

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

幸島 明男[†] 井上 豊[†] 池田 剛[†] 山下 倫央[†] 太田 正幸[†]
車谷 浩一[†]

[†] 独立行政法人産業技術総合研究所 情報技術研究部門/科学技術振興機構 CREST
〒135-0064 東京都江東区青海2-41-6

E-mail: †{sashima-akio,yutaka.inoue,ikedata-takeshi,tomohisa.yamashita,m-ohta,k.kurumatani}@aist.go.jp

あらまし 本論文では、モバイルユーザの周囲のセンサ情報を用いて、コンテキストアウェアなサービスを提供するためのモバイルセンシングプラットフォーム：CONSORTS-S について述べる。CONSORTS-S は 1) 携帯電話をゲートウェイとしてユーザの周囲のセンサと通信することで、センサ情報を収集し、2) インターネット上のサーバと連携しながらそのセンサデータを解析し、3) 携帯電話をユーザインタフェースとして、ヘルスケアサービスのようなユーザの状況に応じたサービスを提供する。本論文では、CONSORTS-S の概要と CONSORTS-S を用いて実現したヘルスケアサービスについて述べる。実装したヘルスケアサービスはユーザの健康維持を目的として、運動時などにおけるユーザの生体情報をワイヤレス心電センサと 3 軸加速度センサを用いてセンシングし、そのデータから推定したユーザの身体状況を携帯電話の画面を用いてユーザに提示するものである。

キーワード モバイルセンシング、ヘルスケア、コンテキストアウェアネス、ミドルウェア、ワイヤレス心電センサ

Mobile-Sensing Platform: CONSORTS-S

Developing Healthcare Services by Using Cell Phones and Wireless Electrocardiograph Sensors

Akio SASHIMA[†], Yutaka INOUE[†], Takeshi IKEDA[†], Tomohisa YAMASHITA[†],
Masayuki OHTA[†], and Koichi KURUMATANI[†]

[†] National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)/CREST, JST
2-41-6, Aomi, Koto, Tokyo 135-0064, Japan

E-mail: †{sashima-akio,yutaka.inoue,ikedata-takeshi,tomohisa.yamashita,m-ohta,k.kurumatani}@aist.go.jp

Abstract CONSORTS-S is a mobile-sensing platform that provides context-aware services with mobile users by using users' surrounding wireless sensor networks. A CONSORTS-S platform provides following facilities: 1) communicating wireless sensor networks via user's cell phone (as a gateway) to collect surrounding sensor data, 2) analyzing the data by cooperating with sensor middleware, called SENSORD, on a remote server to capture one's contexts, and 3) providing personal services for the user, such as healthcare services, using GUI on the cell phone. In this paper, we describe the concept and architecture of CONSORTS-S, and show healthcare services on CONSORTS-S. The services maintain and improve user's condition by monitoring one's biological information, such as heartbeat, posture and locomotion. The services are implemented with popular 3G phone and wearable wireless sensors, e.g., electrocardiograph, thermometer, and 3-axis accelerometer.

Key words mobile-sensing, healthcare, context-awareness, middleware, electrocardiograph

1. まえがき

近年、ワイヤレスセンサネットワーク (Wireless Sensor Network) に関する研究・開発が注目を集めている。そこでは、小型で安価なセンサノードと呼ばれるワイヤレス通信機能を持つデバイスを、現実社会のさまざまな環境に配置し、ネットワーク化することによって、その環境の情報にアクセスする手法について、さまざまな観点から研究が為されている。このようなワイヤレスセンサネットワークへの関心の高まりを踏まえ、ハードウェア層やネットワーク層を中心としたこれまでの多くの研究から、ミドルウェア層やアプリケーション層のような高次のソフトウェアに関する研究が増加の傾向を見せている。ここでは、センサデバイスの詳細や複雑なルーティングの仕組みを知らなくても、アプリケーション開発が可能になるような適切な抽象レベルの API の重要性が認識され、センサネットワークのためのミドルウェア技術に関する研究が進められている。

これまで我々は、このようなセンサミドルウェアに関して、低レベルのセンサイベント情報の解析と高次のサービス連携を実現するためのミドルウェア SENSOR (Sensor-Event-Driven Service Coordination Middleware) を開発してきた [1]。SENSOR は、複数のセンサデータを高速に解析し、処理するために、センサデータを、取得した時空間の情報とともに共有メモリ上に保持する機能を持つ。また、SENSOR に蓄積されたセンサデータに基づいて、アプリケーション開発者が記述したサービスルールを評価し、ルールが適合する場合には対応するサービスを起動する機能を提供する。たとえば、SENSOR のアプリケーションとして、我々の研究室のフロアに、さまざまなセンサデバイス (温度湿度センサ、ビデオ監視システム、マイクロフォンアレイなど) を実際に設置し、火災などの異常の発生に備えた環境モニタリングシステム [2] を開発してきた。

しかしながら、SENSOR では、特定の環境のモニタリングを目的として、ある環境中に固定的に設置されたセンサからの情報の管理に着目して研究を進めてきたため、さまざまなサービス環境間を移動するユーザの周囲のセンサ情報の管理に関しては十分な検討がなされてこなかった。本来、人間はさまざまな環境を移動しながら生活するものである。そのようなモビリティを想定したサービスの提供を実現するには、これまでのような特定の環境に焦点を当てたセンシング技術だけではなく、ユーザの周囲のモバイル環境に焦点を当てたセンシング技術に関しても研究を進めていく必要がある。

そこで、本研究では、このようなモバイルユーザ向けのサービスを想定したセンシング技術を“モバイルセンシング”と呼び、そのサービスプラットフォームとして携帯電話をゲートウェイとしたモバイルセンシングプラットフォーム CONSORTS-S の開発を進めている。CONSORTS-S は、SENSOR のセンサ情報解析とサービス連携機能を、ユーザの周囲のモバイル環境に対して適用したものであり、モバイルユーザに装着されたセンサ (ウェアラブルセンサ) や周囲の環境側センサからの情報に基づいて状況に応じたサービスを実現するためのプラットフォームである。具体的には、携帯電話をゲートウェイとして

ユーザの周囲のセンサと通信し、そのセンサ情報をインターネット経由で SENSOR と連携して解析する。そして、その解析結果に基づいたサービスを、携帯電話をユーザインタフェースとして提供する。本論文では、CONSORTS-S の概要と CONSORTS-S を用いて実現したヘルスケアサービスについて述べる。実装したヘルスケアサービスはユーザの健康維持を目的として、運動時などにおけるユーザの生体情報をワイヤレス心電センサと 3 軸加速度センサを用いてセンシングし、そのデータから推定したユーザの身体状況を携帯電話の画面を用いて提示する機能を提供するものである。

2. モバイルセンシング

本研究では、モバイルユーザへのサービスを目的として、ユーザの周囲のモバイル環境のセンサ情報の収集、管理、解析、サービスに焦点を当てたセンシング技術をモバイルセンシングと呼ぶ。モバイルセンシングにおける情報処理技術の特徴は、ユーザの保持する携帯端末 (携帯電話、PDA など) とインターネット上のセンサ情報管理サーバとが相互に通信しあいながら、実時間で情報処理を行うという点にある。いかにして、携帯電話上の限られた計算資源とサーバ上の豊富な計算資源とを連携させ、ユーザに対してその場、そのときに必要なサービスを、高度なセンサデータ解析に基づいて提供するかと言う点が研究課題になる。

2.1 モバイルセンシングプラットフォーム

本研究では、モバイルセンシングを実現する計算機システムをモバイルセンシングプラットフォームと呼ぶ。モバイルセンシングプラットフォームに不可欠な機能として、以下のような機能を挙げるができる。

センサデータ収集機能 ユーザの携帯端末は近接するセンサ群とワイヤレスで通信し、センサ情報を収集する。センサと携帯端末間における通信プロトコルは、さまざまなセンサが相互接続可能な抽象化された共通プロトコルとする。携帯端末の処理機能および通信機能には限界があるため、提供するサービスに応じて、センサデバイスから取得するデータの削減や、サーバへ送信するセンサデータの削減処理を行う。携帯電話側でセンサデータに前処理を行い、そのデータに基づいてサーバ側でデータの補間処理などを行う。

センサデータ解析機能 ユーザの携帯端末は、周囲のセンサ群から取得したセンサデータを、センサ情報管理サーバへ送信し、センサデータの解析はサーバ上で行う。多くの携帯端末への対応を想定して、携帯端末とサーバとの間の通信プロトコルは抽象化された共通プロトコルとする。サーバとの連携を必要としない、携帯端末上で処理可能な単純な解析処理 (移動平均やグラフ化など) に関しては、携帯端末上で行うことで、高速なフィードバックを可能にする。

センサデータ管理機能 センサ情報管理サーバは、受信したセンサデータを蓄積し、必要に応じて検索する機能を提供する。モバイルセンシングでは、サーバ上でのセンサデータの処理を原則とするが、精細なセンサデータが必要なサービスや、圏外時の処理の継続などを想定して、携帯端末内のストレージにセ

ンサデータを蓄積し、非同期で処理する機能も提供する。

サービス提示機能 ユーザの携帯端末は、サーバ上でセンサデータの解析結果に基づいて、さまざまなサービスを提供する。たとえば、周囲の空気汚染などのモニタリングやウェアラブルセンサに基づくヘルスケアなどを想定している。

このような機能を提供するためのセンシングとサービスのプラットフォームを目指して、我々が開発中のモバイルセンシングプラットフォームが CONSORTS-S である。CONSORTS-S では、携帯電話をセンサデータ収集とサービス提示に用い、センサデータの管理と解析を SENSORD を用いて行う。

2.2 関連研究

モバイルユーザへのサービスに焦点を当てた研究は、一般にモバイルコンピューティングと呼ばれ、これまで多くの研究がなされてきた。近年、ユビキタスコンピューティング研究の文脈において、モバイル機器に装着されたセンサを用いて、ユーザの状況を推定しようという研究が目玉を集めている。たとえば、倉沢ら [3] は、携帯電話への組み込みを前提として、3軸加速度センサを用いた姿勢推定手法を提案している。また、Lester ら [4] は、異なるモダリティの複数のセンサを搭載した携帯型センサボードを用いて、ユーザの行動を推定する手法を提案している。しかしながら、これらの研究は、ユーザの状態の推定手法に焦点をあてたものであり、携帯端末の通信機能の利用やサーバとの連携による解析処理という観点については、十分に検討されていない。

ユビキタスコンピューティング環境を想定し、携帯端末をゲートウェイとして、環境の遠隔監視を行う研究やソリューションに関しては、これまでも多くの提案がなされてきた。たとえば、Trossen ら [5] は NORS^(注1)と呼ぶ携帯電話を用いたリモートセンシングのプラットフォームを提案している。NORS は、携帯電話を用いてローカルなセンサデータを収集し集約して、インターネット上のセンササーバに送信する機能を提供する。NORS の提案は、携帯電話をゲートウェイとする点で、我々の提案と類似する部分も多い。しかしながら、我々の提案するモバイルセンシングプラットフォームは、モバイルユーザのためのセンシングを目的として構築されており、リモートセンシングはその副産物として位置づけられている点で異なっている。モバイルセンシングにおける携帯端末は、センサネットワークの研究において、センサネットワークと IP ネットワークを接続するゲートウェイ的な役割でも動作するが、その場でサービスを提供するユーザインタフェースである点をその特徴として持つ。

3. モバイルセンシングプラットフォーム：CONSORTS-S

本節では、モバイルセンシングプラットフォーム CONSORTS-S の概要について述べる。CONSORTS-S では、携帯電話をセンサデータ収集とサービス提示に用い、センサデータの管理と解析を SENSORD を用いて行う。

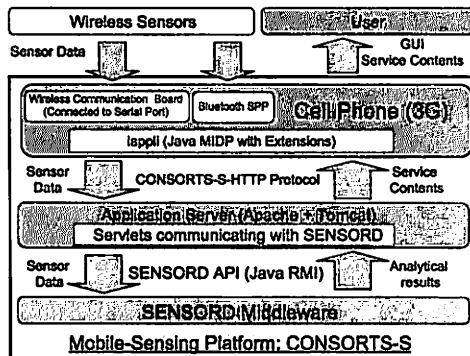


図1 CONSORTS-S プラットフォームの概要

Fig.1 Architecture of CONSORTS-S Platform.

図1に CONSORTS-S のアーキテクチャの概要を示す。CONSORTS-S は、携帯電話をゲートウェイとして、ワイヤレスセンサと通信を行う。開発は Java (JDK 5.0) を用いて実装を行っている。

3.1 ワイヤレスセンサ

CONSORTS-S で利用するワイヤレスセンサは、Bluetooth に通信機能、もしくは独自の ISM バンドを用いた通信機能を有するセンサデバイスを想定している。ユーザの挙動や状況、環境情報を把握するためのセンサデバイスとして、CONSORTS-S が想定しているセンサデバイスとしては、温度、湿度、加速度、地磁気、気圧、ビジョン、マイクロフォンアレイなどを挙げることができる。ビジョン、マイクロフォンアレイなどに関しては、生データではなく、「存在/非存在」や「通過あり/なし」などの二次加工されたデータの受信を想定している。

3.2 センサゲートウェイとしての携帯電話

CONSORTS-S において、ゲートウェイ機能を提供する携帯電話およびプログラムに関しては、開発の自由度とインターネット上のサーバとの連携の容易性から NTT ドコモ^(注2)の携帯電話と i アプリ^(注3)を用いて実現した。i アプリは NTT ドコモの携帯電話のアプリケーション開発を行うための Java 言語である。本 i アプリは、センサデータの収集とサーバへの送信、受信したコンテンツの表示などを自動的かつ並列的に行い、アプリケーションのダウンロード時と認証時以外は、サーバの存在を利用者が意識しなくても済むように設計されている。

3.2.1 携帯電話上の処理の概要

携帯電話上の処理は、複数のスレッド処理によって構築されており、取得したセンサデータを共有メモリ上に保持することで、以下のような処理を並列的に行う。

シリアル通信処理 ワイヤレス通信ボードを経由して、センサと通信を行い、センサデータを取得する。

(注2) : <http://www.nttdocomo.co.jp/>

(注3) : <http://www.nttdocomo.co.jp/service/inode/content/iappli/index.html>

(注1) : <http://opensource.nokia.com/projects/nors/index.html>



図2 携帯電話とワイヤレス通信ボード

Fig. 2 Cell phone and wireless communication board.

外部記憶への記録処理 取得したセンサデータを Micro SD カードなどに記録する。

HTTP 通信処理 取得したセンサデータを Web サーバに送信する。

GUI 処理 センサデータの解析結果やユーザへの指示などを表示する。

上記のうち、GUI 処理はアプリケーションに依存する処理であるので、第4節で実際の例に即して述べる。

3.2.2 シリアル通信処理：携帯電話とワイヤレスセンサとの通信

当初は、センサとの通信は Bluetooth を用いて、ダイレクトに携帯電話とセンサが通信するシナリオを想定していたが、一般ユーザが i アプリ上で Bluetooth を用いた開発を行うことは困難なことが判明したため、携帯電話のシリアルポート (UART) に接続するワイヤレス通信ボードを開発した。このボードを携帯電話のシリアルポートに接続し、i アプリからシリアルポートをストリームとしてオープンし、アクセスすることで、周囲のワイヤレスセンサと通信を行えるようにした。

なお、現状では、i アプリからシリアルポートにアクセスできる機種は限られている。本研究では、NTT DoCoMo FOMA N903i^(注4) を用いて開発を行った。図2に、携帯電話とワイヤレス通信ボードの接続した状態を示す。開発した通信ボード (図左) を、携帯電話 (図右) の左側にあるシリアルポート (UART) にケーブルで接続している。

ワイヤレス通信ボードの主な仕様は、サイズ：50 × 30 × 20 (mm)、重さ：40g、無線種別：2.4GHz 帯高度化小電力データ通信システム、通信距離：約 20m、無線通信速度：最大 1Mbps、UART 通信速度：9600～38400 (bps)、連続使用時間：約 48 時

間、電源：3 ボルト アルカリ電池 単 4 × 2 本となっている。

本ワイヤレス通信ボードは、次節で述べるワイヤレス心電センサとの接続を優先して開発したため、現状では通信可能なセンサは限られている。しかしながら、i アプリから Bluetooth を用いた通信が一般ユーザにも許されるようになれば、現状のプログラムをほぼ書き換えることなしに (シリアルポートのストリームを Bluetooth SPP^(注5) によるストリームに置き換えるだけ)、Bluetooth 経由の通信への対応が可能である。

CONSORTS-S における携帯電話とセンサデバイス間のセンサデータの送受信に関しては、CONSORTS-S-Binary Protocol と呼ぶ、さまざまなセンサに対応可能かつ軽量な通信プロトコルを別途開発した。CONSORTS-S-Binary Protocol を用いることで、通信路やセンサデバイスに依存しないアプリケーション開発が可能になっている。本プロトコルを用いて、携帯電話側から通信の制御 (センサデータの送信の ON/OFF、送信レートの設定など) を行うことができる。

3.2.3 外部記憶への記録処理

CONSORTS-S は、取得したセンサデータを携帯電話の SD メモリカードに記録する機能を有する。記録したデータを携帯電話を用いて送信可能であり、精細なセンサデータが必要なサービスや、圏外などの通信遮断時の処理の継続などへの対応を実現している。

3.2.4 HTTP 通信処理：携帯電話と Web サーバの通信

携帯電話内の i アプリと IP ネットワーク上のサーバとの通信に関しては、セキュリティ上の理由から、いくつかの制約がある。具体的には、i アプリは、その i アプリを配信したサーバとだけ HTTP プロトコルを用いた通信を行うことが許されている。そこで、本研究では、自前で Application サーバを立ち上げ、そこから i アプリを配信し、そのサーバ内で動作する Servlet と i アプリが HTTP プロトコルを用いて通信するようにした。サーバ内の Servlet は、適宜、バックエンドの SENSOR-D にセンサデータを送信し、解析結果を受信する。その後、携帯電話向けの成形処理や、他のコンテンツの付加などの処理を行った後に、携帯電話に送信する。Application サーバに関しては、Tomcat 5.5^(注6) を用いた。

CONSORTS-S における携帯電話と Application サーバ間のセンサデータの送受信に関しては、CONSORTS-S-HTTP Protocol と呼ぶ、さまざまな携帯端末に対応可能な HTTP を用いた通信プロトコルを開発した。CONSORTS-S-HTTP Protocol を用いることで、通信路や携帯端末に依存しないセンサデータの収集が可能になっている。携帯電話へのコンテンツの配信に関しては、開発の自由度を考慮して、特にプロトコルは規定していない。

CONSORTS-S-HTTP では、初期接続時に、サブスクライバ ID に基づく、携帯電話の認証処理を行う。認証した結果、接続が許される場合は、クッキーを送信し、以後は、このクッキーに基づいてセンサデータの送信処理などを行う。このよう

(注4)：NTT DoCoMo FOMA N903i (NEC) <http://www.nttdocomo.jp/product/foma/n903i/n903i/>

(注5)：<http://www.bluetooth.com/bluetooth/>

(注6)：<http://tomcat.apache.org/>

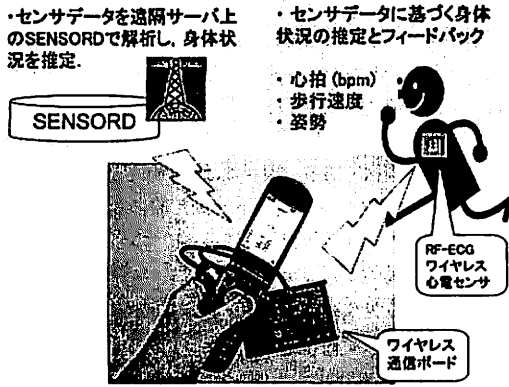


図3 CONSORTS-Sを用いたヘルスケアサービス

Fig. 3 Healthcare Service with CONSORTS-S Platform.

な設計にすることで、複数の携帯電話が同時に一つのサーバにアクセスすることを可能にした。

3.3 SENSORD における解析

携帯電話から送信されたセンサデータは Application サーバ経由で、バックエンドの SENSORD に送信され、解析が行われる。SENSORD (Sensor-Event-Driven Service Coordination Middleware) は、我々が開発中のセンサデータ管理・解析・サービス統合ミドルウェアであり、さまざまなセンサデバイスからのセンサデータを統合的に管理し、ユーザ向けのサービスへと結びつける機能を持つ。

SENSORD へのセンサデータの送信は、Application サーバ内の Servlet をクライアントとして、SENSORD の API を Java RMI で呼び出すことで実現している。したがって、SENSORD と Application サーバは異なるサーバマシンで実行できる。SENSORD は、受信したセンサデータをインメモリデータコンテナに格納し、このデータコンテナ上のセンサデータに関して、高速フーリエ変換処理や機械学習で構成した判別器などを用いて時系列解析処理を行い、その結果をサーバレットに送信する。

4. CONSORTS-S によるヘルスケアサービスの構築

携帯電話の普及と処理能力の増大をふまえて、近年、携帯電話を用いたヘルスケアサービスの構築に関する研究が関心を集めている。たとえば、大内ら [6] は腕時計型ウェアラブル生体センサと携帯電話を用いて、生活習慣管理や睡眠状態のチェックなどを行うシステムを提案している。また、通常の携帯電話よりも制約も少なく処理能力の高いスマートフォンを用いて生体センサからの情報解析を行う研究 [7] [8] やソリューション^(注7)は多い。これは、健康管理が、センサ情報を用いたサービスとして実用的なサービスであることを示している。

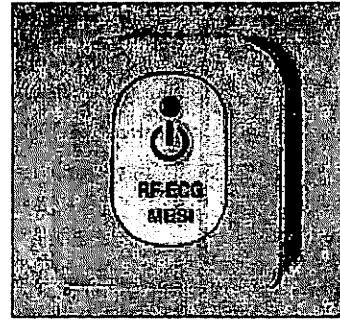


図4 ワイヤレス生体センサ: RF-ECC
Fig. 4 Wireless bio sensor: RF-ECC.

そこで本研究では、CONSORTS-S の最初の適用例として、以下のような二つのヘルスケアサービスを想定した開発を進めている。

運動強度のフィードバックサービス ランニングなどの有酸素運動時において、効果的なトレーニングを行うために、心拍や走る速度、姿勢などを検知し、ユーザ自身に身体状況や運動強度をフィードバックするサービス。

健康見守りサービス 老年寄りや病気を抱えた方などの健康状態（心拍や姿勢など）を、家族や医師が遠隔地から見守るためのサービス。

図3に、以上のようなサービスの実現を念頭において、CONSORTS-S によるヘルスケアサービスの概要を示す。本サービスでは、ユーザの心拍、姿勢などを常時ワイヤレスセンサを用いてセンシングし、このセンサデータを第3.2.2節で述べたワイヤレス通信ボード経由で携帯電話に送信する。受信したセンサデータは携帯電話経由で遠隔サーバ上の SENSORD に送信され、そこでユーザの状況の推定処理を行う。この推定結果に基づいたコンテンツを携帯電話の GUI を通じてユーザに提示する。

本研究では、ユーザの心拍、姿勢などをセンシングするために、(株)医療電子科学研究所の RF-ECC^(注8)を用いた(図4参照)。RF-ECC は、温度センサ、3軸加速度センサ、心電位センサを一つのケースで一体化したウェアラブルなワイヤレス生体情報センサであり、各センサ値を同時に 204Hz でセンシングし、ワイヤレスで送信することが可能である。RF-ECC の装着は、正確な心電位を計測するために、胸部にシール型の電極を用いて、直接貼付する必要がある。胸部に直接貼付されるため、身体の軸の傾きを加速度センサを用いて容易にセンシングすることができる。

本サービスでは、携帯電話を通じてユーザに自身の身体状況を提示する。ここでは、以下に述べる携帯電話上の3つの画面モードに沿って、本サービスの概要について述べる。

設定モード ワイヤレス通信ボードと通信する RF-ECC の ID

(注8)：(株)医療電子科学研究所 RF-ECC: http://www.natureinterface.com/index_files/EK_panf.pdf

(注7)：PinMed: <http://pinmed.net/>

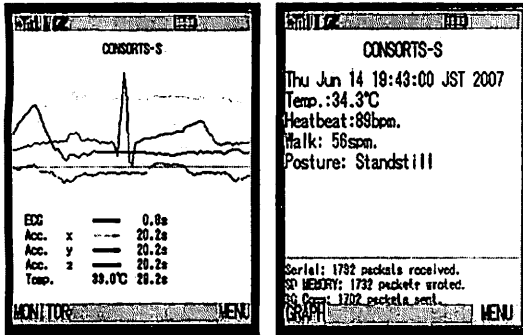


図5 ヘルスケアサービスのGUI: グラフモード(図左)とモニターモード(図右)

Fig.5 GUI of the Healthcare Service: Graph mode (left side) and monitor mode (right side).

の設定や各センサデータの送信レートの制御を行う。携帯電話の処理性能の限界を考慮して、3軸加速度と心電位のサンプリング周波数は8 Hzに設定した。これ以上の周波数で計測すると、処理に遅れが生じ、動作の発生に応じて即座に状況推定を行うことができなかった。

グラフモード センサから取得された心電位、3軸加速度、温度などを折れ線グラフで表示する(図5左参照)。このモードは、ユーザに対して、自らの身体状況を視覚的にフィードバックするためのものである。

モニターモード サーバ上に送信されたセンサデータを SENSOR を用いて解析した結果を表示する(図5右参照)。具体的には、ユーザの身体状況を次に挙げるような、複数の定性的状態に識別して表示する。

姿勢 3軸加速度センサにより、身体の軸の傾きを計算し、角度に応じて、「仰向け、うつぶせ、正立」を識別する。

歩行 加速度センサの値の絶対値が平均的に小さい場合は「静止状態」とする。次に、Y軸(鉛直方向)加速度の時系列に関して、高速フーリエ解析を行う。加速度の周期的な振幅を認めた場合、「歩行状態」と判定し、その上で周期が短い場合は「走行中」と判定する。歩行中もしくは走行中と判定された場合は、歩行速度(Step Per Minute)を計算し、表示する。

心拍 心電位の時系列の高速フーリエ解析により、その周期を計測し、心拍数(Beat Per Minute)を計算する。

体温 胸部の皮膚温度を計測し、温度が装着時の体温(31度)以下かつ心拍数が計測できない場合「非装着」、そうで無い場合は「装着中」と判定する。

以上のようなユーザの状況推定機能を基盤として、運動強度のフィードバックサービスや遠隔サーバを介した健康見守りサービスの実装を進めていく予定である。

5. 今後の課題

より柔軟なモバイルセンシングプラットフォームの実現に向けた今後の課題として、センサのサンプリングレートに関する

問題がある。正確な状況の推定という観点からは高いサンプリングレートでセンシングすることが望ましいが、携帯電話の処理能力や消費電力という観点からは少ないサンプリングレートが望ましい。これは、携帯電話とサーバとの間の通信レートに関しても同様である。現状では、手動でヘルスケアサービスに適したサンプリングレートを固定的に設定している。今後は、処理能力や通信状況などに応じてサンプリングレートや通信レートを動的に制御する手法や、サーバと携帯電話の連携によって、より少ないデータで正確な状況推定を行う手法について研究を進めたい。

6. おわりに

本論文では、モバイルセンシングのコンセプトとそのプラットフォームであるモバイルセンシングプラットフォーム CONSORTS-S の概要について述べた。CONSORTS-Sは、携帯電話をセンシングとサービスのゲートウェイとして用いることで、モバイルユーザに対して状況に応じたサービスを提供するためのプラットフォームである。CONSORTS-Sを用いたサービスの例として、ワイヤレス心電位センサを用いたヘルスケアサービスについて述べた。

文 献

- [1] A. Sashima, Y. Inoue and K. Kurumatani: "Spatio-temporal sensor data management for context-aware services: designing sensor-event driven service coordination middleware", ADPUC '06: Proceedings of the 1st international workshop on Advanced data processing in ubiquitous computing (ADPUC 2006), New York, NY, USA, ACM Press, p. 4 (2006).
- [2] 幸島, 池田, 井上, 車谷: "センサイイベント指向のサービス連携ミドルウェア: SENSOR", 情報処理学会研究報告. ユビキタスコンピューティングシステム研究会, 2006, 116, pp. 37-44 (2006).
- [3] 倉沢, 川原, 森川, 青山: "センサ装着場所を考慮した3軸加速度センサを用いた姿勢推定手法", 情報処理学会研究報告. ユビキタスコンピューティングシステム研究会, 2006, 54, pp. 15-22 (2006).
- [4] J. Lester, T. Choudhury and G. Borriello: "A practical approach to recognizing physical activities.", Proceedings of The Fourth International Conference on Pervasive Computing (PERVASIVE 2006), pp. 1-16 (2006).
- [5] D. Trossen and D. Pavel: "Building a ubiquitous platform for remote sensing using smartphones", MOBIQUITOUS '05: Proceedings of the The Second Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services, Washington, DC, USA, IEEE Computer Society, pp. 485-489 (2005).
- [6] 大内, 鈴木, 森屋, 亀山: "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. ユビキタスコンピューティングシステム研究会, 2007, 14, pp. 29-36 (2007).
- [7] P. Leijdekkers and V. Gay: "Personal heart monitoring and rehabilitation system using smart phones", ICMB '06: Proceedings of the International Conference on Mobile Business, Washington, DC, USA, IEEE Computer Society, p. 29 (2006).
- [8] N. Oliver and F. Flores-Mangas: "Healthgear: A real-time wearable system for monitoring and analyzing physiological signals", Proceedings of the International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN'06), Washington, DC, USA, IEEE Computer Society, pp. 61-64 (2006).