

## ユビキタスゲートウェイによるセンサノード管理方法

小熊 寿<sup>†</sup> 永田 智大<sup>†</sup> 山崎 憲一<sup>†</sup> 猿渡 俊介<sup>‡</sup> 鈴木 誠<sup>‡</sup> 森川 博之<sup>‡</sup> 青山 友紀<sup>§</sup>  
 株式会社 NTT ドコモネットワーク研究所<sup>†</sup> 東京大学新領域創成科学研究科<sup>‡</sup> 東京大学情報理工学系研究科<sup>§</sup>

## 1 はじめに

利用者の状況に応じたサービスの提供を目指して、実世界の環境や日用品に埋め込まれた計算機によるユビキタスコンピューティングの研究が進められている。このサービスを提供するためには、環境情報を得るセンサネットワーク、サービスを提供する情報家電などのアクチュエータ、個人情報などとの連携が必要である。我々はこれら異なる情報基盤を接続し、仮想空間と実世界の接点となるユビキタスゲートウェイ (UGW) 技術について研究を行っている。これにより、センサネットワークによる環境情報と個人の特徴や性質を表す属性情報との融合による環境理解を実現し、より高度なユビキタスサービス提供が可能となる。

本稿では UGW に要求される機能、および我々が現在検討している携帯電話向け UGW<sup>¶</sup> についてその概要を述べる。

## 2 UGW

## 2.1 要求条件

センサネットワークを制御する UGW に対しする要求条件としては以下がある。

**端末の処理支援** センサネットワークを構成するセンサノードは計算資源に乏しいため、環境情報を取得し送信することに機能を絞り込んでいる。そのためセンサノードは、過去にセンスしたデータ参照などのサービスアプリケーションからの要求に答えることが難しい。UGW はセンサノードが不足する能力を補い、サービスアプリケーションからの要求に答えることが求められる。

**センサネットワークの相互運用支援** 環境情報を仮想空間に取り込む技術として注目を集めているセンサネットワークは、どのようなデータをどのような状況下でセンスするかといった利用目的に最適化される可能性が高く、必然的に多様なセンサネットワークが遍在するようになると想定され

る。UGW にはセンサネットワーク間で互いに能力を補完し合えるよう、相互運用を支援することが求められる。このように各ネットワークが統合することにより、単体のネットワークのみでは実現できない高度なユビキタスサービスの提供が可能となる。

**自律的動作** ユビキタスサービスは通信状態に関わらず利用者に提供できることが望ましい。サービスに必要な情報の中でも物品の名前や利用者の属性情報など普遍的なものは、UGW が予め保存することが望ましい。

## 2.2 システム概要

本稿では 2.1 節で述べた要求条件を満たすシステムの技術課題を検討するために、具体的なケーススタディとして、以下に述べる 2 つのネットワークシステムを UGW を用いて統合することを考える。一方は、監視する物品の類似度を判断できるセンサネットワーク (本稿では以降「似たモノネットワーク」と呼ぶ)、もう一方はユーザへのアクチュエーションをするネットワークとして ANTH である。またこの 2 つのネットワークを利用したサービス例として、利用者に対して物品を落とした際に知らせる落とし物通知サービスを考える。

似たモノネットワーク [1] は、センサノードのセンサ出力値が類似しているノードを自律分散的に発見することができる。そのような類似のセンサ出力を共有するセンサノード群をクラスタと呼ぶ。例えば加速度センサを用いて、同じ人が運んでいるものを 1 つのクラスタとして認識することができる。現在は 3 軸加速度センサと MICAz をハードウェアとし、TinyOS 上に実装されている。

ANTH [2] は実世界プログラミングを提供するネットワークシステムである。ANTH においてデバイスの全ての機能は、状態を検知する *event* と外部に発する *action* に抽象化される。実世界プログラムとは、*event* と *action* を関連づけることに相当する。現在は ANTH モジュール試作機が実現され、*event* に相当するモジュール、*action* に相当するモジュール、また関連付けに利用、*event* モジュールと *action* モジュールを 1 対 1 に結び付けるコントローラモジュールを利用した実世界プログラミングが可能となっている。

<sup>¶</sup>UGW は携帯電話だけでなく、固定サーバとして実現するタイプもある。

Sensor Network Management by Ubiquitous Gateway  
 Hisashi Oguma<sup>†</sup>, Tomohiro Nagata<sup>†</sup>, Kenichi Yamazaki<sup>†</sup>,  
 Shunsuke Saruwatari<sup>‡</sup>, Makoto Suzuki<sup>‡</sup>, Hiroyuki  
 Morikawa<sup>‡</sup> and Tomonori Aoyama<sup>§</sup>

<sup>†</sup>Network Laboratories, NTT DoCoMo, Inc.

<sup>‡</sup>Graduate School of Frontier Science and Technology, The University of Tokyo

<sup>§</sup>Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo



図 1: UGW の構造

### 3 UGW の設計

以下では異なるネットワークを接続し、落し物通知サービスを提供する UGW の設計について述べる。図 1 は UGW の機能構成図である。UGW はサービスアプリケーション実現のための機能と利用するネットワークに対応するための機能群を持つ。UGW は情報変換部を用意して、異種ネットワーク間における情報の受け渡しを実現する。情報記録部はサービスを実行する上で、物品の名前や利用者の属性情報などの普遍的な情報およびセンサの測定値などのデータを記録する。具体的には、物品の名前とその物品に付随したセンサノードの ID とのマッピング表を記録する。センサノードは自身の ID などの単純な情報のみ保持し、それ以外の情報は UGW が支援する。物品の名前など普遍的な情報は、グローバルネットワークから得る。必要な情報すべてを UGW が管理し、センサネットワーク、ANTH、UGW のみでシステムを構築することにより、ネットワークの状態に関わらず落し物通知サービスを提供できる。

物品を落とした際に落し物通知サービスは以下の手順で動作する。

- 歩行中センサノードを取りつけた物品は、同じ振動を検出したことによりクラスタを形成する。UGW はクラスタ制御部からクラスタ構成ノードを把握する。
- ある物品を落した場合、その物品は振動が異なるためクラスタから外れる。監視対象の物品は UGW の情報記録部に登録されている。クラスタに監視対象の物品が含まれていない場合、UGW はその物品を落したと認識する。
- UGW は ANTH 制御部から *event* を発行する。発行した *event* に対応した *action* は利用者によりあらかじめプログラムされている。対応する *action* により利用者は物品を落したことを知る。

このようなサービスを実現するにあたり、似たモノネットワークの ID、クラスタ、ANTH の *event*

や *action* を対応付けることが相互運用のキーである。これは、次のような初期化手順で実現される。

まず、物品および対応する *action* を事前に UGW の情報記録部へ登録する必要がある。UGW は初期化時に、それぞれの物品に付随したセンサノードの ID を取得する。UGW はバックエンドに存在する名前解決サーバから、ID に対応する物品名を得る。利用者は UGW の GUI を利用して、監視対象の物品を選択する。監視する物品を選択した UGW は、一意に定まる *event* を生成する。その後利用者が実世界プログラミングを行い、UGW が生成した *event* と *action* を結び付ける。

似たモノネットワークは、クラスタを構成するセンサノードの ID 情報だけを UGW に通知する。UGW はこの情報から、物品を落としたということ認識し、同時にその事実を ANTH が利用可能な *event* に変換する。このように UGW はセンサネットワークによる単純な情報に意味を与え、さらに必要なサービスを決定するという処理を行う。

UGW とセンサネットワークのセキュリティ方式についても検討を進めているが、ここでも UGW が重要な役割を果たす。

### 4 おわりに

本稿では現在我々が検討している UGW の設計概要および UGW を利用したサービスアプリケーションについて述べた。UGW はセンサネットワークの相互運用を支援する。その結果、それぞれが単体で実現できないより高度なユビキタスサービス提供が可能となる。

### 参考文献

- [1] Nagata, T., Oguma, H. and Yamazaki, K.: A Sensor Networking Middleware for Clustering Similar Things, *Proceedings of the International Workshop on Smart Object Systems, In Conjunction with the Seventh International Conference on Ubiquitous Computing, Tokyo, Japan (2005)*.
- [2] Kashima, T., Saruwatari, S., Morikawa, H. and Aoyama, T.: A Bind Control Model for Real-space Programming in Ubiquitous Computing Environment, *Proceedings of the 6th International Conference on Ubiquitous Computing, Nottingham, England (2004)*.