

期待されるユビキタスセンサネットワーク

今泉 賢一

OKIは今、全社を挙げて「e社会^{®*1)}」の実現を目指している。e社会とは、グローバルに張り巡らされたネットワークを基盤として、時間と空間の制約、国・地域や文化の違いを超え、あらゆる社会活動が「個」を中心に公平で安全、確実に行われる社会のことである。

来たるべきこのe社会では、人々の営みを効率よく、安全で安心して進めることのできるICT (Information Communication Technology) 技術が求められる。特に人、物、環境の状態を的確に把握 (センシング) し、その状態や状況に応じて適切かつ確実に提供サービスを制御 (コントロール) する仕組み作りが重要である。このような状況に応じたサービスの提供 (コンテキストウェアアネス) を実現するためには、環境に埋め込まれた膨大な数のさまざまなセンサ情報をリアルタイムに収集し、さらには個々の制御端末に情報を伝えるための「ユビキタスセンサネットワーク」が実現されなければならない。

本文では、ユビキタスセンサネットワークについて解説し、さらにこのユビキタスセンサネットワーク実現に向けて最適な技術として着目されているZigBee^{™*2)}の説明、応用分野および動向について述べる。

ユビキタスセンサネットワークとは

ユビキタスセンサネットワークとは、センサやアクチュエータのような小型の装置に無線機能を付加し、無線によって双方向の通信を行う技術である。ここで言う「双方向」とは、一方はセンシング (センサから上位システムへの上り通信) であり、他方はコントロール (上位システムからアクチュエータへの下り通信) のための上り・下り方向の通信を指している。この技術により、今まで通信機能を持たず、ネットワークに収容できなかった省電力で低コストが要求される装置でも通信接続が可能となる (図1)。

ユビキタスセンサネットワークは、少々大雑把な例えではあるが、人体における末梢神経のようなものである。センシングが感覚神経、コントロールが運動神経という

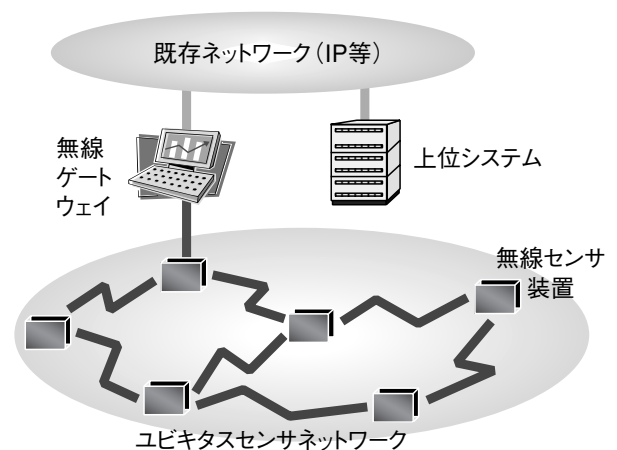


図1 ユビキタスセンサネットワークの概念図

ことになる。視覚・聴覚をはじめとする五感や手足などがセンサやアクチュエータであり、中枢神経に相当する基幹ネットワークを経て、脳である上位システムまで繋がっている。

ユビキタスセンサネットワークは、今世紀に入ってから提唱された概念である。歴史的には新しいが、極めて画期的な技術であり、防犯、医療、健康、物流、製造など幅広い分野でさまざまな応用が期待されている。

ユビキタスセンサネットワークの可能性

ユビキタスセンサネットワークにより、従来では不可能だったさまざまな情報収集や、きめ細かな装置制御が実現できるようになる。ここではユビキタスセンサネットワークの導入効果について記述する。

(1) 空間と時間の超越

ユビキタスセンサネットワークの可能性は、まず第一に、空間や時間を越えて、あたかもその場にいるように現場の状況が把握でき、また必要に応じて制御も可能であることである。

たとえば、冷凍倉庫内に温度計と冷凍機を多数設置し、

*1) e社会は沖電気工業株式会社の登録商標です。 *2) ZigBeeはKoninklijke Philips Electronics N.V.の登録商標です。

ユビキタスセンサネットワークによる温度管理システムを構築したとする。遠隔地のパソコンでは、時々刻々とサンプリングされてくる温度計からの情報をもとに温度分布図がグラフィカルに表示され、倉庫内の細部にわたる状況が手に取るように把握できる。また、しきい値などの境界温度を設定することにより、もしある箇所で温度異常が発生すれば、パソコンにアラームが上がり、すぐにそれを発見することができる。またシステム内には大容量データベースをもち、膨大な温度情報の履歴が蓄積されている。過去のトレンドと照らし合わせて、現在の状況がどの程度の異常事態なのかを分析することも可能である。異常を発見した場合は、最寄りにある冷凍機の温度を自動調整するようコントロールし、正常な範囲に復旧するまでフィードバックをかけることもできる。

(2) 膨大な実データからの知識発見

ユビキタスセンサネットワークの可能性の第二は、収集した無数の情報を分析・加工することにより、今まで発見できなかった新たな事実をあぶり出して可視化することである。このことを、アンケートを例にとって説明する。アンケートの1枚1枚をみれば、データとしての価値はほとんどない。ところがこれを大量に取得し集計すると、たとえば世論調査や市場動向など、世の中を動かしたり、未来を予測したりするような、我々にとって非常に有益で価値のある情報を導出することができる。

ユビキタスセンサネットワークも同様に、たとえ1つ1つは意味の薄いデータでも、それらを大量に収集し、分析・加工・関連付けすることにより、より価値の高い情報や知識にまで昇華させることができる可能性を持っている。

(3) 人に優しいサービス

ユビキタスセンサネットワークの第三の可能性は、人や場所などの属性に応じた適切なサービスの提供が可能になることである（コンテキストウェアネス）。種々のセンシング機能を用い、個人や場所などの環境属性を詳細に取得することができる。この取得情報をもとにすれば、より気の利いた、人に優しいサービスが提供可能となるであろう。

たとえば、生体の各状態を把握できるようなセンサを人体に取付けることにより、仮に本人には自覚症状がない場合でも、体調の悪化した状態を検知することができる。さらにGPSなどの位置センサで場所を特定し、救急車を自動的に呼び出すことも可能である。

*3) ZigBee Allianceは会員制の機関であり、OKIを含め、全世界で200社以上が参画している。

IP通信と非IP通信方式

データ通信といえば今やIP（Internet Protocol）が普及しており、主流となっている。無線通信について説明をする場合、IPに従った無線LAN（802.11a/b/gなど）の方式で通信しないのかという意見をよく聞く。無線LANは、ある程度複雑な手続きに基づく通信方式であり、モバイルパソコンやIP電話など、高度な処理性能を持ち、十分な電源供給能力を持った装置に適した通信手段である。しかし、センサやメータ、照明器具、白物家電などにIP（IPv4やIPv6）通信機能を実装するには、高性能なCPU（中央処理装置）や高出力の通信機能を搭載する必要があり、装置のコストアップ、大型化、消費電力の増加などの課題が発生する。

これに対しZigBeeは「非IP」の（IPとは異なる）無線規格であり、IPと比較してシンプルな手続きに基づく通信方式であるとともに、低消費電力で動作するよう設計されている。このため上記のようないわゆる「簡易な」装置を容易にネットワークに収容することができる。さまざまな無線通信方式の中で、ZigBeeがユビキタスセンサネットワークに最適といわれている所以である。

こうした簡易な装置を収容するため、ZigBeeだけに閉じた単独のユビキタスセンサネットワークも考えられるが、一般的には基幹IP網の支線ネットワークとして利用されるものと思われる。すなわち、中枢神経に例えられるIPネットワークから枝分れする末梢神経という位置付けである。

ZigBeeの概要

(1) ZigBeeの標準化組織

ユビキタスセンサネットワークの無線装置は、一般的に低消費電力・低コストが要求される。ZigBeeは、これらの要件を満たす無線通信規格であり、全世界で200社以上の企業が参画しているZigBee Alliance^{*3)}がその仕様を策定している。

一方日本では、このZigBee AllianceのメンバによりZigBee SIGジャパンという組織が設立され、国内における啓蒙や普及促進などのプロモーション活動に取り組んでいる。2007年現在、ZigBee SIGジャパンの理事長職はOKIが担当している。

(2) ZigBeeの規格

ZigBeeは、下位の物理（以下PHY）層とメディアアクセス（以下MAC）層に、低コスト・省電力を特長とする

IEEE802.15.4^{*4)}を採用し、ネットワーク（以下NWK）層、セキュリティサービスプロバイダ、アプリケーション（以下APL）層を新たに規格化したものである。

ZigBeeはオープンな国際規格であり、異なるメーカー間での相互接続性を取りやすい。

(3) ZigBeeの特長

表1に、無線LAN（IEEE802.11b）とZigBeeの比較表を示す。無線LANに比べ、ZigBeeの通信速度は遅いが、方式がシンプルなため、遅延が少なく省電力である。省電力の最大のメリットは、乾電池や太陽電池などでも駆動できることである。アプリケーションの使用方法にも依存するが、電池で数ヶ月から数年の寿命を持たせることが可能である。また無線による通信ケーブルのワイヤレス化と、電池駆動による電源ケーブルのワイヤレス化の両方が実現可能となり、施工性に優れる。

無線LANと比較したZigBeeのもう1つの長所として、多数のデバイスを収容するのに適していることである。ZigBeeは16ビットのアドレス空間をもち、理論上最大64,000個以上の装置を1つのネットワークに収容することができる。

表1 無線LANとZigBeeの比較表（ZigBee Alliance資料より出典）

特徴	IEEE 802.11b	ZigBee
電池寿命	数時間	数年
接続可能ノード数	32	64000
通信開始遅延時間	3秒	30ミリ秒
通信距離	100-300m	30-100m
伝送レート	11Mbps	250Kbps
セキュリティ	認証ID (SSID), WEP	128 bit AESを利用した認証,暗号化

(4) ZigBeeのネットワーク構成

ZigBeeは、以下のようなコーディネータ、ルータ、エンドデバイスという3種類の装置から構成されている。

●ZigBeeコーディネータ

ネットワークの生成・維持管理などを制御する。またルータとしての中継機能も実装している。

●ZigBeeルータ

装置間を中継するルーティング機能を実装する。

●ZigBeeエンドデバイス

ルータとスターリンクで接続する末端の装置。上記のコーディネータやルータと比べて、限定された機

能のみを実装すれば良いため、省電力化が比較的容易である。

ZigBee関連商品

本章では、OKIのZigBee関連商品を紹介する。

(1) ZigBee LSI

OKIは、ZigBeeによる無線モジュール構築用にML7065とML7222という2つのLSIを製造している。まずML7065は、IEEE802.15.4準拠のLSIとして、無線部（以下RF）とPHY層、およびMAC層の機能を一体にしたLSIである。一方ML7222は、RF、PHY層、MAC層の機能に加え、その上位層であるNWK層のZigBeeスタックまでをワンチップに実装したZigBee準拠LSIである。ZigBee完全準拠の無線センサモジュールを製造する場合、ML7222を用いれば、ML7065にNWK層の機能を別途実装する場合に比べ、より低コスト・低消費電力での実現が可能となる。

(2) 評価キット

無線システムでは、机上での検討やシミュレーションだけでは考慮しきれない複雑な要素があり、実用化のためには実機評価が重要である。そのためOKIでは、ZigBeeの実証実験用評価キットを提供している。

評価キットは、(財)テレコムエンジニアリングセンター（TELEC）による無線設備の技術基準適合証明を取得しており、日本国内どこでも無免許で実証評価を行える。また評価目的に合わせて、各種センサやアクチュエータ、PCなどを接続したり、さらに開発キットを用いてアプリケーションを作成することも可能である。

(3) SDIOカード

ZigBeeのエンドデバイス用SDIOカードである。このSDIOカードをPDAなど（対象OSは、Windows MobileまたはWindows CE）の携帯情報端末に装着することにより、ZigBeeによる無線通信が可能となる。

たとえば、物流システムのハンディ端末や、レストランなどのオーダー入力端末としての用途が考えられる。従来の無線LAN端末と比べると、消費電力が少ないため、バッテリー駆動の時間が持続するという長所がある。

なお、ハンディ端末などのモバイル機器は、厳密にはセンサとは異なるが、広義にはユビキタスセンサネットワークの構成要素の一部であるとOKIは考えている。

*4) 低速向け無線PAN(Personal Area Networks)の標準規格。

応用システム

ZigBeeの応用システムは、幅広い適用分野が想定されている。以下に、その代表的なアプリケーションについて概説する。

(1) ホームオートメーション

家庭内における各機器の遠隔制御やホームセキュリティなどの応用分野である。ZigBee装置間の相互接続性により、家庭内のマルチベンダ環境を容易に構築できる。

(2) ビルオートメーション

照度センサによる照明・ブラインドの制御や、温度センサによる空調の制御・省エネルギーなどの応用分野である。機器の無線化により、設置の柔軟性を高める。

(3) ファクトリーオートメーション

工場内におけるセンサや測定器の自動収集・自動制御、あるいは物流管理などの応用分野である。自動化によるラインの効率化、省力化や省エネルギーに貢献する。

ZigBeeの動向

ZigBeeは、2004年12月に最初の仕様（1.0版）が策定され、翌2005年6月に一般公開された。現在、この仕様は「ZigBee2006」にバージョンアップされ、ZigBee Allianceのサイトからダウンロード可能である（<http://www.zigbee.org>）。

一方商業的な面では、2007年度以降に予想される市場の本格的な立ち上がりに向けて、各社からZigBee標準仕様に準拠した商品が現われ始めている。既に国内外で、電気メータの検針やホームセキュリティなど、ZigBeeの商用システム事例がいくつか発表されている。

一方OKIでは、商用化に先行し幾つかの実証実験を行っている。その一例が、YRPユビキタス・ネットワーキング研究所と共同で開発し、国土交通省が推進する自律移動支援プロジェクトの一環として2006年3月に神戸空港で実施された「ユビキタス空港情報提供サービス」の実証実験である。

神戸空港の天井裏にZigBeeコーディネータおよびZigBeeルータを30個程度設置し、ZigBee SDIOカードを装着したハンディ端末と無線通信を行う。実験では搭乗客の希望者にハンディ端末を貸し出し、搭乗までの時間帯に、搭乗便や周辺施設（レストランや土産店舗）の案内など、プッシュ型およびプル型の情報サー

ビスを提供した。

現在、神戸空港での実証実験は終了しているが、被験者からのアンケートでは、「初めて訪れた空港でも迷わない」など概ね好評な結果を得た。さまざまなアンケートの意見を踏まえ、より利便性を追及し、新しいサービスとして今後の実用化を目指している。

まとめ

e社会を実現する手段の1つとして期待されているユビキタスセンサネットワークと、その標準規格であるZigBeeについて概説した。今後OKIは、ペースとなるLSIの開発はもとより、各種モジュール、ユニットおよびシステムなど、プラットフォーム商品の品揃えを充実させ、ZigBeeの市場普及に貢献していく所存である。◆◆

参考文献

- 1) ZigBee Alliance, <http://www.zigbee.org>
- 2) 福永茂, 田川忠道, 福井潔, 谷本晃一, 菅野秀明: ユビキタスセンサネットワークの開発, 沖テクニカルレビュー200号, Vol.71 No.4, pp.24-29, 2004年
- 3) 市川武志, 谷本晃一: 次世代近距離無線ネットワークを実現するZigBee™ LSI, 沖テクニカルレビュー200号, Vol.71 No.4, pp.70-73, 2004年
- 4) 久保伸治, 小沼良平, 今泉賢一, 渡辺康延, 森内裕喜: ユビキタスサービスの実現に向けて, OKIテクニカルレビュー209号, Vol.74 No.1, pp.4-9, 2007年

●筆者紹介

今泉賢一: Kenichi Imaizumi. システムソリューションカンパニー
センサネットワークベンチャーユニット