

LifeMinder[®]: ウェアラブル健康管理システムにおける 腕時計型生体センサの高機能化／低消費電力化

大内 一成 鈴木 琢治 土井 美和子

株式会社東芝 研究開発センター マルチメディアラボラトリー

1. はじめに

生活習慣病の予防のためには、食事、運動、睡眠、ストレスなど日頃からの生活習慣の管理が重要である。筆者らは、腕時計型生体センサを用いて日常生活において連続的にユーザの健康管理を支援するウェアラブル健康管理システム「LifeMinder[®]」の開発を進めている^{[1][2]}。本システムの特徴は、腕時計型生体センサとモバイル端末(ここでは PDA を利用)という手軽な構成のため、いつでもどこでも健康管理サービスを提供でき、更にリアルタイムにユーザの状況を認識することで、状況に応じて適切なサービスを提供できる点である。

これまでは、図 1(左)の腕時計型生体センサ Ver.1 を用いてデモシステム構築を行ってきた。ユーザの生活状況を認識するためには、ユーザの動作状態と共に、内面の活動である自律神経の状態を連続的に計測する必要があり、また、小型・低消費電力であるという観点から、手首加速度、脈波、皮膚温、GSR(Galvanic Skin Reflex:皮膚電気反射)に着目した。生体センサではそれらを計測し、それをもとにしてリアルタイムに認識処理を行い、その結果を Bluetooth でモバイル端末へ送信し、状況に応じたサービス提供を実現した。しかし、Ver.1 では内部状態表示用として LED を 4 個搭載しているものの、メッセージを表示できるような情報呈示機能を搭載していないため、生体センサはデータの計測／認識のみを行い、サービスはすべてモバイル端末にて行うということにしていた。

これに対し今回、図 1(右)のような腕時計型生体センサ Ver.2 を開発した。液晶キャラクタディスプレイ、周波数に応じて音と振動の両方を呈示できるバイブレーションスピーカを搭載することにより、生体センサ側でもアラームやメッセージ表示などを行うことができるようにした。また、Ver.1 では 2 軸加速度センサを使用していたが、Ver.2 では 3

軸加速度センサを使用し、より詳細な動作解析を可能とした。更に、温度センサ、GSR センサの数を増やすなど、様々な利用方法を視野に入れた高機能化および低消費電力化を実現した。



図 1 腕時計型生体センサ
(左) Ver.1, (右) Ver.2

2. 腕時計型生体センサ Ver.2

本センサは、図 2 のように各種センサを搭載し指腹部に装着するセンサヘッドとセンサ本体で構成されている。Ver.2 では、手首 GSR、手首皮膚温も計測可能とし、それぞれによる温熱状態の計測だけでなく、その値を手掌部における GSR、皮膚温の値に対するリファレンスとして使用することで、より精度良く精神／心理状態を解析できるようにした。また、環境温の計測も可能とした。搭載しているセンサを表 1 に示す。

表 1 搭載センサと計測する生体情報

センサ	生体情報	示す指標
3 軸加速度センサ	手首加速度	動作状態, 歩数
光電脈波センサ	脈波	脈拍, 自律神経系活動
温度センサ (手掌)	手掌皮膚温	精神／心理状態
温度センサ (手首)	手首皮膚温	温熱状態
温度センサ (環境)	(環境温)	(環境温)
GSR センサ (手掌)	精神性発汗	精神／心理状態
GSR センサ (手首)	温熱性発汗	温熱状態

マイクロコントローラは 50ms 毎に A/D 変換したデータを元に、各動作の違いによる手の振りの差に注目し、手首加速度からユーザの動作状態認識／歩数カウント、脈波からの脈拍認識などの処理をリアルタイムに行う。現在、「歩行」、「走行」、「PC 作業」などの認識が可能^[3]であるが、例えば腰などに装着した加速度センサによる動作認識に比べて、起立時／着席時などにおける上肢の動作

認識も行うことができるという利点がある。尚、Ver.1で2軸加速度センサを用いて様々な状況における上肢の動作計測を行った際、歩行、走行など、発生する加速度が2軸に集中する動作はある程度認識できることがわかったが、それ以外の複雑な動作の解析には3軸加速度が必要であるとの結論に達し、Ver.2では3軸加速度センサを採用した。

また、バイブレータスピーカと液晶キャラクタディスプレイを搭載しており、生体センサ側で簡単な情報呈示も行うことができるので、モバイル端末がなくてもある程度のサービスを提供できる。更に、搭載しているEEPROMにデータを蓄積してからまとめてデータを外部へ送信するという、データロガー的な使用形態も可能である。

腕時計型生体センサで計測／認識したデータは、Bluetoothモジュールからモバイル端末へ送信し、モバイル端末ではそれに基づいてリアルタイムにユーザの状況に応じた健康管理サービスを提供する。認識結果および計測データを1秒間隔で送信した際の生体センサの消費電力は平均95mWで、Ver.1に比べておよそ30%の低消費電力化を実現し、約14時間の連続使用が可能である。尚、Ver.1では生体センサに情報呈示機能を搭載していなかったため、送信間隔を長くすることで通信に消費する電力を抑えると、その分だけサービスのリアルタイム性が失われてしまうという問題があったが、Ver.2では生体センサ側でも情報呈示を可能としたため、ハード的な省電力化だけでなく、サービス機能面からの省電力化もできる。

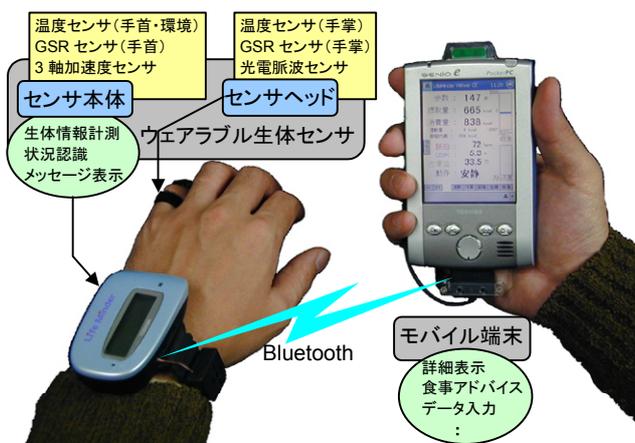


図2 システム概要

3. 健康管理サービス概要

本システムでは、腕時計型生体センサで計測／認識された生体情報を利用して、運動管理、食事

管理などの健康管理サービスを、ユーザの状況に応じてリアルタイムに提供する。

Ver.2ではモバイル端末と生体センサの両方で情報呈示を可能としたため、目的に応じて両者を使い分けることができる。例えば、長時間PC作業が続いている場合には休息を促したり、逆に予定のない休日に何もしていないと散歩や運動を促したりするなど、ユーザの動作状態に応じてリアルタイムにアドバイス呈示を行う際には、生体センサ側でアラームやメッセージで知らせる。その結果、ユーザが過去の自分のデータを見たいと思うのであれば、その時点で端末の画面を見れば良い。また、食事のタイミングに合わせて行うメニューの入力催促はセンサ側で行い、メニューの入力は端末側で行う。また、食後の服薬指示や血糖値計測指示などはセンサ側で行う。

つまり、リアルタイム性が重要であるものはセンサ側で情報呈示を行い、例えば1日の行動履歴の参照などリアルタイム性がそれほど重要でないものや詳細なデータ表示が必要なもの、食事メニューの入力のように入力操作を伴うものなどは端末側でサービス提供を行うことにしている。

4. まとめ

腕時計型生体センサとユーザの日常生活に即した状況認識技術により、いつでもどこでもユーザを見守る手軽な健康管理システムについて、今回開発した腕時計型生体センサ Ver.2の機能を中心に述べた。

今後は、ハードウェアの更なる小型化、省電力化を図ると同時に、状況認識の精度向上を図る。また、Bluetoothを利用し、在宅時などにはモバイル端末の代わりにホームサーバ、更には他の計測機器／家電機器と連携したサービスも実現したい。

謝辞

本研究の一部は文部科学省の平成14年度科学技術振興調整費「人間支援のための分散リアルタイムネットワーク基盤技術の研究」の一環として行われた。

参考文献

- [1] T. Suzuki, and M. Doi, "LifeMinder: An Evidence-Based Wearable Healthcare Assistant," CHI2001 Extended Abstracts, pp.127-128, 2001.
- [2] K. Ouchi, T. Suzuki, and M. Doi, "LifeMinder: A Wearable Healthcare Support System Using User's Context," Proceedings of ICDCS2002 Workshops (IWSAWC), pp.791-792, 2002.
- [3] 森田千絵, 佐藤誠, 土井美和子, "加速度データを用いた行動認識", 情報科学技術フォーラム FIT2002, pp415-416, 2002.