

平成21年 4月15日現在

研究種目：基盤研究(C)  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19500590  
 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統合的ヘルスケアシステム  
 研究課題名（英文） Synthetic Healthcare by Dietary and Health Information Life-Logging System  
 研究代表者  
 中内 靖 (NAKAUCHI YASUSHI)  
 筑波大学・大学院システム情報工学研究科・准教授  
 研究者番号：50361324

研究成果の概要：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へのフィードバックする統合的ヘルスケアシステムの構築を行った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：ヒューマンインタフェース

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：栄養学，生活習慣病，情報システム

## 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されている。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。ユーザが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便に摂食情報を入力できるだけでなく、web インタフェースとしても入力可能とすることにより、フルブラウザ機能付携帯電話、家庭のPC等からも簡便に入力可能とする。また、摂食情報入力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。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、高血圧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。摂食情報の取得は、KDDI の携帯電話を用いて BREW アプリとして開発する。食事のカテゴリからのメニュー選択を基本とする。また、大手外食チェーン店のメニューについては店舗情報よりメニュー選択できるようにし、スーパー等で販売されているバーコード付のパッケージ食品については携帯電話のカメラによる読み取りにより簡便に入力ができるようにする (地元大手スーパーマーケットより情報提供の協力を得ている)。生体情報の取得には、ウェアラブルな加速度計による運動量 (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、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。

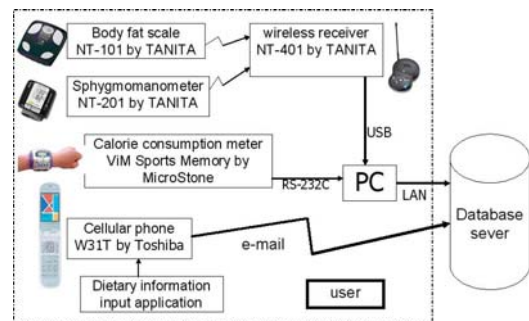


図1 システム構成

### (2) 健康状態解析システムの開発

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、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

取得される日々の食事情報をウェブログ化する。また、上記により解析された摂食・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・生体情報の入力の負荷に対して、俯瞰する楽しみを与え、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、自らの健康状態を見せることにより、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) 献立作成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。解析された健康状況ならびに食材情報より、健康に留意した献立を候補として表示するインターフェースを作成し、食生活の改善を図る。

#### (5) フィールドテスト

被験者実験により、実データに基づいて検証を行う。一般のユーザにとって、入力インター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、俯瞰インター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ーフェースの開発

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）する装置を開発した。図2に生体情報取得システムの概観を示す。



図2 生体情報取得システム

また摂食情報入力インターフェースを開発した（図3参照）。図3はウェブ上での入力画面であるが携帯電話による入力インターフェースにおいても同様の画面表示がされ、日々の摂食情報の入力が可能となっている。さらに、携帯電話では、スーパー等で販売されているバーコード付のパッケージ食品について、携帯電話のカメラによる読み取りに

より簡便に入力ができるようになっている。

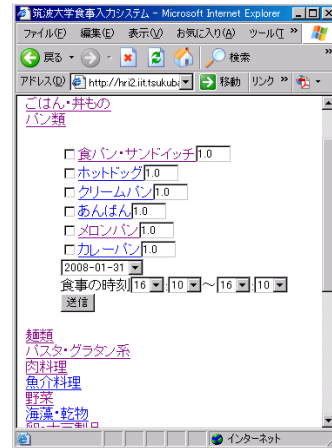


図3 摂食情報入力インターフェース

#### (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、行動状況ならびに健康状態を解析した。日々のカロリー収支の状況から、その数週間後に現れる体脂肪量の増減を予測し、健康アドバイスを行うことのできるインターフェースを開発した。



図4 体脂肪量予測インターフェース



図5 健康状態俯瞰インターフェース

### (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5参照)。

### (4) 献立作成支援システムの開発

解析された健康状況ならびに食材情報より、健康に留意した献立を候補として表示するインタフェースを作成した(図6)。

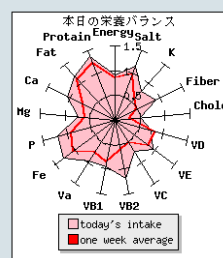


図6 献立作成支援システム

## 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)

[学会発表] (計8件)

- ① Y. Nakauchi, T. Suzuki, A. Tokumasu, S. Murakami: Cooking Procedure Recognition and Support System by Intelligent Environments, Proc. of the IEEE Workshop on Robotic Intelligence in Informationally Structured Space (RiSS 2009), p. 99~106, 2009. 3. 31, Nashville, USA
- ② 保尾奈緒子, 谷口将太, 小塚圭, 中内靖: 生活習慣の解析に基づく肥満症予防システムに関する研究. 計測自動制御学会第9回システムインテグレーション部門講演会, No. 2J1\_6, 2008. 12. 6, 岐阜市
- ③ 徳舛彰, 中内靖: 時系列的な相関関係を利用した調理支援システムの開発. 計測自動制御学会第9回システムインテグレーション部門講演会, No. 1B3\_2, 2008. 12. 5, 岐阜市
- ④ 鈴木拓央, 徳舛彰, 中内靖, 村上奨: ユビキタスセンサによるインタラクティブな調理作業支援システム. 日本ソフトウェア科学会インタラクティブシステムと

ソフトウェアに関するワークショップ, pp. 119-120, 2008. 11. 28, 神戸市

- ⑤ 徳舛彰, 鈴木拓央, 村上奨, 中内靖: 環境知能化と機械学習による調理作業の認識と支援. 第26回日本ロボット学会学術講演会, No. 2N2-05, 2008. 9. 10, 神戸市
- ⑥ 中内靖: 環境構造化による調理作業支援ロボット: ユビキタスセンサによる人の行動認識と建設現場における応用可能性について. 第11回建築ロボットシンポジウム論文集, pp. 371~378, 2008. 9. 2, 東京都
- ⑦ 徳舛彰, 中内靖: 作業の時系列的な順序関係を利用した支援システムの開発. 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2008 (ROBOMEC' 08), No. 2P1-H02, 2008. 6. 7, 長野市
- ⑧ 保尾奈緒子, 谷口将太, 小塚圭, 中内靖: 生活リズムの記録に基づく肥満症予防システムに関する研究. 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2008 (ROBOMEC' 08), No. 2A1-C20, 2008. 6. 7, 長野市

[図書] (計1件)

- ① 中内靖, Intelligent Environments -Methods, Algorithms and Applications (Chap. 4 Sequential Pattern Mining for Cooking-Support Robot), Springer-Verlag, pp.51~67, 2008

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称: 服用者を見守る服薬確認システム

発明者: 中内靖, 鈴木拓央

権利者: 筑波大学

種類: 特許権

番号: 特願2009-14787

出願年月日: 平21. 1. 26

国内外の別: 国内

[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・大学院システム情報工学研究科・准教授

研究者番号: 50361324

(2) 研究分担者

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

長谷川 泰久 (HASEGAWA YASUHISA)

筑波大学・大学院システム情報工学研究科・准教授

研究者番号: 70303675