

M-010

## 快適環境構築のための室内空間モニタリングシステムに関する研究 A Study on a Room Space Monitoring System for Creating a Comfortable Environment

秦 祐輔<sup>†</sup> 長坂 康史<sup>†</sup>  
Yusuke Hada Yasushi Nagasaka

### 1. はじめに

近年、ネットワーク技術の発展により、住宅内のデジタル家電や電子機器などをネットワーク化したホームネットワーク[1]が普及し、家電製品などを制御することが可能になった。これにより、室内に取り付けたセンサやデバイスから収集したデータを元に、家電製品などを管理、制御することで、消費電力の節約や快適な生活空間を提供することができるスマートホームが注目を集めている。しかし最近では、環境問題や消費電力に注目が集まり、ただ管理・制御するだけでなく、スマートグリッド化して電力需給を調整することで、エネルギーやコストなどの削減を目的とした研究が行われている[2]。しかし、このスマートグリッド化したスマートホームを実現するためには、リアルタイムかつ正確に室内環境を把握しなければならない[3]。

そこで本研究では、Windows系の組込みOSを使用することによって、リアルタイムに室内環境を把握するとともに、GUI機能を使用した室内の状態表示や制御を行う快適環境の構築を支援するシステムに関する研究を行う。

### 2. システム概要

#### 2.1 研究機器

本研究では、組込みOSとして、Microsoft社のWindows Embedded Compact 7を用いる。また、OSの実装は、アットマークテクノ社のArmadillo-440に行った。これは、液晶付きの小型汎用CPUボードである(図1)。タッチパネル液晶インターフェースを搭載しており、小型であることからハンディ端末として使用することも可能である。



図1: Armadillo-440

センサデバイスは、SunSPOTを用いる。SunSPOTから取得したデータを元に、室内環境及び人の行動状態を把握

<sup>†</sup> 広島工業大学大学院工学系研究科  
Graduate School of Engineering, Hiroshima Institute of Technology

する。

SunSPOTとは、Oracle社の無線センサネットワークデバイスである。センサボードには、温度、照度、3軸加速度センサと8個の3色LEDが搭載されており、プロセッサボードには、IEEE 802.15.4に準拠した無線ネットワークを搭載している。これはZigbeeと呼ばれ、低消費電力が特徴で、通信距離は数十メートル程度である。また、SunSPOTは、自動的にメッシュネットワークを形成し、無線通信を行う。

#### 2.2 システム概要

本システムは、室内及び人に取り付けたセンサデバイスからデータを収集し、組込みOS上で室内環境及び人をモニタリングする。本システムの構成を図2に示す。

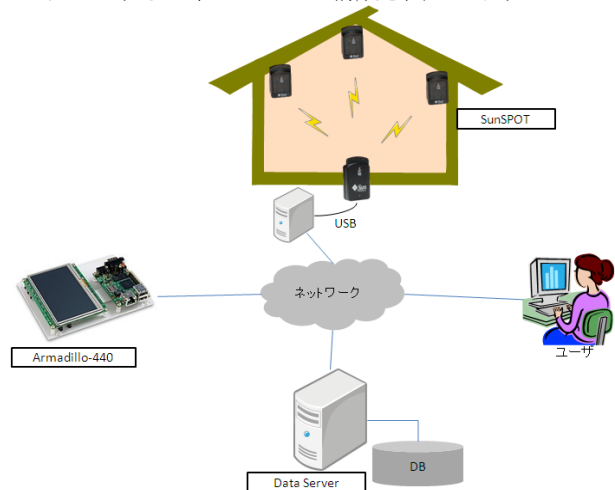


図2: システム構成の概要

SunSPOTは、人及び室内に設置し、照度、温度、加速度センサからデータを取得する。それらは、Zigbeeを使用してデータ収集を行う。

これらのデータをデータベースに格納し、ハンディ端末であるArmadillo-440のタッチパネル液晶に、室内の環境状態が簡潔に分かるよう表示させる。また、PCから過去のデータも閲覧できるようにする。

### 3. モニタリング

センサから取得したデータを可視化するだけでなく、そのデータを元に新たな情報を導きだし、室内空間の「見える化」を行う。

室内環境は、様々な状況が重なることによって、捉え方が変わる。例えば、季節や服装などによって、温度の感じ方や室内温度の基準が異なることが挙げられる。本研究では、室内温度だけでなく、室内の湿度の情報も収集し、2つの状況を組み合わせて、室内が快適な環境であることを示

す不快指数も求める。また、SunSPOT を取り付けた人の行動状態を、3軸加速度センサを用いて求める。

### 3.1 行動状態

人の行動状態の識別は SunSPOT の 3 軸加速度センサを用いて行う。SunSPOT は、腰に取り付け、X、Y、Z 軸のデータを取得する[4]。

図 3 は、腰に取り付けた 3 軸加速度センサで、以下の(1)から(4)の状態の時に取得したデータをグラフにしたものである。

- (1)立っている
- (2)うつ伏せになっている
- (3)仰向きになっている
- (4)横になっている

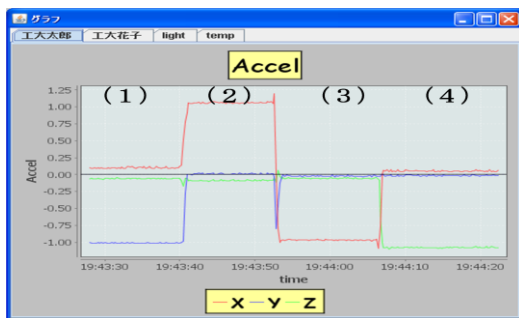


図 3: 3-axis Acceleration グラフ

図 3 からわかるように、各状態で大きな違いがある。この違いに注目し、以下のように(1)から(4)の各状態を識別する条件を定めた。

- (1)  $x \leq 0.4 \ \&\& \ z \geq -0.6 \ \&\& \ x \geq -0.4 \ \&\& \ y \leq -0.6$
- (2)  $x \geq 0.7 \ \&\& \ y \geq -0.4$
- (3)  $x \leq -0.7 \ \&\& \ y \geq -0.4$
- (4)  $y \geq -0.4 \ \&\& \ z \leq -0.75$

これらの条件により、3 軸加速度センサで取得したデータから 4 つの行動パターンが識別できる。これにより、その場になくても、センサを取り付けた人の行動状態を把握することができる。

### 3.2 不快指数

不快指数とは、蒸し暑さを数値で表したものである。人が暑さ感じるのは、ほとんど気温によって決まるが、その場の環境の不快感を抱くのは温度、湿度の 2 つの状況によって異なる。この不快感、不快指数 DI として表すことができ、温度 T(°C)、湿度 H(%)から下記の数式で求められる。

$$DI = 0.81T + 0.01H(0.99T - 14.3) + 46.3$$

求められた不快指数の値が 70 のとき、快適環境であることを示す基準値となっている。基準値より低ければ寒く、高ければ高温多湿であり、85 以上になると 9 割の人が蒸し暑いと不快感を得る環境である。これにより、室内温度に対して快適な空間環境であるかを把握できると考える。

### 3.3 室内環境表示

センサから収集したデータや行動状態などは、グラフなどを用いて表現する。図 4 は、部屋の 4 隅に取り付けたセンサから温度を収集し、グラフにした時のイメージ図である。

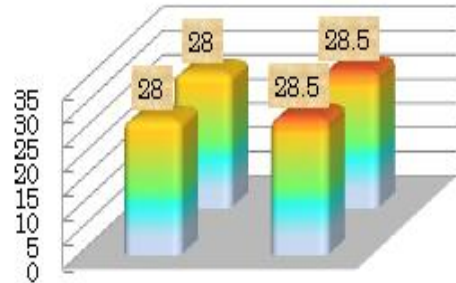


図 4: 室内温度グラフ

図 4 のように、室内環境を一目で把握しやすくする必要がある。また、人の行動状態や、不快指数、照度、温度などの情報を統合して表示させることで、室内環境空間を表示する。

## 4. 考察

人の行動状態は、3 軸加速度センサを用いて 4 つの行動パターンを識別したが、さらに詳しく条件式を定めることにより、より多くの行動パターンがわかると考える。また、不快指数では、快適な環境を作るために、温度を調整すべきなのか、湿度を調整すべきなのかを検討する必要がある。そして、これらの情報を一括してわかりやすく表示するために、表現方法の工夫も必要である。

## 5. おわりに

本研究では、組込み OS の Windows Embedded Compact 7 を用いて、快適環境の構築を支援するシステムに関する研究を行った。

課題として、現在の Armadillo-440 は、有線 LAN であるため、ハンディ端末として持ち運びに限界があることが挙げられる。実際に利用する場合は、無線 LAN モジュールを用いるなどして、持ち運びの範囲を広げる必要がある。また、センサデバイスに湿度センサが実装されていないため、湿度センサの実装も行う。今後は、不快指数が快適な数値になるように、ユーザが Windows Embedded Compact 7 から指示を出して、電子機器の操作を行い、快適環境を作れるよう検証していく。

### 参考文献

- [1] 松浦知子, 田頭茂明, 北須賀輝明, 中西恒夫, 福田晃, “ホームネットワークのためのセンサ連携を支援するイベント駆動フレームワーク”, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol.J92, No.7 (2009).
- [2] Smart House Information Platform Standardization Forum, “平成 21 年度スマートハウス実証プロジェクト報告書”, <http://www.jipdec.or.jp/dupc/forum/eships/>
- [3] 迎英夫, “「スマート革命」の衝撃”, エネルギーフォーラム(2010)
- [4] 秦祐輔, 長坂康史, “SunSPOT を用いた老人介護施設支援システム”, 情報科学技術フォーラム講演論文集 9(4), pp415-416(2010)