

# 無線センサネットワークを利用した センシングデータ収集環境の構築と評価

澤田 尚志<sup>†</sup> 安部 恵一<sup>††</sup> 峰野 博史<sup>†</sup> 水野 忠則<sup>††</sup>

<sup>†</sup>静岡大学情報学部 <sup>††</sup>静岡大学創造科学技術大学院

## 1 はじめに

近年、人々の生活が快適さ・豊かさを増して行く一方で電気・ガスなどのエネルギー消費が増加している傾向にある。そのような状況において、家庭やオフィスでは光熱費節約のための省エネルギー対策やエネルギー消費による環境問題への関心も同時に高まってきている。このことより将来的には、人々が「快適な生活」を送りながらも「光熱費の節約」をし、更に「環境問題」についても考慮されるようなシステムの実現を期待されていると考える。そこで、以上三つの項目のバランスを維持しつつ各家庭やオフィスの異なる生活環境において適応的に導入が可能な適応型 HEMS/BEMS[1] の研究開発が必要であると考えられる。

文献 [1] では、適応型 HEMS/BEMS の導入レベルについて検討されている。導入レベルはレベル 1~6 までの 6 段階で考えられている。レベル 1 では温度、照度、湿度、人感センサなどを導入し、各部屋における環境状況の変遷の見える化を実現する。レベル 2 では上記センサ群に加え電気消費特性を取得できるモジュールを追加し、各環境状況や生活パターンから消費電力との相関の見える化する。ここまでのレベルにおいては表示系 HEMS としての段階であると考えられている。以降のレベル 3, 4 では制御系 HEMS としての段階の導入、レベル 5, 6 では自然と人工のバランスを考慮した共生環境制御の段階を目指している。

本論文では、適応型 HEMS/BEMS の導入レベル 1, 2 における表示系 HEMS の基礎研究として無線センサネットワークを利用したセンシングデータ収集環境の構築を行う。そして、その環境が今後上位の導入レベルを検討していくにあたって利用性が高いかどうかを拡張性、運用性の面から評価する。

## 2 関連研究

建物内の環境状況の見える化に関する関連研究としては、文化遺産の建物内に無線センサネットワークによるセンシングデータ収集環境を構築して、取得されるデータから建物の歪みを測定し、見える化させる研究がある [2]。センサノードは他にも温度、相対湿度、照度、振動を計測することもでき、それらの値を見える化するためのユーザインタフェースも用意されている。

## 3 センシングデータ収集環境の構築

### 3.1 無線センサネットワーク

まず始めに、今回利用する無線センサネットワークの構成について説明していく。本研究で想定する無線センサネットワークは図 1 に示してあるように、以下のものから構成される。

- コーディネータノード … ネットワークの制御を行う。
- シンクノード … 各センサノードのセンシングデータを収集する。
- ルータノード … ネットワーク内のデータ中継を行う。
- センサノード … 温度・照度・モーションセンサを持ち、それぞれの値を測定する。また、データ送信を行う。
- データベース … シンクノードに送られてきたセンシングデータを保持する。

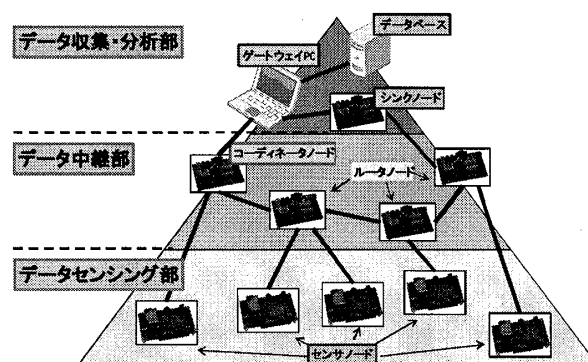


図 1: 無線センサネットワーク

- ゲートウェイ PC … コーディネータノード・シンクノード・データベースが接続されており、これらへのアクセスはゲートウェイ PC で行う。

このネットワークはデータ収集を主に行うものであり、センサノードからなるデータセンシング部、ルータノードからなるデータ中継部、そしてコーディネータノード、シンクノード、ゲートウェイ PC、データベースからなるデータ収集・分析部の 3 つに分けられる。

データセンシング部ではセンサノードが用いられる。センサノードは温度、照度、モーションの 3 種類のセンサを持ち、それらセンサから値と電源の電圧値をセンシングデータとしてデータ中継部に送信する。電源供給は乾電池で行う。また、文献 [3] において家電機器等の消費電力を測定するために開発された電気消費特性取得モジュールをセンサノード基盤に接続させることで、家電の消費電力を表す有効電力や、力率、交流実効電圧も取得することが可能となる。データ中継部ではコーディネータノードとルータノードが用いられる。データ中継部は、データセンシング部からデータ収集・分析部へ、またデータ収集・分析部からデータセンシング部へ送られるデータの中継を行う。データ収集・分析部では、シンクノード、ゲートウェイ PC、データベースが用いられる。データ中継部から送信されたデータがシンクノードに到達し、ゲートウェイ PC を介してデータベースに格納される。

### 3.2 センシングデータ収集環境の設計

本節では、適応型 HEMS/BEMS の導入レベルにおける表示系 HEMS としての段階を満たすためのセンシングデータ収集環境を設計する。

#### 3.2.1 データセンシング部

データセンシング部で利用するセンサノードは、モーションセンサで人を検知した瞬間もしくは前回のデータ送信から一定時間が経過した瞬間に、その時点で各センサがセンシングした値をセンシングデータとして送信する。これは、モーションセンサにより人の存否を確認することと温度・照度の値を一定間隔で測定することの両方を同時に満たす必要があるためである。この一定間隔の時間は 10 分に設定する。一方、家電の消費電力を測定するためのセンサノードには電気消費特性取得モジュール (図 2) を接続させ、各家電の消費電力をセンシングデータに追加して送信する。なお、消費電力は細かい粒度で測定する必要があるので子のセンサノードについては 3 秒毎にデータ送信を行うように設定されている。センサノードの電源供給は AC アダプタと乾電池の

Development and Evaluation of Sensing Data Collecting System Utilizing Wireless Sensor Network

Hisashi Sawada<sup>†</sup>, Keiichi Abe<sup>††</sup>, Hiroshi Mineno<sup>†</sup>, Tadanori Mizuno<sup>††</sup>

<sup>†</sup>Faculty of Informatics, Shizuoka University,

<sup>††</sup>Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

表 1: 実験環境

設置場所	部屋と廊下の天井	
設置数	コーディネータノード	1
	シンクノード	1
	ルータノード	7
	センサノード	62
通信規格	ZigBee 2004	



図 2: 電気消費特性取得モジュール接続センサノード

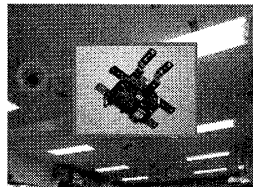


図 3: センサノードの設置

いずれかを選択することができる。今回の環境では、電源供給のための配線が困難な部屋においてもセンサノードの設置を容易にするため、また電源供給場所の数が限られた部屋・建物においてもセンサノードの設置台数の変化に柔軟に対応するために、電源供給は乾電池を利用する。

### 3.2.2 データ中継部

データ中継部においてコーディネータノードは、ネットワーク情報の管理とデータの転送を行う。コーディネータノードはネットワーク内のノードに対して制御命令を送信することも可能であるため、適応型 HEMS/BEMS の導入レベルにおける制御系 HEMS としての段階で活躍が期待されるが、今回はデータ収集のみを行うため制御機能は利用しない。ルータノードに関しては、ネットワークに参加させるセンサノードの数が多ければ多いほど、設置する数を増やしていく。これは、各ルータノードには無線接続可能なセンサノードの数に上限があるためである。コーディネータノードとルータノードの電源供給は AC アダプタを利用する。コーディネータノードはネットワーク全体で 1 台のみ必要であるため、またルータノードは各部屋で 1, 2 台あればセンサノードの設置数に十分対応できるためである。

### 3.2.3 データ収集・分析部

データ収集・分析部においてシンクノードは、データ集計部から送信されたデータを受け取る役割をする。シンクノードはゲートウェイ PC に接続されており、シンクノードが受け取ったデータは全てゲートウェイ PC の中に保持されていく。ゲートウェイ PC が保持したデータは、ネットワーク経由でデータベースサーバに格納される。格納されたデータは、ゲートウェイ PC 上の Web ブラウザでグラフ化して表示させることができる。シンクノードはネットワーク全体で 1 台のみ必要なため、電源供給は AC アダプタを利用する。

## 4 実験環境での実験と評価

### 4.1 実験概要

本実験は、大学棟内 (情報棟 1 号館 4 階) において 3.2 節で設計したセンシングデータ収集環境を構築し、行った。実験環境は表 1、実際の環境の配置は図 4 に示す。センサノードは、図 4 のように天井へ格子状に設置する。センサノード 62 台のうち 10 台は、電気消費特性取得モジュールに利用する。実験は、電池切れとなったセンサノードの電池を交換しつつ継続的にデータ収集を行っていく。

### 4.2 実験結果

センシングデータ収集環境を実験環境において運用した結果、図 5 のようなグラフを得ることができた。図の左側ではセンサノードが取得した照度、モーション、温度、電源電圧についての、図の右側では電気消費特性取得モジュールによって取得された有効電力、交流実効電圧、力率についての値の変遷を見ることが出来る。また、電池駆動をさせていたセンサノードについては約 1 ヶ月弱の間電池交換をせずに動作し続けていた。

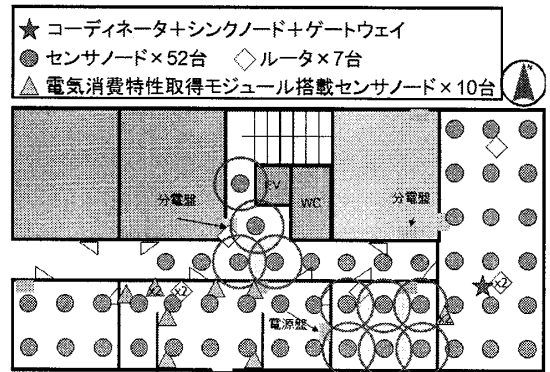


図 4: 各ノードの配置図

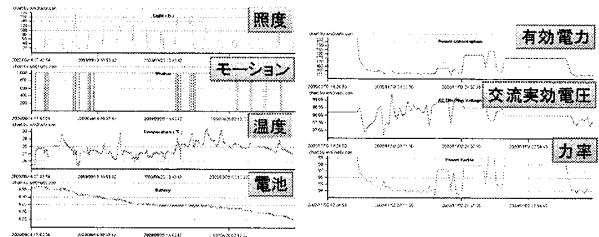


図 5: 収集データの表示部

### 4.3 評価・考察

今回構築したセンシングデータ収集環境は、センサノードに標準で搭載されている温度、照度、モーション、電源電圧の値の他に、電気消費特性取得モジュールをセンサノードに接続させることで更に有効電力、交流実効電圧、力率の値についても情報の見える化を実現することができた。我々が使用したセンサノードは、電気消費特性取得モジュールのように測定に利用したいセンサをモジュール化して追加で搭載させることで、様々なセンサデータを取得することが可能となっている。制御系 HEMS 以降の導入レベルにおいては更に多くの種類のセンサを用いることになるので、今後の適応型 HEMS/BEMS の開発については拡張性が高いものと考えられる。

運用性に関しては、各々のセンサノードの寿命が 1 ヶ月弱ということから、研究レベルで利用するデータ収集環境としての運用性は十分であると考えられる。ただ実用レベルの運用性としては年単位での運用が望ましいため、センサノードの寿命を延ばすための工夫も必要になると考えられる。

## 5 まとめ

本稿では、適応型 HEMS/BEMS の導入レベル 1, 2 における表示系 HEMS の基礎地盤として無線センサネットワークを利用したセンシングデータ収集環境の構築を行った。実験によって、表示系 HEMS としての目に見えない情報の見える化を達成できたことを確認し、制御系 HEMS 以降の導入レベルにおいても拡張性の高いデータ収集環境であることを考察した。

今後の予定としては、無線通信と有線通信による相互補完通信プロトコルを用いたネットワークにおいて、適応型 HEMS/BEMS の導入レベルを意識したセンシングデータ収集環境の構築について検討していく。

### 参考文献

- [1] 峰野博史 : ICT 技術を用いたグリーン化 (2) ~適応型 HEMS/BEMS の開発~, 信学総大, (2010).
- [2] M. Ceriotti, 他: Monitoring Heritage Buildings with Wireless Sensor Networks: The Torre Aquila Deployment, in Proc. of IPSN'09, 15-18 Apr., (2009).
- [3] 安部恵一, 他: PLC/ZigBee 相互補完通信を用いた家電機器の省エネルギー制御の提案, 情処研報 (CBI), Vol.24, No.26 (2009).