

スマートフォンにおける 排便データを用いたインタラクティブ健康管理システム

石井 晃^{*1} 崔 雄^{*2} 李 亮^{*3}
関口 博之^{*4} 八村 広三郎^{*5}

Smart Phone Application of Interactive Healthcare System using Feces Data

Akira Ishii^{*1} Woong Choi^{*2} Liang Li^{*3}
Hiroyuki Sekiguchi^{*4} Kozaburo Hachimura^{*5}

Abstract --- We propose an interactive healthcare system that uses feces data to support health promotion using smart phone. User inputs feces data, such as shape, color, smell, etc., into the system when they go to the lavatory. If the input data is significantly bad, the user will be notified that the condition of his/her health requires more attention. The user can print feces data that is stored in the system and show it to a doctor. We expect the users can adhere to input their data to the system without getting bored by introducing an interactive game interface.

Keywords: Feces, Healthcare, Smart Phone, Interactive, Diagnosis Support

1 はじめに

近年、生活習慣病やメタボリックシンドロームという言葉が流行したように、人々の健康に対する意識は高まっている。

健康管理をする上で重要なことは、健康状態に関連した体重・血圧・血糖などのバロメータを記録し、健康状態の変化を自身でしっかりと把握することである。そして、何か変化が起きた場合は、すぐに医療機関を受診するなど、小さな病が大きな病に発展する前に対処することが求められる。毎日続ければ続けるほど変化に気づきやすくなるため、継続的に、習慣的に記録をする上で、記録項目の選別と、記録の方法は重要である。つまり、煩雑なデータや記録方法では継続性という面で問題がある。

そこで、本研究では健康状態を把握するバロメータと

して健康と深い関わりのある便に関するデータ(以下「排便データ」を呼ぶ)に着目する。便の状態は消化器系の健康状態を示すと同時に、ストレスなどの精神的な面での異常も現れるという研究結果が出ており、健康状態の推定に有効であると考えられる。さらに便は食生活や健康と関係が深く、毎日の健康状態を知る上で欠かすことできない重要なバロメータである[1, 2]。血液や血圧などのデータを計測するには、毎日決められた時刻に器具を装着して計測する必要があり、心身ともに負担になる。特に、血液からの健康状態を毎日調べるには負担が大きい。一方で、便は生理的な現象であるため負担が小さい上、日々の体の変化はもちろんのこと、心の不調もいち早く発見できる。便の形状、色、臭いから、さまざまな病気の診断ができ、特に小児科では子どもの便の情報を問診することも多い[1]。

排便データの記録と管理にはスマートフォンが利用できる。スマートフォンの普及率が2013年度中には50%を越えるという調査結果が出ているように、スマートフォンを持つ人々が増えている。スマートフォンは一般計算機に比べ、携帯性・ユーザビリティ・普及率に優れ、ユーザに手軽に使用してもらおうシステムに有力と考えられる[3]。さらに多数のヘルスケアを支援するシステムがスマートフォン向けに開発されている上[4]、トイレのような狭い空間で排便データを記録するには、携帯性とユーザビリティをもつスマートフォンが有用である。

*1 筑波大学 情報学群情報メディア創成学類

*2 国立群馬工業高等専門学校 電子情報工学科

*3 立命館大学 立命館グローバル・イノベーション研究機構

*4 京都大学大学院 医学研究科

*5 立命館大学 情報理工学部

*1 College of Media Arts, Science and Technology, School of Informatics, University of Tsukuba

*2 Dept. of Information and Computer Engineering, Gunma National College of Technology

*3 Ritsumeikan Global Innovation Research Organization, Ritsumeikan University

*4 Graduate School of Medicine, Kyoto University

*5 College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

排便データの記録を毎日続けられれば続けるほど自身の健康状態の変化に気づきやすくなるため、継続的に記録できることが重要である。人間と人工物の継続的なインタラクションには「愛着」が人間のモチベーションを維持させ、結果的に継続的なインタラクションに結びつくと報告されている[5]。さらに、スマートフォンにおける患者と薬剤師間コミュニケーションシステムにはインタラクティブなユーザインタフェースがコンプライアンスの継続に役立つことを確かめている[6]。そこで、モチベーション維持の観点から、ユーザが排便データを継続的に記録できる人間の愛着に基づいたインタラクティブ性をシステムに導入することが重要になる。

本研究では、予防医療の観点から健康促進を支援するために、スマートフォンにおける排便データ(排便に関する観察データ)を用いたインタラクティブ健康管理システムを構築することを目的とする。ユーザは排便をするたびに便を観察し、観察から得られた排便データを提案システムに入力する。そのデータはシステムに蓄積され、必要な時に出力可能であり、排便データを医療機関に持ち込み医師の判断を仰ぐことが可能である。また、スマートフォンで記録をするということを生かし、提案システムにインタラクティブ性を導入する。ユーザが愛着をもつようなインタラクティブ育成型ゲームを提案システムに導入することで飽きずに継続的に使用することができるシステムの構築を行う。

本稿では提案システムに導入したインタラクティブ性が継続性の向上に有効であるか、またインタラクティブ性の有無による健康管理への意識付けの違いについて検証するため、アンケートによる評価実験を行い、実験結果について考察する。

2 関連研究

近年、生活習慣病やメタボリックシンドロームの広がりによる人々の健康に対する意識変化や医療費増大の問題の改善策として、情報通信技術を健康・医療分野へ活用する手法を提案した研究が数多く発表されている[7, 8, 9, 10, 11]。提案手法には、一般ユーザをターゲットとし、携帯情報端末を用いた生体データ計測・データ通信・データベース構築の3つのプロセスを提案する健康管理システムが多い。携帯情報端末には、携帯性・ユーザビリティがよい、スマートフォンやタブレット機器を利用する。

これらの手法では、まずデータ計測に生活習慣病やメタボリックシンドロームと深く関わりがある体重・血圧・血糖値などのデータにおいてウェアラブル生体センサを利用し、実時間に24時間データ計測を行うことを提案している。次にウェアラブル生体センサとインターネットにアクセスができる携帯情報端末を用い、計測情報を病院・保険センター・自宅に送信する。最終的に、生体

データはユーザごとに病院のデータベースや医者の情報端末機器に保存・蓄積し、ユーザの生活習慣病を初期診断できると提案している。

2000年代以降、ウェアラブル生体データ計測・データ通信・データベース構築の3つのプロセスに携帯情報端末を利用し、生活習慣病を管理するシステムが盛んに研究されているが、まだ、病院や医者を対象とする実用化されたシステムや研究はあまりない状況である。

竹内ら[12]や浅野ら[13]は携帯電話を活用した自己の健康管理システムを提案した。これは、ユーザに血糖値や体重、血圧などの健康データや日々の歩数や飲酒量、睡眠時間などの生活データを入力させ、それらのデータをマイニングし得られた健康データをユーザに提示するシステムである。しかしながら、生体データを自らが計測し情報端末器に入力するという煩雑さがあり、またシステムの実証実験は行われてない。

ウェアラブルセンサを用いた健康管理システム[3, 14, 15]では、生活習慣病の管理に脈波・体温・心電などのパラメータが関係することに着目し、ウェアラブル生体センサと携帯情報端末を用いて脈波や心電などの数値解析結果を表示し、手軽に健康状態をチェックできるウェアラブル健康管理システムを開発した。しかし、医療現場や生活習慣病を診断するデータとしては利用されていない。

佐藤ら[16]はGPSデータから人の身体活動量(移動距離)を計算し、生活習慣の変化を定量的に観測するシステムを開発した。しかし、加速度データを同時に利用した歩行経路推定ができなく[17]、室内で日常生活を行う場合が多い人には、生活習慣病のパロメータとして使用することが難しい。

近年、排便データを健康のパロメータとし、便と関連する一般的な医学知識などを紹介する出版物が増えている[1, 2]。小松原ら[18]は健康状態の推定を行うファクタとして便に着目し、検便ではなく便画像から健康状態を把握することを目的に便の自動分類システムを提案した。これは、便画像を自動的に取得し、形状分類するためのシステムであり、分類後にデータベースに記録をするなど、健康管理までは役立ててはいない。

他にも携帯電話や携帯情報端末(PDA)などを活用し、健康支援を行う研究は数多く行われているが、スマートフォンと便に関するデータを用いてインタラクティブに継続的に使用し、健康を管理する研究は行われていない。また、従来のような携帯情報端末ではなく、スマートフォンというデバイスを用いることでより手軽に、よりインタラクティブに利用でき、普段健康をあまり気にしていないユーザも積極的に利用できると期待できる。

3 インタラクティブ健康管理システム

3.1 提案システムの概要

便を観察し、記録することは生理的な嫌悪感が発生する作業である。しかし、排便プライバシーが保証されている空間で行うことが一般的であり、スマートフォンのような携帯性とユーザビリティをもつ情報端末機器を用いることで、ユーザは手軽に使用することができる。

本研究では、スマートフォンを利用することによって、トイレのような狭い空間でインタラクティブに排便データを記録・管理することができるシステムを提案する。携帯性とユーザビリティに優れているスマートフォンは多くの人が常に持ち歩いており、自宅のトイレであっても、外出先のトイレであっても提案システムを利用でき、提案システムの利用に場所を選ばない。また、スマートフォンのアプリケーションという形でエンタテインメント性を持つヘルスケアシステムを提供することで、遊びやゲーム感覚で排便データの記録・管理ができる。

本研究の課題として、提案システムの利用に対するユーザの「飽き」が挙げられる。提案システムを継続的に使用することでシステムの有用性が向上されるため、この飽きの問題を改善する必要がある。そこで、排便データと連動したエンタテインメント要素として、キャラクタを育てるインタラクティブ育成型ゲームをシステムに導入する。

提案システムの概要図を図 1 に示す。提案システムは Apple 社のスマートフォンである iPhone 上のアプリケーションという形で実装する。

ユーザは排便をするたびに提案システムに排便データを入力する。データベースに記録された排便データはスコアリングされ、現在の健康状態や日々の変化をユーザに提示する。入力完了時には排便データと健康の関わりを説明した簡単な読み物を「うんちく」として提供し、排便データと健康の関わりを実感しながら記録できるようにする。データベースに保存されたデータは出力可能であり、そのデータを医療機関に持ち込むことでより円滑に、より正確に診断を進めることができる。また、データベースに蓄積された排便データを育成型ゲームに連動させることで、インタラクティブなシステムを構築する。

3.2 排便データの入力パラメータ

提案システムでは、人の健康状態を知るための指標として便の形・色・臭い・快便度に着目した[1, 2, 19, 20]。一般的には血液や血圧、尿など様々な健康状態を示す指標が存在するが、それらを調べるには専用の器具が必要であり、また手間もかかる。しかしながら便の観察データであれば、誰でも簡単に記録をすることができる。

便の形・色・臭い・快便度から次のような人の健康状

態を把握することができる。まず、便の形は腸内環境の指標となる。便の色では、腸内出血の症状や胆のうと肝臓の異常を知ることができる。便の臭いからは食生活の乱れや腸内環境を知ることができる。便の快便度から便秘の可能性を捉えることができる。

排便時に入力する排便データのパラメータを図 2 に示す。形状の入力パラメータに関しては、医学の世界で広く一般的に使われている「Bristol Stool Form Scale」を用いた[20]。その他のパラメータに関しては「今日のうんこ」[1]を参考に決定し、またその後、決定したパラメータについて医師とディスカッションを行い、パラメータの最適化を行った。

図 3 に提案システムでの排便データの入力画面を示す。各パラメータはアイコンおよびテキストで表示され、便の観察に慣れてない場合でも直感的に使用することができる(図 3(左))。アイコンに関しても医師とのディスカッションによってより適切にデザインされている。

入力された排便データから次のような病気を特定できる。例えば、泥状の便が出たり、便から腐敗臭がしたら、

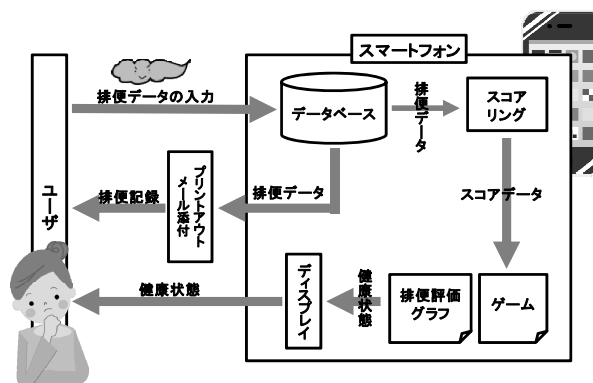


図 1 提案システム構成

Fig.1 Configuration of the proposed system

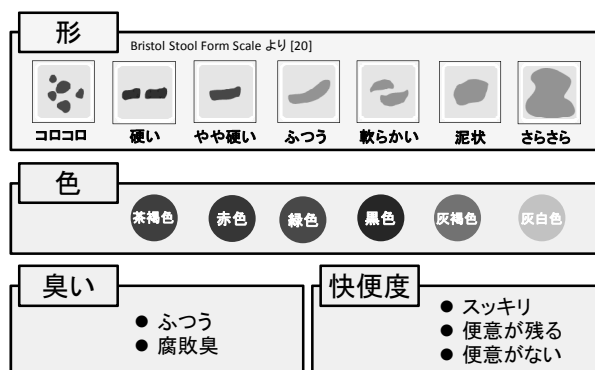


図 2 排便データの入力パラメータ

Fig.2 Input parameters of feces data



図3 スマートフォンにおける排便データの入力
Fig.3 Feces data input interface of smart phone

それは腸内環境の悪化やストレスが考えられる。また、黒色の便が出たら、それは十二指腸よりも上部での出血が疑われ、灰褐色の便が出たら、それは肝臓や胆のうの異常が考えられる。その他にも、排便後に便意が残る場合は便秘の可能性が高い。このように、排便データから様々な病気の可能性を探ることができる。

入力画面においては、排便データとともにメモを記録することができる(図3(右))。ここに前日の食事や運動状態、ストレス、体調、薬の服用などを記録することで排便状態と生活習慣との関連を発見しやすくなる。例えば、あるものを食べた翌日は下痢をしてしまう(何らかのアレルギーがある可能性がある)、など普段の生活では気付けないことを気づくことができる。

3.3 健康状態のフィードバック

ユーザに分かりやすく、また楽しくシステムを利用できるように簡易的な排便の評価をフィードバックする。排便の評価は0点から100点の細かいスコア形式ではなく、「いいかんじ!」「ふつう」「キケン!」のような曖昧な評価とした。これは、医師とのディスカッションの中で、「点数を付けてしまうと低い点数が出た時にストレスとなり、システムの利用から遠ざかってしまう可能性がある」と指摘されたためである。あくまで、提案システムは記録をするためのシステムであり、評価を下すシステムではない。そのため、「いいかんじ!」「ふつう」「キケン!」のような評価方法を採用した。

また、排便データの記録と健康管理の結びつきを知り、より積極的に記録をしてもらうために、評価後に「うんちく」として排便データと健康の関わりや便の豆知識などの情報をユーザに提示する。

「うんちく」の情報として現状で20種類の便に関する

豆知識が用意されている。「うんちく」の提示方法は2パターンあり、一つはランダムで「便の状態と健康の関わりに関するもの」を提示するパターンと、もう一つは意図的に特定の「うんちく」を表示するパターンである。意図的に提示する場合は、主にキケンな便を記録した場合である。その記録されたキケンな便に関連する「うんちく」を提示する。例えば、赤色の便が出たと記録された場合は、それに関連したうんちくが表示されるようになっている(痔の可能性がある、など)。

これにより、排便データと健康の関わりを提案システム使用以前に知らなくても、提案システムを使用することで実感することができ、より積極的に記録ができることを期待する。

図4に評価が「いいかんじ!」の場合(図4(左))と、「キケン!」の場合(図4(右))のスマートフォンの画面を、図5にこれまでの記録の評価を時系列的に確認するこ



図4 入力された排便データの評価
Fig.4 Evaluation of the input feces data

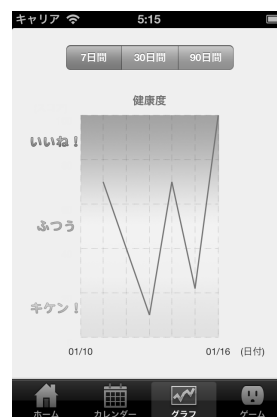


図5 評価された結果の時系列表示
Fig.5 Graphical display of the evaluation results on time series data

とができるグラフを示す。

提案システムはあくまでも記録をするシステムというスタンスを採ったが、「黒色の便が出た」、「灰色の便がでた」、「腐敗臭がする」、「便意がない」のような明らかに異常である、という状況は存在するため、そのときは図4(右)のように医師の診断を仰ぐダイアログを表示する。医師とのディスカッションから、これまでの排便記録と異常時の実際の便の写真を受診時に持ち込むとより正確な診断ができるとの意見を得られたため、写真の撮影を促す旨もダイアログに表示している。

3.4 記録データの出力

提案システムはシステムに蓄積された排便データを出力できる機能を備えている。医師とのディスカッションから、診察時に排便記録を持ち込んだ方がより正確な診断ができるとの意見を得た。

排便データの出力形式は画像ファイルとした。これは、iPhoneからの直接の印刷や、メール添付など扱いやすいためである。図6に実際に出力したデータを示す。提案システムは、指定した日から過去一週間分の便の形・色・臭い・快便度とメモのデータを出力することができる。また、一日に複数回の記録および出力に対応している。

3.5 インタラクティブ育成型ゲーム

記録という行為の課題として、ユーザの「飽き」が挙げ

られる。記録を継続的に行うことによって自身の健康状態の変化などに気づけるため、この飽きの問題を改善する必要がある。そこで、排便データと連動したゲーム要素をシステムに導入した。導入するゲームとしては、現在スマートフォンにおいて最も遊ばれているジャンルである育成系ゲームを選択した[21]。

記録データの内容がゲームに反映されるようにゲームをデザインした理由は、継続性について特にエンタテインメント性からのアプローチをするためである。提案システムではユーザ自身の健康状態を表す排便データとリンクしたインタラクティブ育成型ゲームを実現した。また、ユーザにより健康になるというモチベーションをゲーム要素から与えることを考え、ゲームと記録データが連動するようにデザインした。具体的にはユーザが記録した過去一週間分の排便記録のスコアリング結果をゲームに反映させている。ユーザの健康状態とゲームが連動しているため、ユーザが健康になればゲーム内でのキャラクタも健康になり、ユーザはゲームを有利に進めることができる。これによって、ゲーム要素からもよりユーザが健康になるようなアプローチができると考え、記録データの内容がゲームに反映されるようにデザインした。

図7のようにインタラクティブ育成型ゲーム内のハートマークのゲージは、キャラクタの健康度を表しており、これはユーザの健康度と連動している。エサをあげた時に得られる経験値(Exp. キャラクタの成長度を表す値)の値がユーザの健康度によって左右されるように設計し

| トイレ日記 | | | | | |
|----------------|---|---|-----|-------|------|
| 日付 | 形 | 色 | 臭い | 快便 | メモ |
| 09/16 14:40 | | | ふつう | スッキリ! | |
| 09/17 14:35 | | | ふつう | スッキリ! | |
| 09/18 14:35 | | | 腐敗臭 | スッキリ! | 焼き肉 |
| 09/18 09:55 | | | 腐敗臭 | スッキリ! | |
| 09/19 14:35 | | | ふつう | スッキリ! | |
| 09/20 14:35 | | | ふつう | スッキリ! | |
| 09/21 14:35 | | | ふつう | スッキリ! | |
| 09/22 10:41 | | | ふつう | スッキリ! | |
| 09/22 14:37 | | | ふつう | スッキリ! | |
| 09/22 14:39 | | | ふつう | スッキリ! | ラーメン |

図6 排便データの出力
Fig.6 Output of feces data

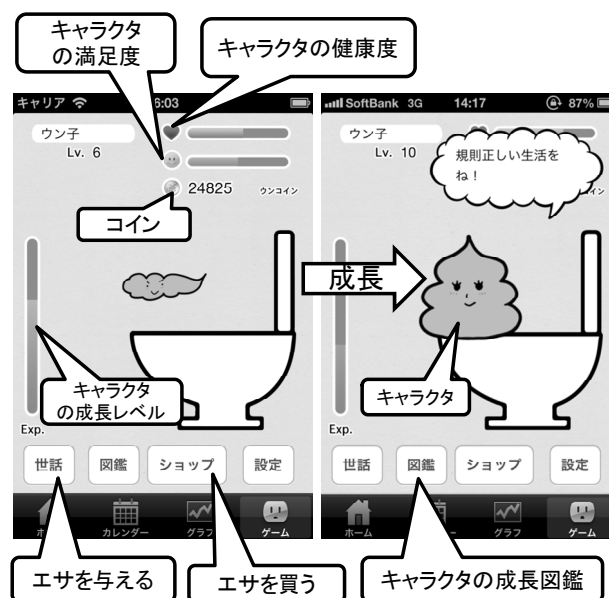


図7 インタラクティブ育成型ゲーム
Fig.7 Interactive raising simulation game

た。健康状態が良い時にエサを与えたほうがより多くの経験値が手に入り、キャラクタの成長スピードが早くなる、ということである。ニコニコマークのゲージはキャラクタの満足度(満腹度)を表している。キャラクタがエサを食べることでニコニコゲージは増え、いっぱいになるとそれ以上エサをあげられなくなる。なお、ニコニコゲージは時間の経過とともに少しずつ減少するように設計した。

さらに、ユーザの健康度によって育成キャラクタをタップした時の会話内容が変化し、ユーザはゲームを介して自分の健康状態の変化に気づくことができるようになっている。

図8の(a)のようにゲーム要素の「世話モード」にはエサをキャラクタにいつでも与えることができる「ゴハンモード」と一日一回のみプレイすることができる「ハエたたきモード」を備えている。ゴハンモードからは図8の(b)のようにショップにおいてあらかじめ購入されたエサの一覧が表示され、その中から与えたいエサを選ぶことで、キャラクタにエサを与えることができる。排便データを記録することでコイン(お金)を手に入れることができ、それ

を使うことで図7のショップからエサを購入できるようになっている。エサをキャラクタに与えることでキャラクタは成長して行き、その育成過程により、キャラクタは成長とともに外見が変化する。その外見の変化はコレクション要素として図8の(c)のような「図鑑モード」より閲覧することができるようになっている。

提案システムでは一日一回のみプレイすることができるミニゲーム「ハエたたき」も実現し、次の日にも持続的に提案システムを使いたくなるようなエンタテインメント性を導入した。図8の(d)のようにキャラクタの間にあるハエをユーザの指でタップすることにより、ハエをゲームから消すことができる。ハエをすべて叩ききったタイムはユーザにフィードバックされ、達成感を生み出すようになっている。また、ハエたたきをすることによって、キャラクタの満足度は上昇し、成長するようになっている。

3.6 提案システムの実装

システム開発環境は Xcode 4.5 と iOS シミュレーター 6.0 を利用し、排便データのデータベース化とカレンダーUIにはそれぞれ Core Data (SQLite) と TapkuLibrary を用いた。提案システムは Apple 社のスマートフォンである iPhone を始めとする iOS を搭載したデバイス上で動作する。図9に iPhone 4S, iPhone 5 で動作している提案システムを示す。この他にも、iOS 5.0 以上を搭載する iPhone, iPod touch および iPad での動作を確認している。

4 評価実験

4.1 実験目的

排便データを記録・健康管理する上で提案システムに導入したインタラクティブ性が継続性の向上に有効で



図8 ゲームのエンタテインメント要素



図9 iPhone 4S(左)および iPhone 5(右)で動作する提案システム

Fig.9 The proposed system implemented on iPhone 4S (left) and iPhone 5 (right)

あること、さらにインタラクティブ性の有無による健康管理への意識付けの違いを検証する。被験者にインタラクティブ性がある提案システム(「うんちく」、グラフ表示、排便の評価、育成ゲームがあり)と、インタラクティブ性がない提案システム(「うんちく」、グラフ表示、排便の評価、育成ゲームがなし)両方を使用させ、表 1 のアンケートを利用して提案システムの評価実験を行った。

4.2 実験内容

18~46歳の学生および一般人20人(男19名、女1名)を被験者とした。被験者にはまず、提案システムの操作方法および実験内容の説明を行った。その後、被験者が日常的に使用しているスマートフォンにインタラクティブ性がある提案システムとインタラクティブ性がない提案システムの双方をインストールし、両方のシステムを同時に一週間使用してもらった。今回の評価実験では、各被験者が排便データをインタラクティブ性のあるシステムとないシステムの二通りについて記録する。どちらから先に記録をするかは実験結果に大きな影響を及ぼすと考えられるため、両システムの記録順序が偏らないように毎回記録をするシステムの順序を交換するように指示した上で実験を開始した。一週間経過した時点で、インタラクティブ性がある提案システム、インタラクティブ性がない提案システムのそれぞれで行った排便

記録について、表 1 に示す質問に回答してもらった。なお、回答は10段階評価であり、10が最も良く、1が最も悪いことを示す。Q1, Q2, Q3, Q9についてはインタラクティブ性あり・なしに関わらず、提案システム全体に対して回答を求めた。

また、Q4についてはインタラクティブ性がある提案システムのみ回答を求めた。Q5, Q6, Q7, Q8に対してはインタラクティブ性あり・なしの双方に対して回答を求めた。Q3, Q5, Q7, Q8については、評価に対する理由も自由記述形式で回答してもらった。最後に提案システムを使用した感想全般について自由記述形式で回答してもらった。

4.3 実験結果と考察

図10に提案システム全体の有用性に関するアンケート項目の結果を示す。

グラフの縦軸は評価の平均値であり、評価値が高いほうがより良い結果を示す。Q1, Q2に対してはt検定を用いて評価を行った。Q1, Q2への回答に有意な差があった($t=3.13$, $p<0.05$)。これより、提案システムを使うことで排便データと健康の関わりをより以前よりも意識することができたことが示された。次に、Q3の結果より、ほとんどの被験者が実験期間中に排便データを続けて記録できたことが分かる。また、Q9より、被験者は記録したデータの活用までを実感しながら提案システムを利用していたことが示された。これらの結果より、被験者は健康管理のために排便データを記録する有用性を感じつつ、継続的に提案システムを使用したことが分かる。

図11は提案システムに導入したインタラクティブ性が継続性の向上に有効であるかに関するアンケート項目

表1 アンケートの質問内容

Table 1 Questionnaire items

| 質問番号 | 質問内容(要約) |
|------|---|
| Q1 | 排便データと健康の関わりをシステム使用以前に知っていたか |
| Q2 | 提案システムを使用することで、排便データと健康の関わりを意識することができたか |
| Q3 | 使用期間中、排便データを続けてちゃんと記録することができたか |
| Q4 | 継続的に使用する上で、育成ゲームは役に立ったか |
| Q5 | 提案システムの使用中、継続的に使用したいと感じたか |
| Q6 | 提案システムを使用することで、健康について以前よりも意識するようになったか |
| Q7 | 提案システムが健康管理をする上で役に立ったか |
| Q8 | 今後、提案システムを活用していきたいと思うか |
| Q9 | 提案システムに記録された排便データは医師に見せることで診断の役に立つと思うか |

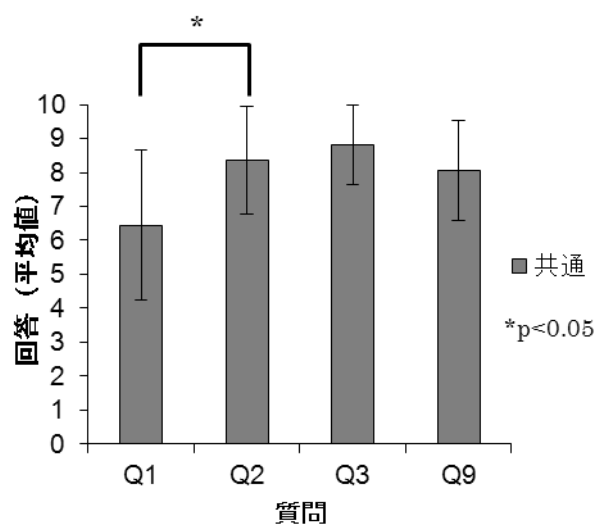


図10 提案システムの有用性に関するアンケート調査の結果

Fig.10 Results of the questionnaire survey on the usefulness of the proposed system

の結果を示す。Q5, Q8 に関してはインタラクティブ性あり・なしの双方に対して回答を求め、その後 t 検定を行った。Q5 への回答に有意な差があった ($t=7.92, p<0.01$)。また、Q8 への回答にも有意な差があった ($t=10.38, p<0.01$)。これより、インタラクティブ性があった方がシステムを継続的に使用したいと感じていることが示された。また、Q4 の平均値は 8.1 ポイントであり、人間の愛着に基づいたモチベーション維持の観点[5]から、提案システムに導入したキャラクタの育成型ゲームが継続性の向上に貢献していることが分かった。以上の結果から、提案システムに導入したインタラクティブ性が継続性の向上に有効であったと考えられる。

図 12 に「インタラクティブ性の有無による健康管理への意識付け」に関するアンケート項目の結果を示す。図 12 に示すように、Q6 への回答に有意な差があった ($t=4.86, p<0.01$)。また、Q7 への回答にも有意な差があった ($t=5.97, p<0.01$)。これより、提案システムを使用することで、健康について以前よりも意識するができたことや提案システムが健康管理をする上で役に立っていることが分かった。

さらに、提案システムでは育成型ソーシャルゲームを参考[21]とし、インタラクティブなゲーム要素を取り入れている。ソーシャルゲームにおいても一日で離脱するユーザは 90%にも及ぶと報告がされている[22]。10 日間を超えてゲームを継続するユーザの割合は 4.5%という結果もでていいる。しかし、一週間継続的に利用すればするほど、ユーザがゲームをプレイするという期待値は高くなるという報告がされている。「一週間」というのはユ

ーザが提案システムを健康記録の手段として長期的に利用していくための一つの区切りになると考えられる。

提案システムの継続性を評価する Q5 と Q8 の回答の理由としてインタラクティブ性がある方は「うんちくや評価など、記録した後のフィードバックがあったため、継続して記録がしやすかった」、「健康管理をしている感じがして楽しかった」、「ゲームでキャラを育てるのが楽しかった。また、うんちくを読めば読むほど排便データと健康の関わりが実感できたため」、「インタラクティブ要素があるためなど」、「ゲームがあつて飽きずに記録できた」などが挙げられており、逆にインタラクティブ性がない方は「継続したいとは思いますが、単調すぎて途中で飽きてしまうかも」、「健康管理をしているという感じが薄い」などの理由が挙げられた。これらの結果より、ゲーム性だけではなく、排便データと便に関する知識をユーザに提供する「うんちく」機能や、グラフ表示、排便の評価なども肯定的に評価されており、継続性の向上に貢献していたことが分かった。

これは、排便データを記録するという行為の健康管理上の有用性をユーザに認識させたことに効果があったと考えられる。「健康管理に対して意味のあるデータを記録している」という情報をユーザに提供する機能を備えた方がユーザにとって「排便データを記録すれば健康に対してメリットがある」と感じられ、より継続的に使用できたと考えられる。

最後に、日々の便の状態の記録が、身体の異常の早期発見確率に有意な差を与えていることを、実証する関連研究を挙げ、提案システムの有効性を述べる。

機能的腸疾患の診断には、初めの症候が 6 ヶ月以前

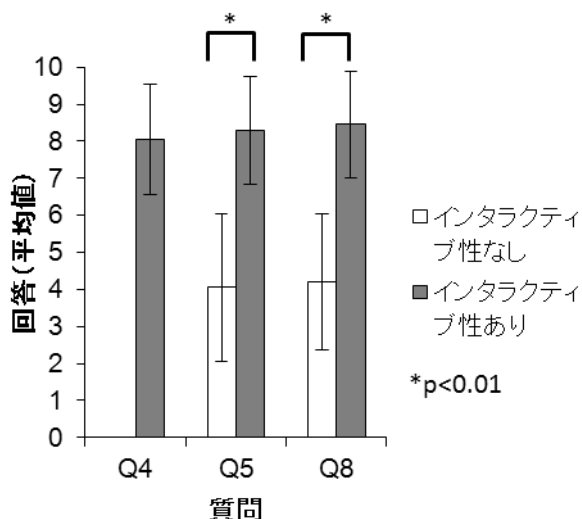


図 11 提案システムの継続性に関するアンケート調査の結果

Fig.11 Results of the questionnaire survey on the continuity of the proposed system

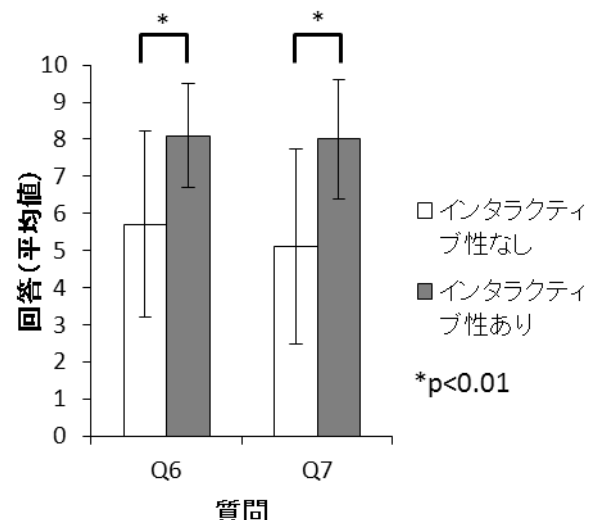


図 12 提案システムの健康管理への意識付けに関するアンケート調査の結果

Fig.12 Results of the questionnaire survey on the awareness of healthcare by the proposed system

より始まり、過去 3 ヶ月間三日以上の症状が持続された特徴的な症状を必要とする。Longstreth ら[20]は、過敏性腸症候群、機能性腹部膨満、機能性便秘、下痢などを診断するために「Bristol Stool Form Scale」を使用し、機能性腸疾患の診断支援を行ったことを報告している。図 2 のように提案システムでは「Bristol Stool Form Scale」を便の形を分類するパラメータとして適用している。提案システムによる便の形の記録は機能性腸疾患の早期発見や診断に有効に使えると考える。

また、大腸がんのスクリーニング検査のうち、「50 歳以上に対する大腸がん検診」について、便潜血検査に有効性を示す根拠があると報告されている[23]。消化器系の内臓内の出血部位や異常によって便の色は変わり、病気の特定に利用できる。赤色の便が出たら大腸がんやポリープ、大腸炎が疑われ、さらに黒色の便が出たら、それは十二指腸よりも上部での出血が疑われる。図 2 のように提案システムでは、6 種類の便の色が記録でき、医療機関で消化器系の内臓内の異常や大腸がんなどの診断に有用であると考えられる。

5 まとめ

本研究では、便に関するデータとスマートフォンを用いて健康を管理するためのインタラクティブな記録・管理システムを開発した。評価実験として、ユーザにインタラクティブ性がある提案システム、インタラクティブ性がない提案システムの双方を使用させ、その後アンケート評価を行った。その結果から、排便データを用いた提案システムが健康管理する上で有用であること、インタラクティブ性がある方が継続的に使用できるシステムであり、健康管理に対して意味のあるデータを記録しているという情報をユーザに提供する機能を備えた方がユーザにとって「排便データを記録すれば健康に対してメリットがある」と感じられ、さらに健康管理への意識を高めるのに役に立つことが分かった。

最後に今後の課題について述べる。藤本[24]は SNS サイト上にゲームのポイントやレベルなどの要素がフィードバックされる機能を取り入れ、ゲームに人が引き込まれる仕組みの例を報告している。倉本[25]は EELF (Entertainment-for-Everyday-Life Framework) という概念を取り上げ、エンタテインメント要素として自分が育成したキャラクターを使用した対戦ゲーム要素により参加感を提供し、エンタテインメント性を高めることができるとい報告をしている。

これを踏まえ提案システムの長期使用における継続性について、特にエンタテインメント性からのアプローチをすることにおける展望を挙げる。図 13 のように提案システムをクライアントとし、便と関連する SNS サイトをサーバ上に構築することを検討したい。ユーザが提案システムの育成ゲームにおいて育成したキャラクター情報を用い

て(アバターに相当) SNS サイトにアクセスし、他の参加者と交流できる機能を取り入れたい。SNS サイトにアクセスしたユーザは、他の参加者と対戦ゲームを行ったり、便の豆知識をユーザ同士で共有することができるようにする。さらに、ハエたたきのオンラインランキング対応やうんちクイズなどのエンタテインメント要素をユーザに提供することで、排便データを記録するという作業に対する達成感や満足感をユーザ側にフィードバックすることができ、提案システムの長期使用における継続性が一層高められると考える。

これに加えて、提案システムを将来的には Apple 社の App Store など、ユーザがダウンロード可能な形で公開し、広く利用してもらうことを目指している。

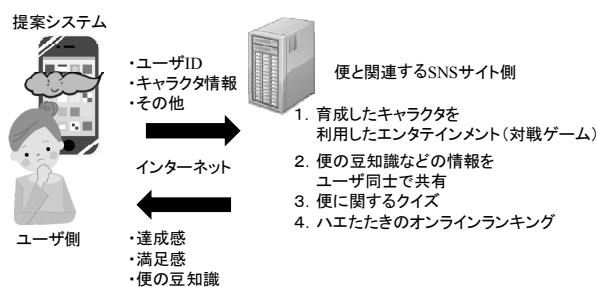


図 13 継続性を確保するための展望

Fig.13 Concept of the future system for ensuring the sustainability

謝辞

本研究に対し、ご助言・ご協力くださった青山医院医師の青山美子氏に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] おおたわ史絵, 「今日のうんこ」, 文芸社, 2012
- [2] 寄藤 文平, 藤田 紘一郎, 「ウンココロ」, 実業之日本社, 2010
- [3] 大内 一成, 鈴木 琢治, 森屋 彰久, 亀山 研一, “ウェアラブル機器を用いたヘルスケアサービス”, 情報処理学会研究報告, UBI, 2007(14), pp. 29-36, 2007
- [4] A. S. Mohammad Mosa, I. Yoo, L. Sheets, “A Systematic Review of Healthcare Applications for Smartphones”, BMC Medical Informatics and Decision Making, 12:67, 10.1186/1472-6947-12-67, 2012
- [5] 棟方 渚, 「人間と人工物との継続的なインタラクション構築を目的としたインタラクティブシステム」, 公立ほこだて未来大学大学院システム情報科学研究科システム情報科学専攻, 博士論文, 2008
- [6] 戸田 健, 尾崎信耶, 井手口直子, 宮木智子, 南部恵子, 池田恵子, “遠隔服薬支援のための患者-薬剤師間インタラクティブコミュニケーションシステム”, 人間工学 Vol.48, No.5, pp. 255-265, 2012
- [7] C. Garritty, K. E. Emam, “Who’s using PDAs? Estimates of PDA use by health care providers: a systematic review

- of surveys”, Journal of Medical Internet Research, 8(2):e7, 2006
- [8] 原 晋介, “情報通信技術の健康・医療分野への活用に向けて”, 電子情報通信学会誌 94(3), pp. 166-171, 2011
- [9] 山口 典男, 置田 誠, 重松 隆之, 高橋 修, 宮本 衛市, “パトラー型パーソナルサービスアーキテクチャの提案とそのユビキタス型ヘルスケアサービスへの適用の検討”, 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 3, pp. 722-730, 2006
- [10] H. Viswanathan, B. Chen, D. Pompili, “Research challenges in computation, communication, and context awareness for ubiquitous healthcare”, IEEE Communications Magazine, Vol. 50, Issue. 5, pp. 92-99, 2012
- [11] D. K. Vawdrey, L. G. Wilcox, et al, “Tablet Computer Application for Patients to Participate in Their Hospital Care”, AMIA Annual Symposium Proceedings, pp. 1428-1435, 2011
- [12] 竹内裕之, 橋口猛志, 新谷隆彦, “携帯電話を活用した個人健康管理システム”, 高崎健康福祉大学紀要, Vol. 3, pp. 1-8, 2004
- [13] 浅野 昂紀, 川原崎 雅敏, 五十嵐 徹也, 大原 信, “携帯電話を利用した自己血糖管理システム(iSMBG)の開発”, 電子情報通信学会技術研究報告. IN, 情報ネットワーク 108(393), pp. 39-44, 2009
- [14] 幸島 明男, 井上 豊, 池田 剛, 山下 倫央, 太田 正幸, 車谷 浩一, “モバイルセンシングプラットフォーム: CONSORTS-S : ワイヤレス心電センサと携帯電話を用いたヘルスケアサービスの構築”, 電子情報通信学会技術研究報告. USN, ユビキタス・センサネットワーク 107(152), pp. 23-28, 2007
- [15] T. H. Teo, W. T. Tan, P. K. Gopalakrishnan, V. K. H. Phay, “Wireless Healthcare Monitoring System for Home”, World Academy of Science, Engineering and Technology, pp. 528-531, 2008
- [16] 佐藤 敬幸, 阿野 茂浩, 山崎 克之, “携帯電話のGPS データによる生活習慣観測システムの開発と評価”, 電子情報通信学会技術研究報告. IA, インターネットアーキテクチャ, 109(351), pp. 39-44, 2009
- [17] 大倉 輝, 山本 寛, 山崎 克之, “Android 端末搭載センサとベクターマップマッチングを用いた歩行経路推定システムの開発と評価”, 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム J95-D(5), pp. 1081-1090, 2012
- [18] 小松原美穂 他, “健康状態の推定を目的とした排便物識別のための一手法”, 情報処理学会研究報告. MPS, 数理モデル化と問題解決研究報告, Vol. 7, pp. 25-28, 2007
- [19] 中島洋子, “女子学生の健康意識, 生活習慣および食習慣に関する研究 -排便習慣からみた女子学生の健康意識, 生活習慣, および食習慣に関する研究-”, 聖徳大学研究紀要, Vol. 12, pp. 39-46, 2001
- [20] G. F. Longstreth, W. G. Thompson, W. D. Chey, et al, “Functional bowel disorders”, Gastroenterology, 130: 1480-1491, 2006
- [21] ソフトバンク・ヒューマンキャピタル株式会社, 「ビジネスパーソンのソーシャルゲーム利用に関する調査」, 「<http://www.softbankhc.co.jp/press/release/20100914/130000.html>」 (2013年10月01日現在)
- [22] inside 社, 「ソーシャルゲーム, ゲーム開始翌日には実に90%のユーザが離脱」, 「<http://www.inside-games.jp/article/2012/10/22/60726.html>」と「http://www.insidesocialgames.com/wp-content/uploads/2012/10/Playnomics_Q3-report_Final-copy.pdf」 (2013年10月01日現在)
- [23] Pignore M, et al., “Screening for colorectal cancer in adults at average risk: a summary of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force.”, Annals of Internal Medicine, Vol. 137, No 2, pp.132-41, 2012
- [24] 藤本 徹, “サービスとしてのゲーム”, 情報の科学と技術, 62(12), pp. 502-507, 2012
- [25] 倉本 到, “Everyday Entertainment: 日常生活とエンタテインメントとのよい関係”, 情報処理学会研究報告 エンタテインメントコンピューティング (EC), 2009-EC-14(5), pp. 1-4, 2009

(2013年6月10日受付)

[著者紹介]

石井 晃 (非会員)



2013年国立群馬工業高等専門学校電子情報工学科卒, 同年4月筑波大学情報学群情報メディア創成学類入学. 現在, 人工現実感, ヒューマンインタフェースに関する研究に従事.

崔 雄 (正会員)



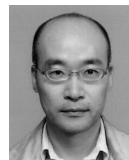
2005年東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻博士課程修了. 現在, 国立群馬工業高等専門学校電子情報工学科, 講師. ヒューマンインタフェースに関する研究に従事. 博士(学術).

李 亮 (正会員)



2011年広島大学大学院情報工学専攻博士課程修了. 同年立命館大学グローバル・イノベーション研究機構ポストドクトラルフェロー, 現在に至る. バーチャルリアリティ, 画像処理の研究に従事. 博士(工学).

関口 博之 (非会員)



1988年京都大学大学院修士課程了. 同年(株)日立製作所入社. 2007年立命館大学情報理工学部招聘准教授, 現在, 京都大学医学研究科特定講師(JST). 医用画像処理の研究に従事. 博士(工学).

八村 広三郎 (正会員)



1979年京都大学工学博士. 2004年情報理工学部教授, 現在にいたる. 画像処理, 舞踊の身体動作解析, 人文情報処理などの研究に従事. 2012年より, 立命館大学アトリサーチセンター副センター長兼務. 2012年より, 立命館大学情報理工学部学部長.