

# 多数のセンサを利用した室内状況に合わせた 簡便な家電群の制御設定手法の提案

岩崎 俊\*, 笹間 俊彦, 川村 尚生, 菅原 一孔  
(鳥取大学大学院 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻)

## Setting Method to Control Appliances Using Many Sensors

Shun Iwasaki\*, Toshihiko Sasama, Takao Kawamura, Kazunori Sugahara  
(Graduate School of Engineering, Tottori University)

### 1. はじめに

近年, 地球温暖化や化石燃料の枯渇などが問題視され, 一般家庭における省エネルギーが求められている。そのため, スマートホーム<sup>(1)</sup>やHEMS<sup>(2)</sup>と呼ばれる家庭内のエネルギーや家電を管理するシステムが研究・開発されている。しかし, これらの多くは家屋や家電自体が専用のものである必要や, 導入に工事や家電の買い替えを伴うため, 多大なコストがかかる。このため, 一般家庭において普及に至っておらず, 簡易に導入できるシステムが求められる。そこで, 我々は電源を得るコンセント部分に着目し, 既存の家電とコンセントの間にアダプタを取り付け, 消費電力の計測や電源管理, 様々なセンサによる環境情報の計測, 通信機能を備えた「多機能コンセントシステム」<sup>(3)</sup>を開発した。

多機能コンセントシステムと同様の機器として, スマートプラグやスマートタップなどと呼ばれる物がある。<sup>(4) (5) (6)</sup> これら従来システムの多くでは, 消費電力を可視化することによって利用者に省エネを喚起する「見える化」<sup>(7)</sup>がされている。しかし, 見える化によって省エネを促すが, 実際に省エネ行動を起こすかどうかは利用者次第であり, 継続的に省エネ意識のある利用者には大きな効果は期待できない。このため, 省エネ意識の低い利用者に向けて, 一時的な省エネへの取り組みで継続的な効果が得られる方法が必要となる。その方法として, 予めスケジュールを設定し, 曜日や時間に合わせた家電制御が挙げられる。<sup>(8)</sup> この方法は毎日規則的な行動が想定されるオフィスでの就業時間や研究室のコアタイムなどに合わせる場合には有効である。しかし, 一般家庭を対象とした場合には, 効果的なスケジュールリングが難しく, 適用しにくい。さらに, 設定していた時間になり, 突然使用していた家電の電源が落ちるケースが考えられる。これでは生活に支障をきたす可能性がある。一方で, 利用者が室内に配置されたセンサの反応を条件として定義し, それに応じて家電を制御する方法もある。<sup>(9)</sup> この方法では, 利用者の行動や室内の状況に合わせた家電制御が可能であり, 各利用者に柔軟に対応できる。しかし, 各家庭の生活環境によってセンサ値が変化す

ることや, その反応パターンが膨大であるため, 省エネのための条件を導き出す事が難しい。よって, 多くの人が省エネに取り組めるように, これを簡単にする必要がある。

そこで, 利用者がセンサの反応条件を導出するのではなく, 機械学習を用いて複数のセンサ値から室内状況を判定し, その結果に応じて, 設定した任意の家電を制御する方法を提案する。この方法では, 利用者がセンサの具体的な値を考慮する必要がないため, 従来より簡易であるといえる。以降では, 2章でシステム概要を, 3章で提案機能について, 4章で実現に向けた実験と考察, 5章でまとめを述べる。

### 2. 多機能コンセントシステム

図1に多機能コンセントシステムの構成を示す。本シス

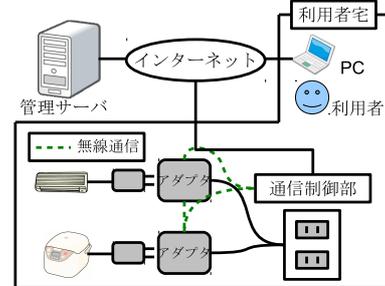


図1. 多機能コンセントシステム構成

テムは大きく分けて, 管理サーバ部, 通信制御部, アダプタ部からなる。図1のようにアダプタを家電とコンセントとの間に接続することで稼働する。アダプタは接続した家電の消費電力の計測・電源管理と光・温度・赤外線センサにより環境情報を計測する機能を持つ。さらに, これらのアダプタ間では ZigBee<sup>(10)</sup> による MANET (Mobile Ad hoc Network) を構築する。アダプタ間のネットワークは通信制御部で制御・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をインターネットを介して提供する。利用者はこの管理サーバに Web ブラウザを用いてアクセスし, アダプタに接続した家電の電源管理や消費電力をはじめとした各種センサデータの閲覧などをする。

### 3. 提案機能

**〈3・1〉 機械学習を用いた省エネ設定機能の概要** 提案した省エネ設定手法の全体構成を図2に示す。利用者は過去の行動や室内状況とその時のセンサデータを照らし合せ、状況(在室, 就寝など)をラベルとして、その時間帯のデータに大まかに対応づけ、ラベリングする。そのラベリングされたデータを教師データとしてSVM<sup>(11)</sup>による識別器を生成する。

図2のように、識別器はセンサデータを入力として、判定結果(ラベル)を出力する。このラベルに応じて、利用者が設定した各家電への制御を実行する。図2にあるように、省エネ設定の数だけ識別器は生成され、同時刻に複数(設定と同数)の判定結果が出力される。これはおおまかな設定と詳細な設定を組み合わせることで効率よく設定を施し、管理するためである。また、誤判定や頻繁に出力ラベルが変化して家電が制御される事への対策として、任意の時間連続して同ラベルが出力された場合のみ家電制御を実行する事とする。この継続時間をラベル毎に設定することによって、例えば、入室時にはただちに家電への電源供給を再開し、退室時にはしばらくしてから待機電力のカットといった制御が可能となる。

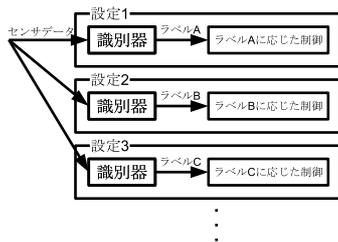


図2. 機械学習を用いた省エネ設定概要

**〈3・2〉 省エネ設定手順** 以下に利用者が省エネ設定を施す際の詳細な手順を示す。

(手順1) 制御対象となるメインの家電を選択。(手順2) 機械学習のパラメータとなるセンサをいくつか選択。(この際にシステム側でいくつかのセンサを選定し、利用者に推奨)(手順3) 過去の室内状況とセンサデータを照らしあわせてデータに状況をラベルとして付与し、教師データを作成。(手順4) ラベリングした室内状況毎にどの家電をどのように制御するかを選択。(手順5) ラベル毎にどの程度時間が経過したら家電制御するかを設定。(手順6) 以上を省エネ設定として保存し実行。

(手順2) で全てのセンサをパラメータとして用いない理由は、データの次元が減ることによって、必要な教師データも減り、教師データ作成の手間を軽減できるからである。さらに、センサの配置が変更された際に選択されたセンサが移動していなければ、その設定は再利用可能である。もし、全てのセンサをパラメータとした場合、配置を変更されると再びデータを収集し、教師データを作成する必要がある。システムからのセンサの推奨については、センサデータ間の相関やセンサの配置図を用いて、実現しようと検討

している。また、保存した省エネ設定に有効・無効機能が付加し、必要に応じて設定を呼び出せるようにする。

### 4. 予備実験

**〈4・1〉 概要** SVMによってセンサデータから室内状況の判定が可能かを、1日分のデータを用いて検証した。ラベルとした状況は、省エネ設定をする際に定義することが想定される「外出, 在室(活動中), 就寝」である。状況を判定するためのパラメータとして赤外線センサ×2, 光センサ×2を用いた。同一データに対して2回のラベリングをし、1回目は外出と在室, 2回目は就寝, 外出, 在室の判定を行った。テストデータは教師データと同じとした。

**〈4・2〉 結果・考察** 表1に判定結果を示す。1回目では100%正しく判定できたが、2回目では約15%の誤判定が生じた。誤判定箇所は、正解が就寝であるデータを外出と判定していたものがほとんどであった。この原因は、センサから期待した反応が得られず、2つのラベル間で同様のデータが存在する事によるものであった。よって、適切な粒度のラベリングかつセンサの選択がなされれば、SVMによる室内状況の判定は可能といえる。また、このテストでは教師データとテストデータに同じデータを使用しているため、未知データをテストデータとして、更なる検証が必要である。

表1. SVMによる室内状況の判定結果

回数	付与したラベル	精度 (%)
1回目	外出, 在室	100
2回目	就寝, 外出, 在室	85

### 5. おわりに

本稿では利用者の行動や室内状況に合わせた省エネをするために、室内状況をセンサデータから機械学習を用いて判定する簡易な省エネ設定手法を多機能コンセントシステムの拡張機能として提案し、その検証をおこなった。

#### 文 献

- (1) : スマートハウス. <http://www.smart-house.bz/>.
- (2) : スマートハウスラボ. <http://smarthouse-lab.com/>.
- (3) 笹間俊彦, 岩崎俊, 岡本拓也, 高橋健一, 川村尚生, 菅原一孔: 無線型多機能コンセントシステムによる室内状況把握のためのセンサデータ自動分類, 電気学会論文誌 C(電子・情報・システム部門誌), Vol. 134, No. 7, pp. 949-955 (2014).
- (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) : 大塚商会: 電力の見える化 スターターバック. <http://www.otsuka-shokai.co.jp/products/miseruka/solution/smartconsent.html>.
- (7) : ENEGATE: スマートエコワット. <https://www.enegate.co.jp/products/eco/eco12.html>.
- (8) 明山寛史, 川村尚生, 笹間俊彦, 菅原一孔, 齊藤剛史, 小西亮介: スケジューリングによる待機電力削減機能を持つ多機能コンセントの開発, 情報処理学会論文誌, Vol. 51, No. 12, pp. 2287-2297 (2010).
- (9) 智樹義久, 直生藤田, 昌彦塚本: 消費電力削減のためのルール型電力機器管理システム (特集: アンビエントインテリジェンス技術とその応用), システム/制御/情報: システム制御情報学会誌, Vol. 56, No. 1, pp. 27-32 (2012).
- (10) : ZigBee Alliance. <http://www.zigbee.org/>.
- (11) CHUNG, C. C.: LIBSVM: a library for support vector machines, <http://www.csie.ntu.edu.tw/> (2001).