

(d) 情報

## 多機能コンセントを用いたセンサデータ分析による室内状況の分類

### Grouping of Room Conditions by Sensor Data Analysis

#### using the Multifunctional Outlet

岩崎 俊<sup>†</sup> 笹間 俊彦<sup>†</sup> 川村 尚生<sup>†</sup> 菅原 一孔<sup>†</sup>

Shun Iwasaki<sup>†</sup> Toshihiko Sasama<sup>†</sup> Takao Kawamura<sup>†</sup> Kazunori Sugahara<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 鳥取大学大学院 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻

### 1 はじめに

近年、情報技術の発達により、通信機能を持つ電化製品が開発され、外部からの制御や、室内状況のモニタリングが可能となりつつある。これを実現するシステムとして、スマートホーム [1] や HEMS (Home Energy Management System) [2] などがある。これらの多くは家屋や電化製品自体がシステムに対応している必要があり、導入に設置工事や買い替えを要する。このため多大なコストがかかり、普及に至っていない。

そこで、我々は電化製品自体ではなく、電源を得るコンセントに着目し、センシング・無線通信・電源管理機能を持つアダプタを電化製品とコンセントの間に接続して稼働する多機能コンセントシステム [3] を開発している。関連技術としては、スマートタップやスマートプラグと呼ばれるものがある。[4] [5] 多機能コンセントシステムをはじめとしたこのようなシステムでは、消費電力の見える化による利用者への省エネ喚起や、各センサデータ閲覧による部屋状況のモニタリング、各種センサの反応を基にしたルールや条件に応じた電化製品の電源管理などをおこなう。

しかし、システムから得られるセンサデータが膨大であるため、室内状況の把握は簡単ではない。さらに、センサの反応を基としたルールや条件を考慮する際にも、どのセンサにどの程度の閾値を設定すべきなのか判りづらい。よって、情報の縮約が求められる。本研究では主成分分析とクラスタリングを用いて、10 から 20 程度の人が把握しやすいクラスタ数にセンサデータを分類し、それぞれのクラスタと実際の部屋状況との対応を確認した。

### 2 多機能コンセントシステム

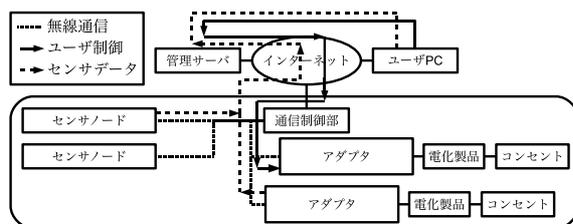


図 1: システム構成

図 1 に多機能コンセントシステムの構成を示す。本

システムは大きく分けて、管理サーバ、通信制御部、アダプタ部の 3 部から構成される。図 1 のようにアダプタを電化製品とコンセントの間に接続することで稼働する。アダプタは接続された電化製品の消費電力の計測・電源供給管理と、光・温度・赤外線センサによる環境情報を計測する機能を持つ。このアダプタ間では ZigBee [6] による無線通信を相互に行う。ZigBee とは安価で消費電力が少ない近距離無線方式の一つである。また、制御には Arduino [7] を使用する。Arduino とは安価、ZigBee のライブラリが充実しているといった特徴を持つ、オープンソースハードウェアのマイコンボードである。このアダプタ間のネットワークを通信制御部が制御・統括する。管理サーバではアダプタからのセンサデータの管理や各種サービスの提供をする。具体的には、アダプタを接続した電化製品の遠隔地からの電源管理、消費電力をはじめとした各センサデータの閲覧、時間やセンサの反応を基にした電源管理、などのサービスがある。利用者はこの管理サーバにアクセスし、各サービスを利用する。

### 3 提案手法

膨大なセンサデータの中から室内状況に関する情報を抽出し、その状況に対応したデータ分類をするため、主成分分析 [8] とクラスタリングをおこなう。

主成分分析とは多変量データを統合し、あらたな統合指標を生成する分析方法である。これによりセンサの配置、部屋の間取りに関係なく、関連のあるセンサの組み合わせが主成分として抽出される。また、主成分が持つ情報量の累積値である累積寄与率に基づいてデータの情報量・次元を削減する。本研究では一般的に用いられる累積寄与率が 80% までの主成分を採用する。

次に得られた主成分に対してクラスタリングをおこなう。これにより、類似したセンサの反応パターンをクラスタとして抽出できる。クラスタリング方法としては、他のアルゴリズムに見られるような大きな欠点がなく、バランスが良い、階層型クラスタリング法の一つであるウォード法 [9] を用いる。ウォード法はあらかじめクラスタ数を決定しなければならないアルゴリズムであるが、センサの配置、数によって、適切なクラスタ数が異なる。このため uppertail 法 [10] を併用し、動的にクラスタ数を決定する。uppertail 法とは統計的な停止規則を用いて、階層型クラスタリングのクラスタ数を求めるアルゴリズムである。

## 4 実験と考察

### 4.1 実験概要

センサデータを収集し、提案手法によるデータの分類、人手によるラベル付をおこなった。データ収集の環境は一人暮らしの男性宅である。その際のセンサの配置を図2に示す。アダプタの数は合計11台であり、消費電力を計測した電化製品はテレビ、PCモニタ、電気ポット、こたつである。

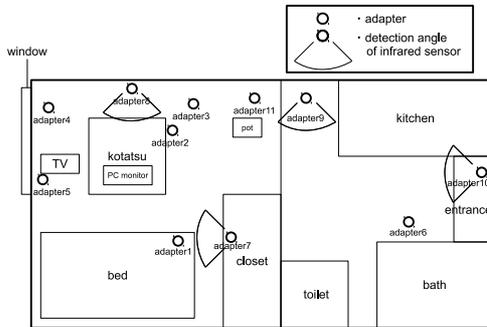


図 2: データ収集実験におけるセンサ配置

### 4.2 分類結果

主成分分析により、第5主成分において累積寄与率82%となったため、それまでの主成分を用いてクラスタリングをおこなった。その結果を図3に示す。横軸は時間であり、縦軸はその時刻におけるセンサデータのクラスタ番号である。15種類のクラスタに分類される結果となった。

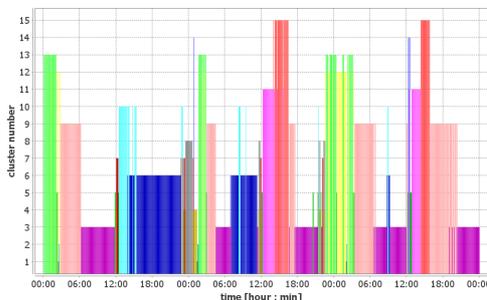


図 3: クラスタリング結果

各クラスタごとのセンサデータに着目し、部屋状況を推定した結果を表1に示す。例としては、PC付近の赤外線センサが反応し、PCの消費電力がある場合は「PC使用」とした。部屋全体の赤外線センサに反応がない、電化製品が使用されていない場合は「外出」とした。他のクラスタも同様にして、ラベル付けをおこなった。クラスタ番号1, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15については、単一の部屋状況が対応した。クラスタ3, 6, 9, 10については、就寝と外出を混同する結果となった。クラスタ4では、状況を推定することができなかった。

## 5 おわりに

本研究では、多機能コンセントシステムから得られるセンサデータをいくつかのクラスタに分類する方法

表 1: クラスタと部屋状況の対応

クラスタ番号	室内状況
クラスタ1	電気ポット使用
クラスタ2	電気ポット使用
クラスタ3	就寝・外出
クラスタ4	不明
クラスタ5	部屋間の移動
クラスタ6	就寝・外出
クラスタ7	部屋間の移動
クラスタ8	PC使用
クラスタ9	就寝・外出
クラスタ10	就寝・外出
クラスタ11	外出(消し忘れ)
クラスタ12	PC使用
クラスタ13	PC使用
クラスタ14	キッチンに在室
クラスタ15	外出

を提案し、分類結果を実際の室内状況と照らし合わせた。幾つかのクラスタは室内状況と対応した結果が得られたが、混同してしまうものもあった。今後はこれらの混同の解決や、さらなる分類方法、分類結果をどのように利用者へと伝えるかを検討していく。

### 参考文献

- [1] スマートハウスラボ. <http://smarthouse-lab.com/>.
- [2] HEMS. [http://www.toshiba.co.jp/tcn/home\\_sol/hems.htm](http://www.toshiba.co.jp/tcn/home_sol/hems.htm).
- [3] Toshihiko Sasama, Takao Kawamura, and Kazunori Sugahara. Controllable electrical power plug adapters made as a zigbee wireless sensor network. In *International Conference on Software Engineering and Applications (ICSEA 2012)*, pp. 840–843, 11 2012. Venice Italy.
- [4] サンワサプライ: スマートプラグ. <http://www.sanwa.co.jp/news/201302/tap-tst13/>.
- [5] 富士通コンポーネント: スマート電源コンセント. <http://www.fcl.fujitsu.com/services/smart-power-strip/>.
- [6] ZigBee Alliance. <http://www.zigbee.org/>.
- [7] Arduino. <http://www.arduino.cc/>.
- [8] 涌井良幸・涌井貞美. 図解でわかる多変量解析. 日本実業出版社.
- [9] 元田浩, 津本周作, 山口高平, 沼尾正行. データマイニングの基礎. オーム社, 2006.
- [10] Richard Mojena. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. *The Computer Journal*, Vol. 20, No. 4, pp. 359–363, 1977.