

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月23日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500679

研究課題名（和文） 摂食・生体情報のライフログコンテンツ化による生活習慣改善支援システム

研究課題名（英文） Lifestyle Improvement Healthcare by Using Dietary and Health Information Life-Logging System

研究代表者

中内 靖（NAKAUCHI YASUSHI）

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：50361324

研究成果の概要（和文）：生活習慣病は、不適切な食生活、運動不足、喫煙など不健康な生活習慣の積み重ねによって引き起こされる。そこで本研究課題では、ライフスタイル（生活習慣）を摂食・生体情報として恒常的に収集（ライフログコンテンツ化）し、医学的・栄養学的知見により解析・診断し、その結果を健康改善のための指標としてユーザの生活改善としてフィードバックするヘルスケアシステムの構築し、被験者実験を通じて提案手法の有効性について検証を行った。

研究成果の概要（英文）：Lifestyle related diseases are caused by unhealthy daily habits. In this research, we propose a lifestyle analysis system for obesity prevention by using dietary and health information. We developed the system by using a dietary and health information logging system. We also conducted experiments with subjects and confirmed the efficiency of the proposed system.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

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：生活習慣病、摂食情報、生体情報、ライフログコンテンツ化、肥満症、メタボリックシンドローム、データマイニング、ヘルスケア

1. 研究開始当初の背景

(1) 現代的な生活習慣に起因する生活習慣病は、日本人の死因の3分の2を占めるに至っている。医師の不足、医療費の増大などの問題はもとより、高齢者が健康に安心して生活を送ることができるよう、生活習慣病を発症前に未然に防ぐことが、社会的な緊急課題となっている。また近年、発症は若年化の傾向

にあり、青年期からその傾向を把握し生活改善により予防することが火急の課題となっている。生活習慣病は日々の生活習慣の蓄積として発病する性質上、日常生活における食生活ならびに生体情報を長期的にモニタリングすることによって、はじめてその傾向を把握することが可能である。

(2) 生活習慣病には、遺伝的要因と生活習慣

要因が係っていると言われている。前者は個人差があることを示しており、後者は日々の生活における就寝時間、摂食栄養素、有酸素運動などが該当する。これまでの多くの研究では、集団における疾病生起要因を統計的に示す手法が主であったが、ITを利用することにより、個々人の生活習慣を微細かつ長期的にモニタリングすることが可能になり、様々な要因のうちどの要因が、また、どのようなサイクル（週、月、年オーダー）において疾病誘発に関連しているのかが判るようになる。これらの因果関係が知ることにより、個々人に対応したテイラーメイドの健康指導を行うことができる。

2. 研究の目的

(1) 摂食・生体情報取得インタフェースの確立

情報取得インタフェースではユーザに負担をかけることなく、恒常的に情報を取得できるシステムとなっていることが肝要である。現在のプロトタイプでは、普段身につけている携帯電話のアプリケーションにより、メニュー選択、バーコード撮影などにより簡単に摂食情報を入力させているが、運動状況を入力できるように改善するとともに、睡眠時間・食事時刻をデータ融合により把握できるようにする。また、これらのデータ入が楽しくなる工夫としてブログ（blog）形式にて日記のように過去の生活を俯瞰できるインタフェースを開発する予定である。健康情報入力装置と相まって、これら摂食・健康情報入力インタフェースがユーザに負担を掛けることなく恒常的情報収集が可能であること、ならびに睡眠時間・食事時刻を適正に把握できることを被験者実験を通して明らかにする。

(2) 疾病兆候診断アルゴリズムの確立

多くのユーザによる摂食・健康情報ならびに運動状況をもとに、データマイニング、機械学習などのITにおける手法を利用することにより、個々人に対応した疾病兆候の判別手法を確立する。具体的には肥満症の予防を対象とし、医学的知見を参考にしつつ、因子分解、データマイニング、機械学習等の手法を利用し、疾病の兆候を判別する。

(3) 健康状態俯瞰インタフェースの確立

ウェブベースの健康状態俯瞰インタフェースを開発し、日々の摂食・健康情報を俯瞰させるとともに、疾病兆候診断結果を提示する。このフィードバックが日々の健康状態の改善に繋がることを明らかにし、個人に適応した、診断・診療から治癒に至るトータルなライフケアシステムを実現する。

3. 研究の方法

(1) 摂食・生体情報のライフログコンテンツ化インタフェースの開発

携帯電話を端末装置として、日々の摂食情報ならびに生体情報を取得（コンテンツ化）する装置を開発する。機器の構成は以下の通りである。摂食情報ならびに運動状況の取得は、携帯電話やPC等の任意の機器から入力できるようにウェブによる入力インタフェースを開発する。特に、食事の入力を簡便化するために手計り法と呼ばれる簡便な入力手法を採用した。生体情報の取得には、歩数計による運動量（消費カロリー）を、体重計により体重ならびに体脂肪率を、血圧計により血圧ならびに心拍数を取得する。これらの生体情報は全て家庭のPCを介して、一方、携帯電話による摂食情報は電子メールにより、情報が取得されたタイムタグを付して、コンテンツ集約サーバに蓄積されるようにする。サーバはデータ送信元の個人を特定できるため、個々人毎の摂食・生体情報をタイムスタンプ付で管理できるようになる。

また、摂食情報については一般のウェブブラウザからも入力できるように、PHPを用いた入力インタフェースを開発する。これにより、KDDI以外のユーザでも家庭においてはPCにて、また、フルブラウザ機能を持つ携帯電話においても摂食情報の入力が可能となる。

開発したインタフェースシステムの有効性を検証するとともに、以下の健康状態解析の基礎データを取得するために、多数の被験者を使ってデータ収集を行う。さらに、本被験者実験を通じて、インタフェースシステムの改善を行う。

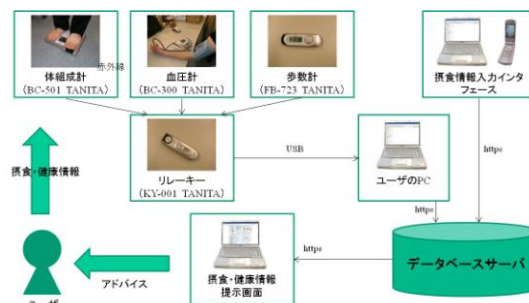


図1 システム構成

(2) 健康状態解析システムの開発

ライフログコンテンツをデータマイニングならびに統計情報処理することにより、行動状況ならびに健康状態を解析する。具体的には、摂食情報を約45の必須栄養素に分類し、摂取時刻を元に、残留予測時間に基づいて積分することにより、栄養素毎に充足率を計算する。また、運動量、体重、体脂肪率ならびに摂取カロリーを元に、肥満に対する傾向を解析するとともに、血圧ならびに摂取塩分を元に高血圧症に関する傾向を解析し、生活習慣病の病理的知見に基づく健康状態の解析を行う。データの解析には因子分解、データマイニング、機械学習等の手法を利用する。

(3) 健康状態俯瞰インタフェースの開発

日々の食事情報をウェブログ化し、絵日記的に表示できるようにする。また、(2)により解析され摂食・生体情報を時系列的にグラフィック表示させることにより、健康状況ならびに運動習慣・食習慣を本人が俯瞰できるようにする。これらを本人のみがPCならびに携帯電話にて俯瞰可能とすることにより、一つには摂食・生体情報の入力への負担に対して、俯瞰する楽しさを与え、恒常的な情報取得を可能とする効果が期待できる。さらには、自らの健康状態・運動習慣・食習慣を提示することにより、内省を促す効果がある。これにより、自らが健康に留意するようになり、日々の食生活ならびに適切な運動を行うようになるなど、ヘルスクエアを誘導する効果が期待できる。

(4) 生活習慣改善支援システムの開発

研究代表者が開発した調理作業支援システムでは、パントリー内にある食材より、調理可能な献立を表示するとともに、選択された献立をレシピに基づきロボットならびにタッチディスプレイにより、調理手順を適切に指示することができる。(2)において解析された健康状況をもとに、食材情報より栄養バランスを勘案した献立支援システムを構築する。

また、日々の睡眠・食事時刻情報などから、例えば、朝食を抜くこと、早食いになっていることなどの食習慣のうち、個人がどの食習慣要素に関連して体脂肪量が増えるなどの傾向があるかを把握し、食習慣改善のための支援システムを開発する。さらに、日々の運動習慣の状況把握に基づき、運動習慣の改善をアドバイスする。これらのシステムにより、食習慣・運動習慣の改善を図る。

(5) フィールドテスト

高齢者住宅においてフィールドテストを行い、実データに基づいて検証を行う。一般のユーザにとって、入力インタフェースが使いやすいものになっているか、適切な健康診断が行われているか、また、俯瞰インタフェースによるフィードバック効果について検証し、システムのチューニング等を行う。

4. 研究成果

(1) 摂食・生体情報のライフログコンテンツ化インタフェースの開発

体組成計、歩数計等により日々の生体情報を、携帯電話またはPCにより日々の摂食情報を取得(コンテンツ化)することのできるライフログコンテンツ化インタフェースを開発した。摂食情報入力インタフェースでは、入力が複雑であると日々の入力がかかりの負担となることが判ったため、摂取量を手の大きさと比較してざっくりと入力させる、手計り法を採用した入力インタフェースとし

た。入力画面の様子を図2に示す。



図2 摂食情報入力インタフェース

(2) 健康状態解析システムの開発

取得されるライフログコンテンツをデータマイニングならびに統計情報処理することにより、生活習慣との体脂肪量の増減に関する相関を解析した。

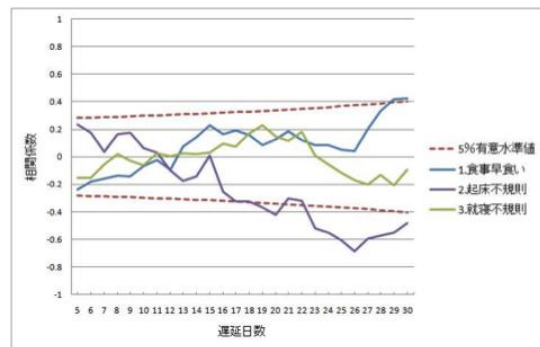


図3 生活習慣解析システム

(3) 健康状態俯瞰インタフェースの開発

取得される日々の食事情報をウェブログ化し、健康状況を本人が俯瞰できるインタフェースを開発した。



図4 健康状態俯瞰インタフェース

(4) 被験者実験による検証

被験者を用いて、日々の食生活ならびに生体情報を記録し、生活習慣と体脂肪量の増減に関する相関解析を行った。その結果、生活習慣要因の有無が体脂肪量の増減に相関のあることを確認した。なお、どの生活習慣要因に相関がみられるのか、また要因の生起とその影響が表れるまでの遅延日数に個人差があることも確認された。相関の度合いを元にX日後における体脂肪量の増減を予測するシステムを構築した。図5に、ある被験者のカロリー摂取過多がX日後の体脂肪量増加に影響すると仮定した場合の正答率を示す。図に示すように想定される遅延日数により、正答率は異なるが、特定の生活習慣要因が実施されてから、おおよそ2～3週間後に体脂肪量増減への影響があることを確認できた。今後、N数を増やしてさらなる解析を行うことにより、適切な遅延日数を同定できればと考えている。

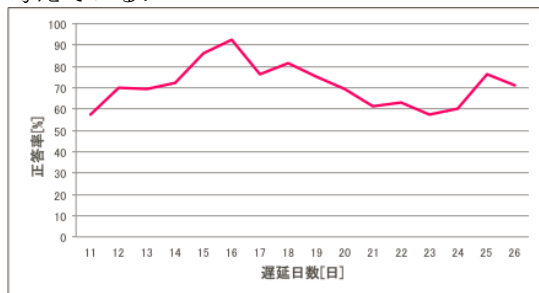


図5 カロリー摂取過多と体脂肪量増加に関する相関

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3件)

- ① T. Suzuki, Y. Nakauchi: Intelligent Medicine Case for Dosing Monitoring: Design and Implementation, SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration, Vol. 4, No. 2, pp. 163~171, 2011, 査読有.
<http://www.sice.or.jp/JCMSI/>
- ② S. Kerrache, Y. Nakauchi: Optrans: A parallel software library for optimal transport, Electronic International Journal Advanced Modeling and Optimization, Vol. 12, No. 3, pp. 347~362, 2010, 査読有.
<http://camo.ici.ro/journal/v12n3.htm>
- ③ S. Murakami, T. Suzuki, A. Tokumasu, Y. Nakauchi: Cooking Procedure Recognition and Support by Ubiquitous Sensors, JSME Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 21, No. 4, pp. 498

~506, 2009, 査読有.

<http://www.fujipress.jp/JRM/>

[学会発表] (計30件)

- ① T. Suzuki, J. Yuta, and Y. Nakauchi: A Medication Support System for an Elderly Person Based on Intelligent Environment Technologies, Proc. of 2011 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2011), 2011. 10. 9, Anchorage, USA
- ② 中内靖: 省エネルギーと人を見守る空間知能化技術, 筑波大学新技術説明会, 2011. 7. 19, 科学技術振興機構 JST ホール, 東京都
- ③ 中内靖: 環境知能化と食, 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーショングループ食メディア研究会第1回研究会「食事科学と食メディア研究の接点」, 2011. 5. 25, 京都府立大学, 京都府
- ④ 加藤義隆, 保尾緒子, 谷口将太, 小堺圭, 鈴木拓央, 中内靖, 長谷川泰久, 林啓子: 摂食・健康情報の恒常的取得による肥満症予防システムに関する研究, 計測自動制御学会第11回システムインテグレーション部門講演会, No. 1D4-4, pp. 251~254, 2010. 10. 20, 東北大学, 宮城県
- ⑤ 小林敬介, 塚原みな, 徳舛彰, 奥山弘祐, 齋藤孝平, 中内靖: ユビキタスセンサによる電力の見える化システムに関する研究, 情報処理学会研究報告 Vol. 2010-UBI-27 No. 23, 2010. 7. 15, 筑波大学, 茨城県
- ⑥ 鈴木拓央, 中内靖: 高齢者の服薬管理支援を目的とした用法確認方法の提案, 情報処理学会研究報告 Vol. 2010-UBI-27 No. 1, 2010. 7. 15, 筑波大学, 茨城県
- ⑦ 鈴木拓央, 中内靖: 介護者の服薬を確認するインテリジェント薬箱の開発, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2010 (ROBOMEC2010), No. 2A1-B26, 2010. 6. 16, 旭川大雪アリーナ, 北海道
- ⑧ 保尾奈緒子, 谷口将太, 小堺圭, 鈴木拓央, 中内靖, 長谷川泰久, 林啓子: 生活習慣のライフログコンテンツ化による肥満症予防システムの開発, 計測自動制御学会第10回システムインテグレーション部門講演会, pp. 1805~1808, 2009. 12. 26, 芝浦工業大学, 東京都
- ⑨ 保尾奈緒子, 谷口将太, 小堺圭, 鈴木拓央, 中内靖, 長谷川泰久, 林啓子: 摂食・健康情報のライフログコンテンツ化による献立立案支援, 計測自動制御学会第10回システムインテグレーション部門講演会, pp. 1801~1804, 2009. 12. 26, 芝浦工業大学, 東京都
- ⑩ 大山裕也, 塚原みな, 中内靖: ユーザの

調理スキルを考慮した調理支援システムに関する研究, 計測自動制御学会第10回システムインテグレーション部門講演会, pp.1145~1148, 2009.12.24, 芝浦工業大学, 東京都

- ⑪ 横橋卓弥, 力丸昌弘, 保尾奈緒子, 大山裕也, 中内靖: カロリーバランスを考慮した運動習慣促進システムの開発, 計測自動制御学会第10回システムインテグレーション部門講演会, pp.243~246, 2009.12.24, 芝浦工業大学, 東京都
- ⑫ Y.Nakauchi, T.Suzuki, A.Tokumasu, S.Murakami : Cooking Procedure Recognition and Inference in Sensor Embedded Kitchen, Proc. of the 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN2009), pp.593~600, 2009.9.30, 富山国際会議場, 富山県

[その他]

ホームページ:

<http://hri.iit.tsukuba.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中内 靖 (NAKAUCHI YASUSHI)
筑波大学・システム情報系・准教授
研究者番号: 50361324

(2) 研究分担者

長谷川 泰久 (HASEGAWA YASUHISA)
筑波大学・システム情報系・准教授
研究者番号: 70303675
林 啓子 (HAYASHI KEIKO)
筑波大学・大学院人間総合科学研究科・教

授

研究者番号: 50156436
(H21-H22 参画)