

# センサネットワークを利用した空調制御システムの検討

増井崇裕<sup>†</sup> 竹中友哉<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>静岡大学大学院情報学研究科

## 1 はじめに

地球温暖化など環境問題が大きくとり立たされる中、省エネに対する関心はさらに高まってきている。様々な方面で省エネに関する研究や技術開発が行われ、それらを取り入れた商品が開発されている。今後も省エネ問題はますます重要になっていくと考えられる。

身近な省エネとしてまずあげられるのは家庭での電力消費量の削減である。電力需要の概要(2004)[1]によると、家庭内での電力消費量においてエアコンは全体の約 25%をしめている。エアコンに関して省エネを行う事で大きな成果が期待できる。

そこで本論分ではエアコンに扇風機とセンサネットワークを組み合わせたシステム i-fan を提案する。現在の空調機器は利用に際して多くのエネルギーを無駄にしている。これは既存の空調機器に関して、室内の環境に対応した運用がなされていないことによる。i-fan は人検知、温度等各種センサから得られた情報をもとに空調機器を効率的に制御することで前述の無駄を省くシステムである。例えば人検知センサにより、空間内で人がいるところだけ室内環境を整えるといったことが可能になる。これにより最小限のエネルギーでかつ快適度を落とさずに空調制御を行える。

## 2 関連技術

### 2.1 単一の赤外線センサを利用した空調機器

本章では単一のセンサを利用して空調制御を行うエアコン、三菱電機の霧ヶ峰エアコン [2] を紹介する。このエアコンはエアコン自身にとりつけられたセンサにより部屋の環境を検知し、その情報から空調制御を行っている。

霧ヶ峰は赤外線センサ“新人感ムーブアイ”を用いている。ムーブアイは縦に並んだ 8 つのセンサで構成され、各センサは左右 94 分割の範囲で計測することにより測定範囲を 752 のエリアに分割して測定する。これにより霧ヶ峰は本体からのセンシングが可能な範囲においてより細かい精度で室内の温度分布、人のいる位置などを検知でき、効率的な空調制御を実現している

### 2.2 問題点

単一の赤外線センサを利用した空調機器では赤外線センサを用いることで省エネと快適性を両立させている。しかしこの方式ではエアコンと測定対象の間に障害物があつた場合正しいデータを収集することができない。単一の赤外線センサを利用した空調機器においては、エアコンについた人検知のための赤外線センサは障害物の向こう側の人間は検知できず温度センサは障害物の温度を測定してしまうことになる。そのため空調機器の設置場所や部屋の構造、障害物の位置によっては正しいセンサの値が得られず適切な空調制御ができない。

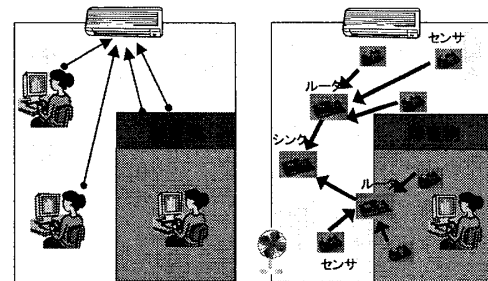
## 3 i-fan の提案

### 3.1 概要

本章では i-fan についての概要と、i-fan と既存技術の比較を行う。

提案方式 i-fan は 2.2 章で示した既存技術の問題点をセンサネットワークによって解決する。図 1 に既存技術の問題点 (a) とセンサネットワークを使った解決法 (b) を示す。

センサネットワークとは無線装置を内蔵したセンサを互いに連携させたネットワークである。測定環境に複数のセンサノード



(a)既存方式 (b)提案方式  
図 1: 既存技術の問題点 (a) と提案方式 (b)

を分布させ、各ノードが取得したデータを同時に基地局に収集することができる。

図 1(b) のようにセンサネットワークを用いることで、エアコンと測定対象の間に障害物が存在しても、測定対象の近くのセンサから正確なデータを得ることができる。i-fan を用いることによりエアコンのセンサが検知できない場所、エアコンからの風が届かないような場所にも周辺のセンサと扇風機を連携させて動作させることで必要な空間にピンポイントで快適な空調制御を行うことが可能となる。

以下に i-fan における空調制御の手順を簡単に示す。

1. センサによって人がいることを確認する。
2. 動かす必要のある空調機器を特定。
3. 特定した空調機器を動作させる。

1~3 の手順を繰り返すことで部屋の状況に応じた効率的な空調制御を実現する。

## 4 プロトタイプの開発

i-fan の実環境での運用のためのプロトタイプを開発した。本章ではプロトタイプの開発に関して、使用したセンサネットワークの構成とプロトタイプの動作について示す。

### 4.1 センサネットワークの構成

i-fan におけるセンサネットワークの構成についての詳細図を図 2 に示す。センサネットワークは次のようなものから成り立っている。

- コーディネータ … ネットワークの制御を行う。
- シンクノード … 各センサのデータを収集する。
- ルータ … ネットワーク内の中継を行う。
- アクチュエータ … コーディネータからの制御命令を受け取り扇風機に制御信号を送る。
- センサノード … 人検知・温度・照度・消費電力センサを持ち測定する。
- データベース … シンクノードに送られてきた各センサのデータを保持しておく。
- ゲートウェイ … コーディネータ・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で行う

センサネットワークは ZigBee[3] を用いて構成している。ZigBee は家電向けの短距離無線通信規格の 1 つである、省電力で低コストという特徴を持っている。

Examination of air-conditioning control system using sensor network

Takahiro Masui Hashizume<sup>†</sup>, Tomoya Takenaka<sup>††</sup>, Hiroshi Mineno<sup>†</sup>, Tadanori Mizuno<sup>††</sup>

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

<sup>††</sup>Graduate School of Informatics, Shizuoka University

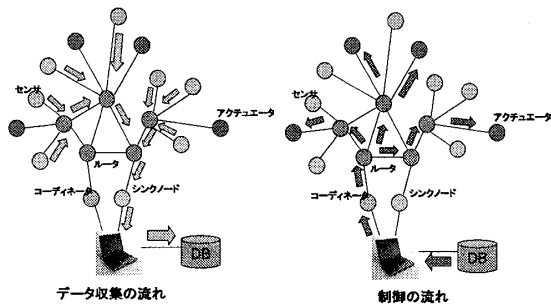


図 2: センサネットワークのトポロジ

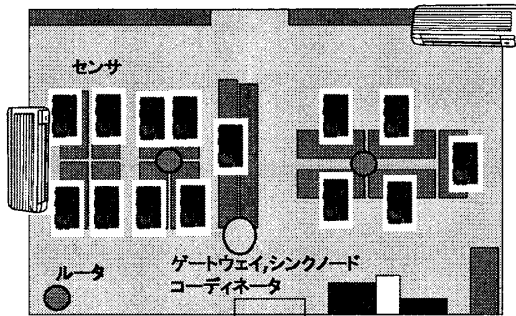


図 3: 実験環境

センサノードは得たデータを複数のルータを介してシンクノードに送る。シンクノードに送られてきたデータはゲートウェイを通してデータベースに格納される。ここまでが制御の流れである。次にこのデータを元に扇風機に対する制御を行う。コーディネータは制御アルゴリズムに基づいてデータを解析し、必要に応じて扇風機の制御命令を出す。対象のアクチュエータは受け取った制御命令に応じて扇風機に対して適切な制御命令を送る。

#### 4.2 プロトタイプの動作

作成したプロトタイプでは2つの機能を実現した。1つ目は人検知センサと扇風機の連動である。人検知センサのデータを利用し、人が近くにきた場合に扇風機を動作させ、いなくなったら扇風機をとめる。更にあらかじめ決められた形に限るがセンサと連携させる扇風機を変更させることもできる。2つ目は家電の消費電力と機器操作の連携である。TVに取り付けたセンサからTVの消費電力を測定し、遠隔の機器の制御と連携させる。具体的にはTVの電源がついたら遠隔の電球が点灯し、電源が消えると電球も消灯するという動作を行う。

### 5 実環境での運用のためのデータ収集実験

#### 5.1 実験概要

本章では前章で作成したプロトタイプを実環境で運用するために、センサを用いてのデータ収集実験を行った。この実験を行うことで実環境においてi-fanが解決すべき課題について明らかにする。部屋単位でのセンサデータ収集を実施し、課題を検討する。測定期間は11月13日～20日までの8日間。測定環境は研究室の14人の学生が生活をしている学生部屋(14×5m)である。使用するセンサは4.2章と同じものを用いる。つまり温度・照度・人検知のセンサを持つ。ただし今回の実験では課題の簡潔化のために温度・人検知センサのみに注目する。室内の環境とセンサの設置状況に関しては図3に示す。

#### 5.2 実験結果

収集した8日間分のセンサデータに関して、等高線グラフを用いて表した。11月20日のデータを図4、図5に示す。それぞれのグラフは図3の部屋内の環境と対応している。たとえば人検知センサのグラフにおいて色が赤に近い所では人が検知されたことを示しており、温度センサのグラフにおいては色が赤に近い場所ほど温度が高いことを示している。まず温度センサのグラフについて、部屋内において最大で5℃程度の温度差があることが図の11時から見て取れる。次に人検知センサのグラフについ

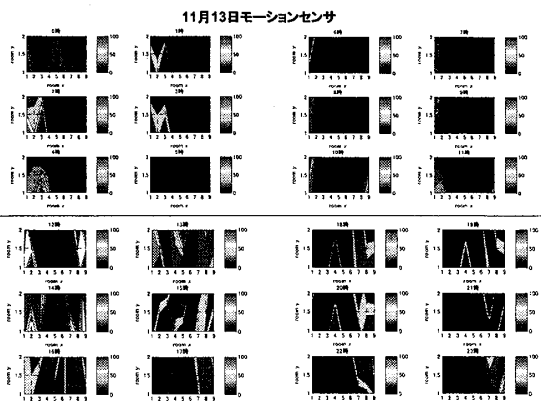


図 4: 実験結果 (11月20日人検知センサ)

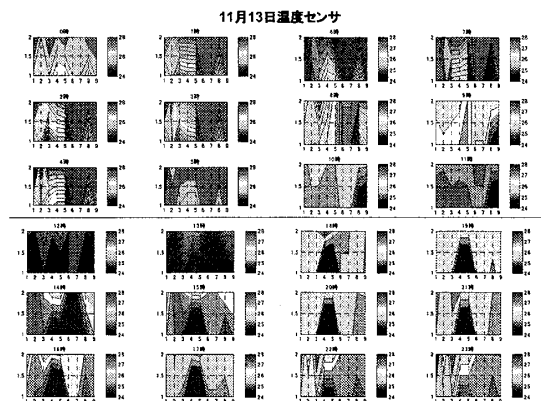


図 5: 実験結果 (11月20日温度センサ)

て、時間帯に応じてさまざまな場所で人が活動していることが見てとれる。温度センサのグラフと比較すると、人の活動エリアが必ずしも高い温度に保たれているとはいえないことがわかる。

#### 5.3 考察

実験結果から同一の部屋内でも最大5℃程度の温度差があるという課題を発見した。室内環境の快適化のためにこの課題を解決する。同時に人の動きについても検討する。室内に人がまばらにいる場合と偏っている場合とでは制御方法を変える必要がある。そこで今後i-fanでは以下の2つの機能の実現を目指す。1つ目は全体制御、これは室内に人がまばらにいる場合に行う制御である。2つ目は部分制御、これは室内に偏って人がいる場合に行う制御である。これらの機能を用いることで課題を解決する。

### 6 まとめ、今後の検討

本論文のまとめを述べる。センサネットワークを用いた快適度を落とさずに省エネルギーを実現する空調制御システムi-fanを提案した。次にi-fanのプロトタイプを作成し動作を確認した。最後にi-fanを実環境で運用する際の課題の発見のために実環境におけるデータ収集実験をし、収集したデータを検討することで解決すべき課題を明確化した。

今後の検討について述べる。5章において明らかになった課題を解決することでi-fanの有用性を証明する。5.3章において述べた2つの機能、全体制御・部分制御を実環境において実装し、課題を解決できているかを検討する。更に今後は部屋単位での運用から建物単位への運用の検討を行う。

#### 参考文献

- [1] 資源エネルギー庁：電力需要の概要。
- [2] 田邊義浩，日高彰，中川英知；使用実態を踏まえた省エネルギー技術を投入したルームエアコン霧ヶ峰人感ムーブアイ，三菱電機技報，2007。
- [3] ZigBee Alliance, <http://www.zigbee.org/en/index.asp>.