

# 無線センサーネットワークの技術と新しい応用

無線センサーネットワークが可能にする新しい応用分野と、それらを支える要素技術について概説します。また、これらの技術を用いた製品開発に活用できる都産技研の研究や開放機器などを紹介します。

## はじめに

「センサーネットワーク」(Sensor Network)は、その名の通りセンサーのネットワークです。いくつものセンサーをネットワークに接続し、これらが観測する情報を多角的・一元的に把握できるようにします。センサーネットワークは、例えばビルの施設管理などの目的で以前から利用されてきたもので、そのコンセプト自体はそれほど新しいものではありません。しかし、近年の無線技術、情報処理技術等の進歩によって、センサー同士を無線で相互接続する「無線センサーネットワーク」が実用化され、センサーネットワークの応用分野は大きく広がりました。センサーネットワークの要素技術は、センシング技術、ネットワーク技術、耐環境技術、小型化技術や省電力技術など多岐にわたりますが、ここでは無線センサーネットワークが可能とする新しい応用と、その通信に関するいくつかの要素技術を紹介します。

## 無線センサーネットワークの応用

無線センサーネットワークの最大の利点は、センサー同士を接続する信号線が必要ないことです。従来の「有線」センサーネットワークは、あらかじめ配線をしておく必要があるため、屋外での利用や突発的なイベントに対応した利用などが困難でした。半導体技術の進歩によって、最近のセンサーには電池で駆動できるものも多くありますので、無線センサーネットワークは配線を一切行わずに構築することもできます。この特徴を活用して、センサーネットワークには以下のような応用が期待されています<sup>1)</sup>。

### ① 防災システム

人間の立ち入りが難しい山間部などに雨

量計や地滑りセンサー、カメラなどを設置し、土砂崩れやゲリラ豪雨などの発生を監視します。

### ② オフィスの省エネ化システム

オフィス内に温度センサーや照度センサーなどを設置し、最適なエネルギー効率になるように空調や照明を制御します。センサーを無線化することでレイアウトの自由度を損なうことなく既存のオフィスに導入できます。

### ③ 環境負荷の観測

小型のガスセンサーを工場に設置して、NOx や VOC といった環境負荷となる物質の排出を観測します<sup>2)</sup>。ネットワークを用いて情報を集約することで排出状況を可視化するなどの応用が考えられます

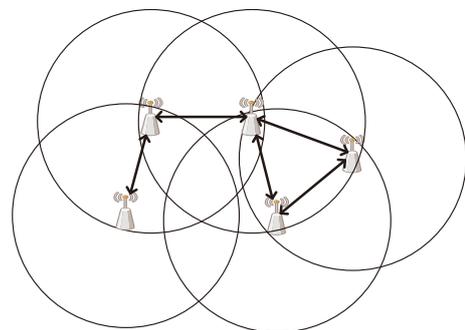


図1 アドホックネットワーク

円はその中心にあるセンサーの電波到達範囲を表します。各センサーは自分の周辺のセンサーを探してネットワーク(矢印)を形成します

## アドホックネットワーク技術

無線センサーネットワークでは、アドホック(ad hoc)ネットワーク技術が用いられます。アドホックとは、「その場限りの」という意味で、あらかじめ敷設された固定のネットワーク環境を用いるのではなく、通信を行う際に自分の周りのセンサーを探して、その場その場で通信を行うような方式をいいます。このように、センサーネットワークに含まれるセンサーは、センシング機能に加えて自律的な通信機能を持つた

め、「センサーノード」と呼ばれます。

無線 LAN などの通信環境では、通常、アクセスポイントと呼ばれる装置があらかじめ設置され、すべての無線通信を中継します。これに対してアドホックネットワークでは、図 1 のように各センサーノードが近接する（電波が到達する）他のノードとそれぞれ独自に通信を行います。あらかじめアクセスポイントなどを設置する必要がなく、無線センサーネットワークの構築に向けた方式です。また、いくつかのセンサーノードが壊れた場合にも、他のセンサーノードを経由するなどにより、その場で通信経路を変更することもできます。電波が直接届かない距離にあるセンサーノードとは、中間にいくつかのノードを介して、マルチホップ・ルーティングという方法でデータを転送します。

一般に通信ネットワークの構築では、通信の手順を定めた「プロトコル」の設計が非常に重要です。センサーネットワークにおいても、プロトコルの選択は、センサー同士の通信効率やエネルギー消費を左右する非常に重要な設計要素です。これまでにいくつかの方法が提案されていますが、本稿では代表的なものの 1 つとして ZigBee と呼ばれるプロトコルを紹介します。

### センサーネットワークプロトコルの例

ZigBee は、ZigBee Alliance が標準化を行っている無線通信規格です。センサーネットワーク専用のプロトコルではありませんが、しくみが単純で低コスト、低消費電力であるため、よく用いられます。ZigBee の通信距離は 10 ～ 70m、データ転送速度は最大 250kbps と比較的短距離・低速ですが、制御次第では数ヶ月～数年の間電池で駆動できるといわれています。

ZigBee のノードは大きく 2 種類に分けられます。アドホック・ルーティングを含むすべてのネットワーク機能を備えた Full-Function Device (FFD) と、低コスト化のために一部の機能だけを持ち、FFD としか通信できない Reduced-Function Device (RFD) です。また、ZigBee のネットワークには、コーディネーターと呼ばれる特別な FFD が 1 つだけ存在し、以下に述べるネットワーク形態の決定などを行います。

ZigBee では、用途に応じて図 2 に示したような 3 種類のネットワーク形態をとることが可能です。いずれもコーディネーターの主導でネットワークが形成されますが、スター型、ツリー型は通信がコーディネーターによって仲介される無線 LAN と似た形態、メッシュ型は 1 種のアドホックネットワークです。このように、ZigBee は、コーディネーターを中心とした比較的シンプルなくみで、多機能な FFD と安価な RFD を用途に応じて組み合わせられる柔軟性を持つことから、センサーネットワークの構築に最も適した技術の 1 つとなっています。

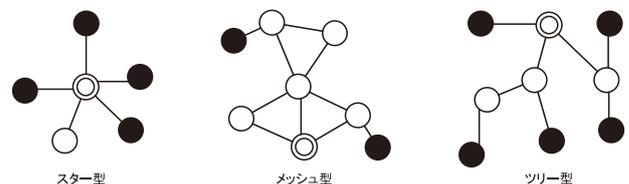


図 2 ZigBee のネットワーク形態

◎はコーディネーター、○はコーディネーター以外の FFD（ルーター）、●は RFD を示します

### 都産技研の取り組み

都産技研では、前述のオフィスの省エネシステムの技術を、中小企業の工場に応用する研究を行っています。

情報技術グループでは、ZigBee や RFID 等の無線通信の観測が可能な測定設備を備え、製品開発の支援を行っています。無線通信技術に限らず、LAN やフィールドバスを中心としたネットワーク技術の評価・研究も実施しております。これらの設備は開放機器としてご利用いただけますのでご相談下さい。

### 文 献

- 1) 「ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会」最終報告, [http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040806\\_4.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040806_4.html)
- 2) 東京都地域結集型研究開発プログラム 都市の安全・安心を支える環境浄化技術, <http://create.iri-tokyo.jp/>.

研究開発部第一部 情報技術グループ <西が丘本部>

大原衛 TEL 03-3909-2151 内線 491

E-mail : ohara.mamoru@iri-tokyo.jp