

C-025

ネットワークから制御可能な多機能コンセント

Multifunctional Outlet with Web Functions

明山 寛史[†] 川村 尚生[†] 菅原 一孔[†]
 Hiroshi Akeyama Takao Kawamura Kazunori Sugahara
 齊藤 剛史[†] 小西 亮介[†]
 Takeshi Saitoh Ryosuke Konishi

1. はじめに

近年、IT 技術の進歩により誰でもインターネットを利用できるようになった。その技術の進歩と共に PC や電話機などの通信を主に扱う機器以外にテレビや冷蔵庫、電気ポットといった今まで通信に全く縁が無かった一般的な家電製品にも通信機能を持つ製品が数々開発されている。通信機能を持つ家電製品を使用するには、従来の製品を買い替える必要があり、さらに通信機能が付加することで価格の上昇が考えられる。

この問題を解決するために、個々の家電製品ではなく電源を取るコンセントに着目し、そのコンセントを多機能化する事を試みる。本研究で開発するコンセントを多機能コンセントと呼ぶ。本論文の多機能コンセントには電力供給の遠隔操作、接続機器の使用状況の記録、接続機器の識別の機能を与える。これらの機能を用いて、省電力、ユーザの行動解析、盗電防止を実現する事を目指す。

2. 多機能コンセントの機能

開発する多機能コンセントには電力供給の遠隔操作、接続機器の使用状況の記録、接続機器の識別の機能を与える。ユーザは PC や携帯電話などの端末からインターネットを通じて多機能コンセントにアクセスし、制御する事ができる。

2.1 電力供給の遠隔操作

電力供給の遠隔操作機能は省電力の効果を得るためや、接続機器に応じて電力供給するか否かの操作をするために使用する。

電化製品は、実際に製品を使用していなくても待機電力と呼ばれる電力を消費する。この待機電力を削減するには、使用していない場合に電源プラグをコンセントから抜くが、毎回プラグを抜き差しするのは不便である。多機能コンセントに電力供給の遠隔操作機能をつけることにより、プラグを抜き差しする事なく、待機電力を削減する事ができる。大学や企業の場合、待機電力削減により、電気代の節約ができる。また、タイマー式で深夜時間帯に自動的に電力供給をしないように設定すれば、より便利になる。

この多機能コンセントの電力供給を操作する部品としては、リレーを用いる。また、ネットワークの障害や多機能コンセントの故障に備えて、リレーは B 接点で回路を組んでいる。つまり、コンセントの電力供給がされている時にリレーが動作しており、電力供給されていない時にはリレーは動作していない。

2.2 接続機器の使用状況の記録

コンセントの使用状況を監視する機能として電流センサを用いる。接続された機器の電流の変化を解析することにより、ユーザがどのように電化製品を使用しているか知ることができる。例えば、電気ポットは水を沸騰させる時と保温の状態とでは消費電力が異なる。この原理を利用すると、遠隔地で一人暮らしをしている高齢者の生活を見守る事ができ、福祉目的として役立つ。さらに、トイレの暖房便座の例で考えると、人が便座に座ると便座を暖めたり消臭したりする機能がある。また、ウォシュレットの機能の付いた便座もある。つまりこれら機能が動作すると、待機時に比べて多くの電力を消費すると考えられる。この電流の変化を解析するとトイレが利用されたか否かを判定することができる。

2.3 接続機器の識別

指定した機器のみに電力を与えるようにして盗電を防ぐためには、コンセントに接続されている機器を識別する必要がある。識別の仕組みとして、近年多様に使われ始めた RFID (Radio Frequency Identification の略) タグを利用して機器の識別を行う。RFID タグとは IC チップを利用した非接触認証技術である。この技術を利用した身近なものとしては乗車カード (Suica, ICOCA, PASUMO, PiTaPa など) や携帯電話会社のおサイフケータイ (Edy, iD など) などがある。

多機能コンセントに利用する RFID タグは、電池を必要としないパッシブタグを用いる。パッシブタグは小さなもので 1 辺が 1mm 以下である。また、専用電源が不要であるのでプラグに容易に取り付ける事ができる。

RFID タグには様々な情報を読み書きすることができる。本研究では RFID に予め書き込まれている UID と呼ばれる情報を読み取る。UID とは Unique Identifier (固有識別子) の略で、RFID タグの製造メーカーが製造時に付与するユニークな ID である。UID は英字と数字を組み合わせた 16 桁の固有な文字列で構成されている。図 1 示すように、この UID に対して対応表を作り、プラグの識別を行う。

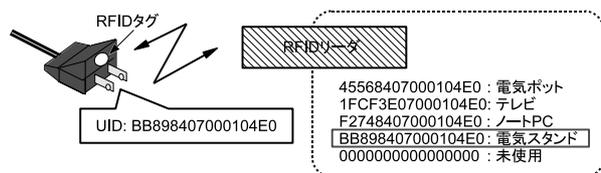


図 1: RFID タグの通信と UID の対応付け

[†]鳥取大学 大学院 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻

2.4 火災防止機能

コンセントとプラグの間にほこりがたまるなどの原因で電気による火災が起こる。この問題を解決するために多機能コンセント内部で異常な高温を検知した場合、電源を OFF にする機能を付ける。

2.5 外部機器の遠隔操作機能

外部機器遠隔操作機能とは、多機能コンセントに赤外線 LED を付けて部屋にある家電製品を操作する機能である。多機能コンセントから電源を取っている製品に関係なく、テレビやエアコンをつけたり消したりする事ができるようにする。

3. 多機能コンセントの構成

開発する多機能コンセントは、イーサネットのモジュールを内蔵している Microchip 社の PIC18 と呼ばれる十数ミリ四方の超小型 IC チップを用いて制御する。PIC18 の内部には WEB サーバが稼動し、イーサネットポートを用いてインターネットに接続する。また、PIC18 には 1 つの A/D コンバータを持ち、シリアルポートやパラレルポートを介して周辺回路の制御を行う。この PIC18 に様々な回路を接続して、多機能コンセントを構成する。本研究の多機能コンセントの構成を図 2 に示す。

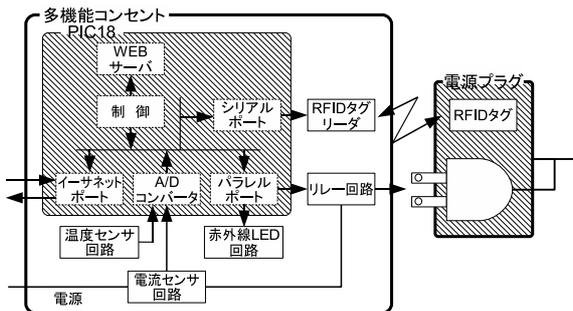


図 2: 多機能コンセントの構成

電流センサの回路と温度センサの回路から出力されるアナログ信号は PIC のアナログポートに入力された後、A/D コンバータを通してデジタル値に変換される。PIC18 には 10 ビットの A/D コンバータが 1 つだけ内蔵されている。よって、コンセントの差込口 2 つの電流値を A/D 変換するには、変換する度にチャンネルの設定を変える必要がある。2 つの差込口の電流値を交互にチャンネルを設定して A/D 変換を行う事で、擬似的に並列実行させる。また、温度センサも利用する場合は、3 つのチャンネルを順に設定し、A/D 変換を行う。

パラレルポートには赤外線 LED とリレーの回路、シリアルポートには RFID リーダと接続して通信を行う。

4. システム構成

大学や企業、一般家庭でもコンセントは一箇所ではない。つまり、多くの多機能コンセントからなるシステムが必要となる。多くのコンセントが存在すると、それぞれのコンセントを管理することが必要となる。そこで、個々のコンセントを管理するためのホームサーバを構築する。複数の多機能コンセントからなるシステムのネッ

トワーク構成を図 3 に示す。

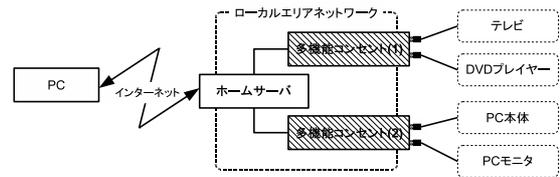


図 3: ネットワーク構成

図 3 に示すように、複数の多機能コンセントをネットワークに配置した時、全ての多機能コンセントを管理するために 1 台のホームサーバを配置する。ユーザはホームサーバのみにアクセスし、個々の多機能コンセントには直接アクセスしないようにする。ホームサーバは個々の多機能コンセントの所在情報や、その IP アドレスなどの情報を持っている。この情報を元にそれぞれの多機能コンセントに間接的にアクセスを行う。

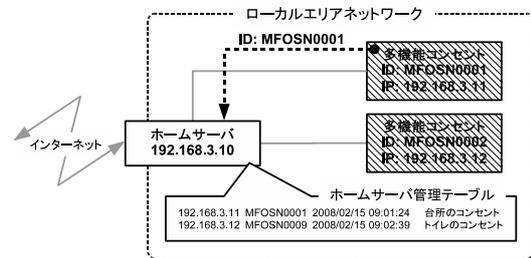


図 4: 管理テーブルと多機能コンセントの情報登録

図 4 に示したように、管理テーブルは多機能コンセントの IP アドレス、ID、登録・更新日時、所在情報からなる。多機能コンセントはホームサーバへ向けて一定時間ごとに自分の ID 情報を自動的に送信する。ある時間以上、ID 情報の登録(更新)の申請が送信されてこなければ、その多機能コンセントはネットワークから離脱したとみなし、管理テーブルのリストから削除する。

ID 情報とは多機能コンセントごとに割り当てられた固有な文字列である。所在情報はユーザが任意に設定することができる。ユーザがコンセントの設置場所を把握するために使用する。

5. 実験と考察

5.1 実験用基板

これまでに述べた機能を持つ多機能コンセントの回路図を設計し、実験装置を作製した。実際に作製した基板の写真を図 5 に示す。

図 5 に示したように、実験用ボードのサイズは 140mm × 110mm となっている。この多機能コンセントを壁内へ埋め込もうと考えた場合、このサイズでは埋め込む事は難しい。しかし、この多機能コンセントが製品化された場合、図 5 の実験ボードで使用している抵抗は数ミリの小さなチップ抵抗に置き換えられる。抵抗以外の部品も小さな部品へと置き換える事ができるため、実験用ボードよりも小型にできる。現在の実験用ボードで 140mm × 110mm なので製品化した場合、十分壁内に埋め込む事ができると考えている。

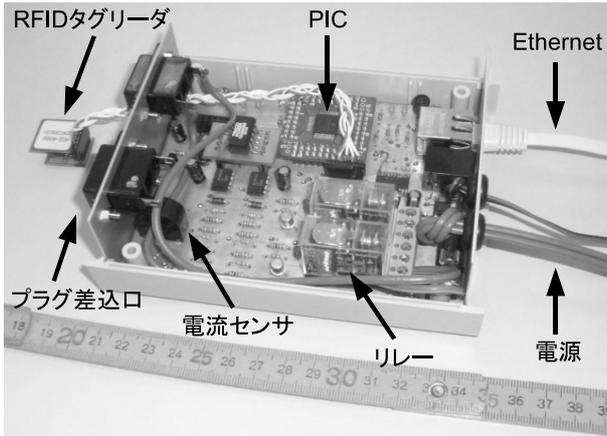


図 5: 実験用基板

5.2 電力供給の遠隔操作の実験

図 3 に示したネットワークを構成し、遠隔で電力供給の操作ができるかどうかを確認する。

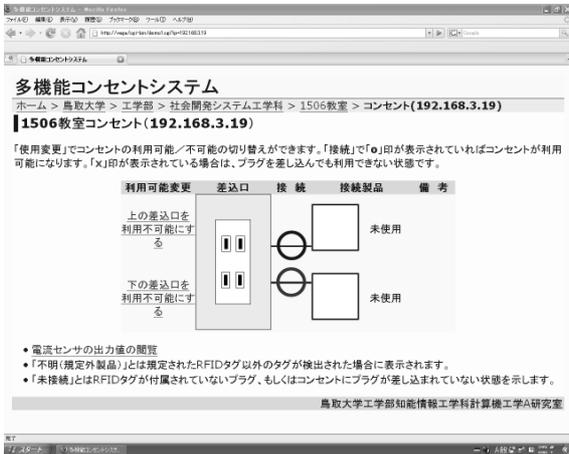


図 6: 電力供給 (上)ON 設定画面

機能コンセントにアクセスした結果、図 6 が表示された。印が表示されていて、コンセントが利用できる (電力供給されている) 状態であることがわかる。上の「利用可能に設定する」をクリックすると図 7 が表示された。

印の表示が×印に変わってコンセントが利用不可能 (電力供給されていない) に変わったことがわかる。実際に電化製品を接続し、この表示と連動して電化製品が ON/OFF と動作している事が確認した。

5.3 接続機器の使用状況の記録実験

多機能コンセントに電化製品を接続し、電化製品の電源を ON にしたと時と OFF にした時の電流の変化を見る。1 秒ごとに電流センサの回路からアナログ値を A/D 変換でデジタル値に変換し、その値とグラフを表示させる。

PC からホームサーバを介して、多機能コンセントにアクセスした結果、図 8 のように電流の値とグラフが 10 個ずつ表示された。図 8 では電化製品の電源を OFF の状態であるので、データの 10 個とも値はほとんど 0 に近い値となっている。



図 8: 接続機器電源 OFF 状態

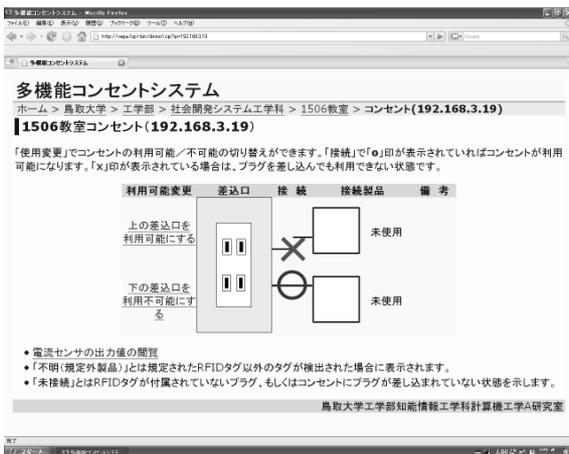


図 7: 電力供給 (上)OFF 設定画面



図 9: 接続機器電源 ON 状態

PC の WEB ブラウザからホームサーバを介して、多

接続機器の電源を ON にすると、図 9 の画面が表示され、電流値が増大している事が確認できた。これによ

り、電化製品が使用されていることが遠隔地で知る事ができた。

さらに、この電流の出力データを長時間記録する実験を行った。実験には電気ポットを使用した。その実験結果が図 10 である。

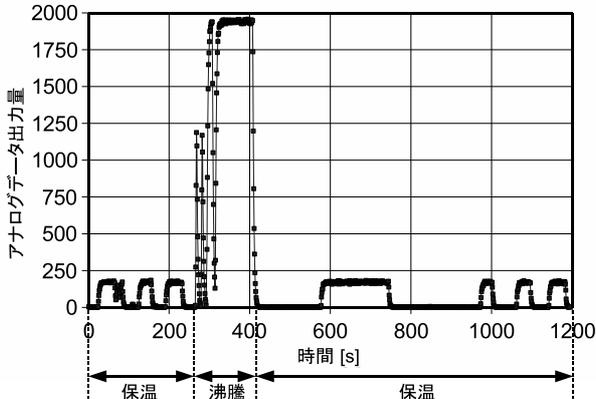


図 10: 電気ポットの使用状況の記録

A/D 変換のアナログデータ出力値を見ると、電気ポットの湯を沸かしている状態は明らかである。また、湯の温度を一定に保つために、保温中はデータ出力値の上下が見られた。

ネットワークを通じて A/D 変換された電流センサの値を確認できた。さらに、そのデータ出力値を記録した電気ポットの実験では、湯を沸かしている状態と保温状態を判別することができた。よって、電化製品の電源が ON になっているだけでなく、実際にお湯を沸かして使用しているという事を知る事ができた。

5.4 接続機器識別の実験

多機能コンセントをネットワークに接続し、PC の WEB ブラウザからホームサーバの実験用プログラムにアクセスする。RFID タグを RFID リーダに近づけ、プラグの識別が出来るかの実験を行う。電気スタンドのプラグを接続すると図 11 のようになった。

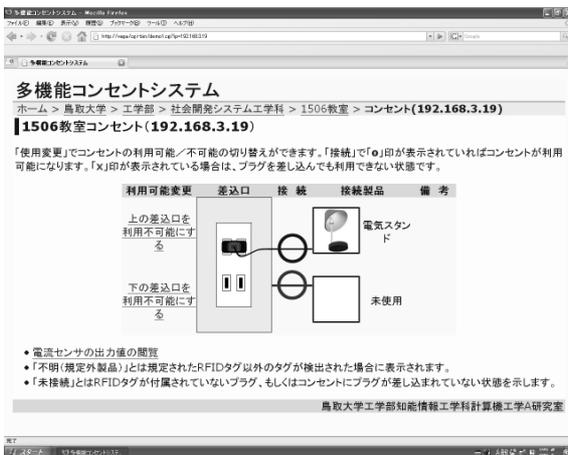


図 11: 電気スタンドが接続されている状態

電気スタンドのアイコンが表示され、電気スタンドの

プラグが接続されたことがわかった。

この識別機能と電源供給の機能を組み合わせれば、指定機器以外は電力供給を行わないようにする事により、盗電を防止する事ができる。また、どのような製品が接続されているか知る事ができるので、遠隔操作で電力供給を行う際にも便利である。

6. おわりに

電源の遠隔操作、使用状況の監視、接続機器の識別の 3 つの実験を行い、成功した。遠隔操作実験では、コンセント差込口の電力供給を制御する事ができた。使用状況の監視の実験では電流値の変化を観測する事ができ、電化製品によって異なるが使用状況の監視、判別ができた。接続機器の識別の実験では RFID タグの情報を読み取り、プラグの識別ができた。

最後に、研究では 1 つの実験ボードですべての実験を行ったが、製品として販売される場合は必要な機能を組み合わせると良い。例えば、盗電を防止する目的で多機能コンセントを使うのであれば、RFID リーダ機能の部分のカットする事で製品として低コストで実現できる。本研究は、ジリオン・ネットワークス株式会社と共同研究を行っており、製品化を目指している。また、この多機能コンセントのシステムを応用し、エネルギー資源の節約や高齢化社会への対応の手助けとなる事を期待している。

7. 謝辞

本研究の一部は、鳥取県平成 18 年度知的財産・ベンチャー発掘支援事業に基づく、ジリオン・ネットワークス株式会社との共同研究として行われたものである。本研究を行うにあたって数々のご協力をいただいた関係各位に感謝致します。

参考文献

- [1] Microchip PIC18F97J60 Family Data Sheet (<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39762c.pdf>)
- [2] トランジスタ技術 2007 年 2 月号 (CQ 出版社)
- [3] アートテクノロジー ASI4000 上位プロトコル仕様書 (<http://www.art-tec.co.jp/>)
- [4] みまもりほっとライン (<http://www.mimamori.net/>)