでなくPCからもシステムを利用可能とし、保健指導者はPCの管理者用画面から指導コメントを入力できるようにする。また、抽出

される相関ルールを保健指導者やユーザ（健康指導対象者）にとって判りやすい表現にする。

4. 研究成果

(1) 先行研究で開発した、携帯電話を情報端末として用いていた「個人健康管理システム」をPCからもアクセス可能とし、蓄積した個人のデータの統計グラフや健康データマイニングにより抽出した相関ルールをPC上のブラウザでも表示・参照できるようにした。これにより、企業と共同開発したPCの管理者用画面から保健師や管理栄養士が特定保健指導支援を行う基盤技術が確立した。システムの概要を図2に示す。

(2) システムを実用的にするために、生活習慣と健康状態に関する時系列データに欠損がある場合にもルール生成が可能となる処理方式の開発、

時系列相関解析時のパラメータ範囲の適正化（外部プログラムから設定変更を可能とした）

健康データ計測装置（体重計および血圧計）からのデータの自動送信化、を実施した。 に関しては、フィールドテストで発生することが予想される様々な欠損パターンを想定して、データの補完条件を柔軟に変えられるソフトを開発した。具体的な

- ・ ユーザ毎に日々の生活習慣と健康状態を入力
- ・ 統計グラフ、相関ルール参照

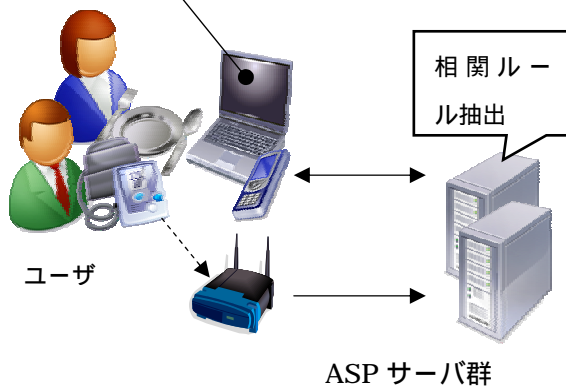


図2 健康管理ASPシステムの概要

補完条件として、

- (a) 前日値で補完
 - (b) 後日値で補完
 - (c) 欠損が2日連続のときは前、後日値で補完
 - (d) 欠損日を含む週平均値で補完
 - (e) 欠損日を含む月平均値で補完
- などの中から健康データ、生活習慣データそれぞれ項目別に選べるようにした。

(3) 小規模フィールドテストの結果を踏まえ、システムから出力される相関ルール表現をユーザに判りやすくなるように改善した。具体的には「何日前から、何日間の消費エネルギーが何キロカロリーより大きいと、体脂肪率が低い傾向にある」というレトロスペクティブな相関ルール表現から、「何日間の消費エネルギーが1日平均何キロカロリーより大きいと翌日の体脂肪率が低い傾向にある」というプロスペクティブな相関ルール表現になるようなソフトを開発した。

(4) 本システムは、ユーザ登録は携帯電話によって行うが、データの入出力はPCでも行えるようにしている。したがって、PCからシステムにアクセスするためのIDとパスワードが必要になるが、これらを携帯電話からの登録時に自動取得・設定できるようにした。これにより、不特定多数の一般ユーザでも利用可能となった。

(5) 日常の個人の健康に関するデータを計測器やセンサーから、インターネット経由で、サーバに蓄積する技術や、蓄積されたデータをグラフ表示し健康指導に用いる仕組みは各所で開発されている。しかし、本研究のように、生活習慣に関するデータも取得し、健康状態との相関ルールを自動抽出してテキスト表示するシステムは他に類をみず、健康管理クラウドコンピューティングの付加価値を大いに高めるものである。今後、フィールド実験を重ね、実用化を目指す。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計16件)

黨 勇気、竹内裕之、児玉直樹、佐藤恵一、データマイニング機能を備えた健康管理ASPシステムの開発、医療情報学、査読有、掲載決定、2011

竹内裕之、黨 勇気、生活習慣と健康状態の時系列データ解析への重み付けの導入、高崎健康福祉大学紀要、第10号、査読有、2011、pp.1-8

黨 勇気、竹内裕之、児玉直樹、生活習

慣と健康状態の時系列データ解析における重み付けの検討() - 日毎の任意係数による重み付け、第3回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集、査読無、2011、D7-5 pp.1-5

竹内裕之、黛 勇氣、児玉直樹、生活習慣と健康状態の時系列データ解析における重み付けの検討() - 少数パラメータで特徴付けられる重み付け、第3回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集、査読無、2011、D7-6 pp.1-6

H. Takeuchi, N. Kodama, and K. Tsurumi, Time-Series Data Analysis of Blood-Sugar Level of a Diabetic in Relationship to Lifestyle Events, Proc. 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS, 査読有 2009, pp.5195-5198

竹内裕之、黛 勇氣、児玉直樹、健康データマイニングにおける欠損データの補完、第2回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集、査読無、2010、B8-2 pp.1-4

黛 勇氣、竹内裕之、児玉直樹、佐藤恵一、データマイニング機能を備えた健康管理ASPシステムの開発、第2回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集、査読無、2010、E7-2 pp.1-4

竹内裕之、黛 勇氣、児玉直樹、鶴見克則、ある糖尿病患者における生活習慣、血糖値、およびHbA1c値の時系列データ解析()、高崎健康福祉大学紀要、第9号、査読有、2010、pp.23-30

H. Takeuchi, M. Ishikawa, and N. Kodama, Time-Series Data Analysis of Blood Sugar and HbA1c Levels of Diabetic, Proc. 4th IET International Conference on Advances in Medical, Signal, and Information Processing, 査読有、2008, P1.4 pp.1-4

竹内裕之、児玉直樹、鶴見克則、ある糖尿病患者における生活習慣イベントと関連付けした血糖値の時系列データ解析、第1回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集、査読無、2009、E6-1 pp.1-5

竹内裕之、児玉直樹、鶴見克則、ある糖尿病患者における生活習慣、血糖値、およびHbA1c値の時系列データ解析()、高崎健康福祉大学紀要、第8号、査読有、2009、pp.1-8

[学会発表](計11件)

H. Takeuchi, Y. Mayuzumi, N. Kodama, and K. Sato, Application Service Provider System for Healthcare with Data Mining Function, Medinfo 2010,

2010年9月13日, Cape Town, South Africa

黛 勇氣、竹内裕之、児玉直樹、生活習慣と健康状態の時系列データ解析における重み付けの検討()、DEIM 2011、2011年2月28日、静岡県ラフォーレ修善寺

竹内裕之、黛 勇氣、児玉直樹、生活習慣と健康状態の時系列データ解析における重み付けの検討()、DEIM 2011、2011年2月28日、静岡県ラフォーレ修善寺

竹内裕之、黛 勇氣、児玉直樹、健康データマイニングにおける欠損データの補完、DEIM 2010、2010年3月1日、淡路島夢舞台国際会議場

黛 勇氣、竹内裕之、児玉直樹、データマイニング機能を備えた健康管理ASPシステムの開発、DEIM 2010、2010年3月1日、淡路島夢舞台国際会議場

黛 勇氣、児玉直樹、竹内裕之、矢部貴之、健康データマイニングを活用した特定保健指導支援システム、DEIM 2009、2009年3月1日、静岡県掛川市つま恋ヤマハリゾート

上野芳人、荻野良郎、竹内裕之、糖尿病患者の眼底所見と血糖コントロール指標の時系列データ解析、DEIM 2009、2009年3月1日、静岡県掛川市つま恋ヤマハリゾート

6. 研究組織

(1) 研究代表者

竹内裕之 (TAKEUCHI HIROSHI)

高崎健康福祉大学・健康福祉学部・教授

研究者番号：00348129

(2) 研究分担者

倉林正彦 (KURABAYASHI MASAHIKO)

群馬大学・医学系研究科・教授

研究者番号：00215047

児玉直樹 (KODAMA NAOKI)

高崎健康福祉大学・健康福祉学部・准教授

研究者番号：50383146