

ユビキタス環境に向けた実世界指向ネットワーキング

川原 圭博

1 概要

ユビキタスコンピューティング環境においては、実世界に存在するハードウェア、仮想世界に存在するソフトウェアを含めた、あらゆるオブジェクトがネットワーク接続され、それらの有機的なつながりによって、利用者の好みや状況に応じたサービスの実現が可能となる。本稿では、ユビキタスコンピューティングを実現するためのコア技術として、無線センサネットワーク技術および、センサ情報を利用してユーザのコンテキストを推定する技術に関して紹介する。

2 実世界、仮想世界のインタフェースとしてのセンサ技術

実世界と仮想世界の融合を図る上において、実空間の情報をいかにしてネットワークに取り込むかは極めて重要である。これに向けてはセンサネットワークが重要な役割を果たすと考えられる。これまで、国内外のセンサネットワークの研究は、軍事目的や自然科学分野をターゲットとし、ノードの電力消費や通信データ量を抑えるための手法などが研究されてきた。しかしながら、ユビキタスコンピューティング環境における民生利用という観点からセンサネットワークアーキテクチャを捉えている研究は数少ない。今後、センサネットワークを実世界で利用していく際には、センサノードをどのようなハードウェア機能で実現し、どのように実世界に浸透させるかといった点を含め、総合的な観点からのデザインが重要になる。

我々は現在のところ、物理世界の情報を収集するためのデバイスとして小型センサノード U^3 を開発している。

U^3 は開発の汎用性や利便性に鑑み、50mm ×

50mm × 50mm の立方体内に電源ボード、CPU ボード、無線通信ボード、およびセンサボードの4枚の機能ボードを搭載しており、それぞれは汎用性の高いバスコネクタで組み合わせられている(図1)。通信機能としてはノード間通信に315MHz帯RF無線モジュールを用いて最高115.2kbpsで通信が可能になっているほか、IrDA 1.0により、センサノードとPCやPDAが直接通信が可能である。センサボードには多様なセンサ接続のための拡張バスが提供されており、アプリケーションに応じた機能の拡張が可能になっている。

ユビキタスコンピューティング環境に向けたセンサネットワークに関する研究開発はまだ歴史が浅いため決定的なアーキテクチャに欠けている。このため、 U^3 は、各コンポーネントの独立性を重視し、ハードウェア的にもソフトウェア的にも、アーキテクチャの再構成が柔軟に行えるようになっている点に特徴がある。

3 センサデータからのユーザコンテキスト推定

きめ細かでユーザが「いま、ここで」有用なアプリケーションサービスを実現しようとする、ユーザのおかれている状況や興味といったコンテキストをモデリングする必要がある。

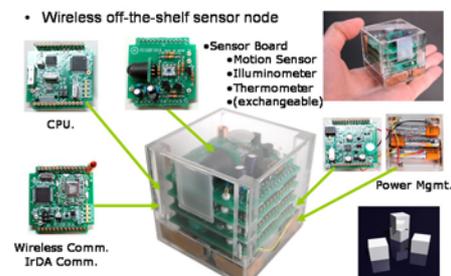


図 1: U^3 Sensor Node

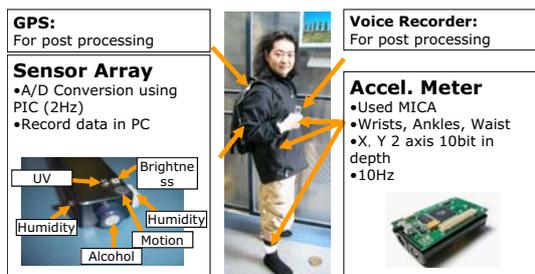


図 2: Sensor Array

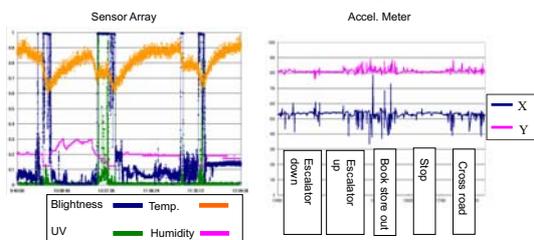


図 3: Sensor Data

従来のコンテキストウェアアプリケーションでは、単純にユーザの位置や好みに応じた情報配信を行うものが多かった。我々はこれをさらに拡張し、さまざまなセンサ情報からアプリケーションにとって有用なコンテキストを推定できないか、ボトムアップ式の検討を行っている。

我々は試みの第一歩として、センサ情報から得られた人が置かれている状況や取り巻く環境、過去の行動履歴などをトリガにし、提示すべき情報の優先度を決定するようなモバイル端末上のアプリケーションをターゲットとした。ユーザのコンテキストを推定するためのデバイスとしては、できるだけ小型・廉価であり、コンテキストの推定精度さよりも多様さ求められる。そこで、我々は図 2 に示すようなセンサアレイを試作した。このセンサアレイは、温度、湿度、可視光、紫外線、モーション、アルコールセンサという廉価に入手可能なセンサから構成される。各センサからのデータはユーザが携帯するノート PC に送信・記録される。またユーザの両手両足と腰の計 5 箇所 に 2 軸の加速度センサを装着しユーザの体の動きを取得することを考えた。

このアレイを用いて実際にユーザの日常生活を記録した結果を図 3 に示す。ユーザの行動とセンサのデータとを照らし合わせたと、(1) (明るさと温度など) 複数のセンサの値の組み合わせの変化を捉えることでユーザのおかれている環境の切り替わりを類推できる。(2) 手首、足首、腰に取り付けた加

速度センサの情報から、ユーザの姿勢、運動の状態に関して類推できる。という二つのことが明らかになった。

この状況推定に関する定量評価を行ったところ、屋外屋内判定では 96 %、姿勢推定 (起立、着席、歩行、走行) では、90 ~ 100 % の確率で推定が可能であることが明らかになった。

コンテキストを推定を行う際、物理的なセンサ情報のみでコンテキストが一意に決まるわけではない。たとえば、単純な温度の上昇や下降は、夏場と冬場ではそれぞれもつコンテキストの意味合いが違ってくる。そのほか、同時にセンサから得られるデータはセンサ自体の個体差による取得データのばらつきや、装着者、環境によるデータのばらつきが存在する。このようにセンサから得られたデータに対して適当なセマンティクスを与えてやることや、個体差を吸収することはより安定したコンテキスト推定に必要な不可欠となる。

そこで現在は、センサデータのもつ不確実性を吸収し、よりロバストな推定を可能とするべく、ベイズ統計の考え方を利用した統計的推定手法の適用を検討している。

4 おわりに

本稿では、ユビキタスコンピューティング環境を実現するための基礎技術として無線センサネットワークに関する技術と、センサデータを用いたユーザコンテキストの推定技術に関して紹介した。

現在は、センサノードのハードウェア開発と、センサデータからのコンテキスト推定エンジンの橋渡しを行うセンサミドルウェアの設計を検討している。このセンサミドルウェアは、さまざまなセンサから得られた実空間に関する生データやイベントをネットワーク内でアプリケーションにとって有用な形式で蓄積加工し流通させ、仮想的なコンテキストデータのレポジトリを構築する。このレポジトリにより、センサデータの再利用性が高まるほか、アプリケーションからはコンテキストデータへの透過的なアクセスが期待できる。