

# センサネットワーク

藤林 大毅, 岡田 基

Daiki FUJIBAYASHI, Motoi OKADA

## 1 はじめに

近年, 先進各国において, 生活の中でインターネットが普及しており, どこでも誰とでも繋がる環境が身近なものになっている. このようなインターネットによるコミュニケーションの中に, 人とモノ, モノとモノの情報のやり取りが可能になる社会は以前から予測されていた. 人とモノ, モノとモノをつなぐ手段として無線通信機能を内蔵したセンサが生活の中で現実的になっている. これらのセンサが自律的で多様なデータをやり取りし, それらを様々な形で活用する自立分散型のネットワークが「センサネットワーク」である. センサネットワークの活用分野としては, 防災・災害予測, 医療・介護, 交通, 施設管理および環境モニタリングなど公的な利用から家庭・個人レベルに至るまで極めて広い範囲にわたる. また経済への効果も大きいことが予想され, さらなる技術開発が期待されている<sup>1)</sup>.

## 2 センサネットワーク

### 2.1 概要

センサネットワークとは, 分散配置したセンサノードをネットワーク接続することで多地点のデータを収集し, 活用するための技術である. センサノードとは, CPU, センサ, 通信モジュールで形成される. また 2 次, 1 次電池や太陽電池などを使い, 無線通信で自律的にネットワークを形成し, 情報伝達を行うものを特に「無線センサネットワーク」という. センサの設置・追加が容易であるという利点から近年から無線センサネットワークについての研究が盛んに行われている. 無線センサネットワークを構成するノードは通常, 電池駆動の場合が多く, 小型, 低価格化に加え, 省電力化の機能が望まれる. センサネットワークのノード構造を Fig.1 に示す.

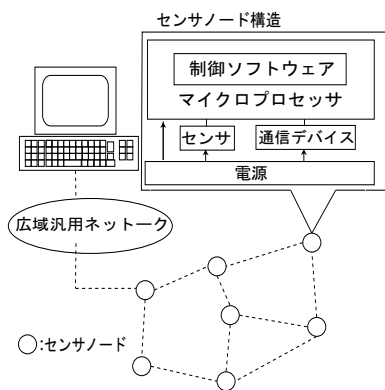


Fig.1 センサネットワークのノード構成

### 2.2 利点

センサが無線通信機能を有することで配線の必要性がなくなり, センサの設置場所の制約や断線から解消され, 利用・適用範囲が広がる. そしてセンサと家庭内, オフィス内の周辺機器とのコミュニケーション機能により, 周辺機器の自動動作で居住者のサポートや省エネ効果などの効用も想定されている. またセンサネットワークを用いることで, 効率良く情報を取得することができる.

### 2.3 課題点

- ローカライゼーション  
ローカライゼーションの問題とは, センサが「どこかの情報を計測しているのか」ということである. センサネットワークでは, 必ず実空間に配置され, 単に温度や湿度といった情報だけではなく, そのセンサがどこにあるのかを示す位置情報が必要とする. このため, センサネットワークの各デバイスにどのように位置情報を送信するかは, ローカライゼーションの問題としてセンサネットワークの研究分野で重要な技術課題となっている.
- 電波通信障害  
室内の無線通信において送受信に超音波を用いる場合が多い. たとえば, 人が手を叩いたりモノとモノとがぶつかるだけで, 超音波が発生する. そのような超音波は雑音であり, 測位精度に深刻な影響を与える可能性がある. 超音波の送受信を安定して行うことが容易でないという問題となっている.
- 電力供給  
無線センサネットワークを構成するノードは, バッテリー駆動の電力供給に頼っている場合が多く, 電力消費に関する技術の向上が必要である. センサネットワークの規模が大きくなればなるほど電源の問題は深刻なものになっている.

## 3 センサネットワークに関する研究

### 3.1 Cool Sense

Cool Sense は, 送信回数を削減することで消費電力削減を実現した技術である. Cool Sense では, 無線送信を高効率化して無線の消費電力を削減する. 従来の技術では, 1 回 1 パケットを送信するのに十分な空き容量が存在した. Cool Sense はセンシングしたデータを 1 パケットの最大サイズまで蓄積してから送信ことにより, 送信回数を削減する. これにより, 従来使用されていた省電力センサに比べ 1/10 の消費電力削減を実現した<sup>2)</sup>. Cool

Sense のセンシング原理を Fig.2 に示す。

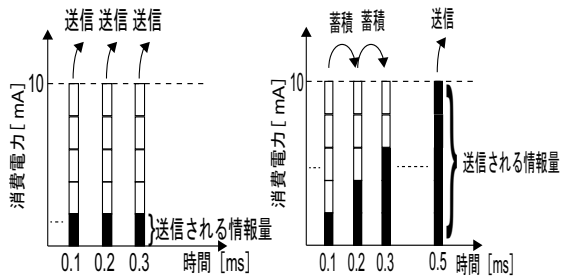


Fig.2 Cool Sense のセンシング原理

### 3.2 SmartMesh

SmartMesh は信頼性の高い通信と低消費電力を両立したセンサ技術である。SmartMesh はメッシュ型トポロジーを採用しており、あるセンサノードと別のセンサノードとの間に故障が発生しても他のノードを經由して通信が確保できるため、高い信頼性の通信が確保できる。また 15 チャネルを使って周波数の変調を行うため、他のワイヤレス通信との干渉、反射による自己干渉にも極めて強い。さらに、すべてのノードが互いにデータを共有することにより、あるノードが起動した時点で、パケットを中継する隣のノードも起動しているため、同期用の位置情報を知らせる信号を発する必要がない。ノードはセンサデータを送信したのちにスリープに移行できるため、各ノードをアクティブにしなければならない時間が短くて済み、平均消費電流は小さい。

## 4 センサネットワークの実用例

### 4.1 日立 AirSense

日立 AirSense は竹中工務店と日立製作所が共同開発した食品関連施設向けのシステムである。本システムは、温度、湿度、パーティクル数（空気中の微小な粒子の数）を無線通信によりリアルタイムで監視するもので、食品工場の品質管理、安全性の向上および衛生管理義務の効率化を実現している。無線センサを用いるため、配線工事が不要で、設置後の位置移動や測定位置の追加などが自由に行える。また省電力の通信規格の ZigBee を使用しているため、メンテナンスすることなく長時間使用可能であり、乾電池で約 5 年間駆動する。

### 4.2 フィールドサーバ

フィールドサーバとは、WEB サーバ、複数のセンサ、ネットワークカメラ、無線 LAN 通信モジュール、超高輝度 LED 照明等様々な電子機器を搭載し、フィールドに長期間設置して、環境の計測や動植物のモニタリング等を行う超分散モニタリングデバイスである<sup>3)</sup>。電源に関しては、電灯線の電源だけでなく、太陽光発電で稼働している。主に農家に導入され、機器に太陽発電を搭載し、電源不要の計測範囲拡張ユニット「フィールドポイント」を併用することで広大なフィールドでも細かいモニタリングすることが可能であり、ローカライゼーションの問題においても無線 LAN 通信を使うことによって衛生か

らの正確な位置情報を得ることができる。1 台のフィールドサーバに最大 18 台のフィールドポイントをリンク可能。フィールドサーバの構造を Fig.3 に示す。

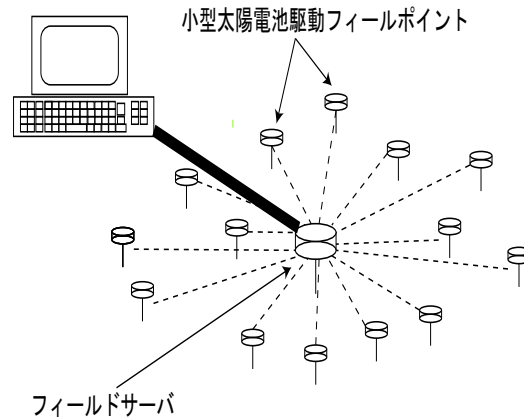


Fig.3 フィールドサーバの構造

フィールドサーバはカメラを搭載しているため、監視や害虫の確認も行える。また湿度や温度センサもついているので徹底したデータ管理が行うことができ、作業の効率化につながっている。

## 5 今後の展望

センサネットワークは、地球環境モニタリング、食の安全などに活用できる。将来、光合成速度、植物の生理状態などが計測できるようになると、センサネットワークは高収益農業、環境ビジネス、温暖化対策等のキーテクノロジーになることが期待される<sup>4)</sup>。センサネットワークに期待される応用例は数多い。しかし、研究段階にとどまっているものも多く、商用レベルでの応用は進んでいない。この進展を妨げている要因に、センサネットワークの開発コストがある。

センサネットワークの普及には、低コスト化、オープン化、研究者コミュニティの協調が必要である。このような状況を解決する方策としては、大学等が中心となって、オープンで汎用的かつ安価なハードウェアやソフトウェアを提供し、アプリケーション開発を促進していくことが重要である。

## 参考文献

- 1) 安藤繁, 田村陽介, 戸部義人, 南正輝. センサネットワーク技術 ユビキタス情報環境の構築にむけて. 東京電機大学出版局, 2005.
- 2) 田中毅: 2008-01-17, 低電力連続センシング技術: Cool Sense, 電子情報通信学会技術研究報告. 一般社団法人電子情報通信学会
- 3) フィールドサーバ  
<http://model.job.affrc.go.jp/FieldServer/default.htm>
- 4) 平藤雅之: 2007-07, 招待講演 センサネットワーク応用の将来展望, 映像情報メディア学会技術報告, 映像情報メディア学会