

人の動きを考慮した家電制御システム

石川将越[†] 武田敦志[†]

ネットワーク通信機能を有した情報家電が普及してきたことにより、これらの家電を連携させることにより消費電力を削減する利便性の高い家電制御システムが期待されている。そこで、本稿では、家電から得られる動作情報とセンサーから得られる観測情報により家電利用者の滞在位置を判断し、その利用者の滞在位置に基づいて各家電を制御する利便性の高い家電制御システムを提案する。提案システムでは、利用者の滞在位置や家電の制御方針を判断するために家電を3個の家電カテゴリーに分類する。また、ノート PC 等の情報機器と家電を用いて提案システムを実装し、実装したシステムの動作を確認するために実験を行った。

Home Energy Management System based on User's Behavior

Masaetsu Ishikawa[†] and Atsushi Takeda[†]

Intelligent home appliances which support network communication were developed, so we expect that we can develop more efficient a home energy management system. In this paper, we propose a home energy management system based on user's behavior. In the proposed system, user's behavior is observed by appliances and sensors, and a home server collects the information through a wireless network. Then, the server determines appliances which should be stopped. In this paper, we describe the details of the proposed system. Additionally, we implemented a prototype system, and we confirmed that our system runs correctly.

1. はじめに

近年、インターネットなどネットワークに接続する通信機能を持った情報家電の普及にともない、ネットワークに接続された複数の機器の情報を活用して家電を連携制御させることが可能となりつつある[1]。これらの機能を活用することにより、家庭内の消費電力を管理する HEMS (Home Energy Management System) が開発されている。HEMS では、情報端末がネットワークを介して家庭内に設置されている各家電の消費電力情報を収集し、その消費電力情報を情報端末上に表示することができる。また、電気料金情報をもとに空調機の運転状態を制御することで電力料金を節約する機能や、センサーを用いることで不要な家電を停止させる機能も開発されている。しかし、これらの家電制御では、配電盤から得られる消費電力情報やセンサーで観測した情報などの単独の機器から得られる情報を用いて家電の制御を行っており、複数の家電や複数のセンサーを連携させることは想定されていない。一方、将来的に情報家電の普及が進んでいった場合、制御対象となる家電が増加するため、従来のように単独の機器から得られる情報に基づく家電制御機能だけではなく、複数の家電や複数のセンサーを連携させることにより効果的に家電を制御する機能が必要になると考えられる。

そこで本稿では、ネットワークに接続されている複数の情報家電の動作情報とセンサーで観測した観測情報を活用することにより、無駄な電力を消費している家電を的確に判別することで消費電力を削減するシステムを提案する。このシステムでは、各家電の動作情報とセンサーの観測情報を用いて家電を利用している人の滞在位置を判断し、その滞在位置に基づいて不要な動作をしている家電を判定する。また、ネットワークを介して不要な家電に動作停止の指示を送ることにより、消費電力の削減を目指す。さらに、このシステムでは、複数の家電やセンサーを連携させるために M2M (Machine to Machine) ネットワークの通信技術を用いることを想定している[2]。

2. 家電とセンサーの連携による家電制御システム

2.1 システムの構成

図1に本稿で提案する家電制御システムの構成を示す。このシステムは、制御対象となる情報家電、利用者の行動を観測するためのセンサー機器、及び、これらの情報を収集して利用者の物理的な位置を判断するサーバによって構成される。まず、それぞれの情報家電は自身の動作情報をサーバに送信する。一方、それぞれのセンサー機器も観測情報をサーバに送信する。これらの情報を受け取ったサーバは、家電の動作情報とセンサーの観測情報に基づき、家電利用者が滞在している位置を判断する。ま

[†] 東北学院大学教養学部情報科学科
Department of Information Science, Tohoku Gakuin University

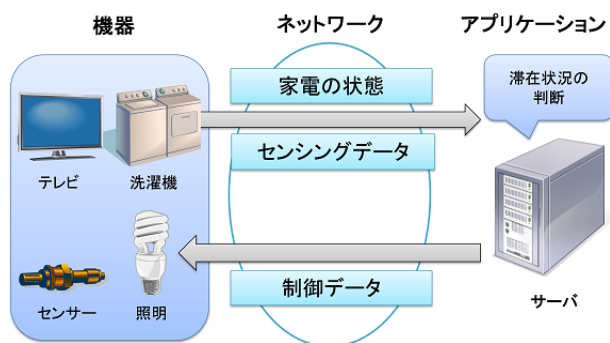


図1 提案システムの構成

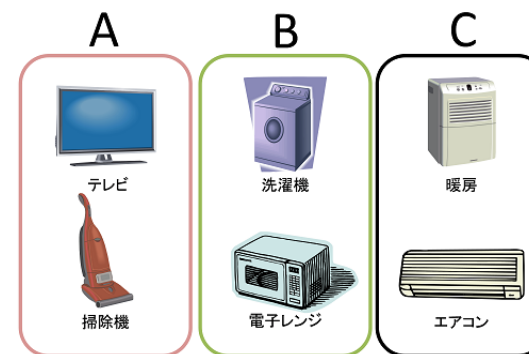


図2 家電の分類

た、家電利用者から物理的な離れた位置にある家電の中で動作する必要がないと判断された家電に対しては、サーバより動作を停止するよう制御命令が送信される。この停止命令を受けとった家電が動作を停止することにより、無駄な消費電力の削減を目指す。

2.2 家電利用者の滞在位置の判断

情報家電からの動作情報とセンサーからの観測情報を基に、家電利用者の滞在位置を判断する。ここで使用するセンサーは赤外線センサーや音波センサーを想定しており、これらを用いて家電利用者の移動を検知する。また、家電が動作している場合、その家電の近くに利用者が滞在している可能性が高いと判断する。ただし、家電の中には利用者の位置とは関係なく自動で動作するものが含まれる。そこで、本システムでは、対象となる家電を3個の家電カテゴリーに分類する。家電から得られる動作情報から家電利用者の滞在位置を判断する場合、それぞれの家電カテゴリーでは異なる基準で滞在位置を判断する。

図2は本システムにおける家電の部類を示しており、A,B,Cはそれぞれの家電カテゴリーを示している。まず、家電カテゴリーAに含まれる家電は人の近くで運転する家電であり、テレビや掃除機が例として挙げられる。これらの家電は利用者が傍で操作することにより動作することを想定している。そのため、これらの家電が動作している場合、家電利用者が家電のある部屋と同じ部屋に滞在している可能性が高いと判断できる。一方、家電カテゴリーBに含まれる家電は人の位置に関係なく運転して一定時間で運転が止まる家電であり、洗濯機や電子レンジが例として挙げられる。これらの家電は運転を継続するために利用者の操作を必要とせず、通常はタイマー

により一定時間で動作を停止する。そのため、これらの家電が動作を継続していたとしても、家電利用者がこれらの家電のある部屋に滞在しているとは限らない。さらに、家電カテゴリーCに含まれる家電は人の位置に関係なく運転して利用者からの操作がない限り運転を継続する家電であり、加湿器やエアコンが例として挙げられる。これらの課でも運転を継続するために利用者の操作を必要としないため、これらの家電が動作を継続していたとしても家電利用者が同じ部屋に滞在しているとは限らない。

それぞれの家電から動作情報を収集したサーバは、これらの家電カテゴリーに基づいて家電利用者の滞在位置を判断する。まず、家電カテゴリーAの家電が動作している場合、利用者はその家電の近くに滞在していると判断する。また、家電カテゴリーB及びCの家電が始動した場合も家電利用者がそれらの家電の近くに滞在していると判断する。一方、家電カテゴリーB及びCの家電が継続動作をしている場合、これらの家電の動作情報からは利用者の滞在位置を判断することはできない。この場合は、家電カテゴリーAの家電の動作情報やセンサーからの観測情報を基に利用者の滞在位置を判断する。

2.3 滞在位置情報に基づく家電の制御

利用者の滞在位置の情報に基づいて不要な家電を判断し、それらの不要な家電の動作を停止させる。ただし、最新の利用者の位置情報に基づいて反射的に家電の制御を行う場合、利用者が一時的に家電から離れたことにより必要な家電が停止してしまうという問題がある。特に、近年のコンピュータを内蔵した情報家電は従来の家電よりも起動に時間や電力を要するため、短時間停止させるよりも運転を継続させた方が利便性や消費電力の面で有効な場面が存在する。そこで、本システムでは、最新の利用

者の位置情報に基づいて家電の制御を行うのではなく、利用者の滞在位置が変化してから一定時間後に対象となる家電の制御を行う。具体的には、それぞれの家電ごとに近くに利用者が滞在しているかどうかの判断を行い、同じ滞在状況が15分間継続した場合にその滞在状況に基づいた家電の制御を行う。例えば、テレビを使用していた家電利用者がテレビのある部屋から移動してから15分以上その部屋に戻らなかった場合、そのテレビの動作を停止させる。しかし、その家電利用者が15分以内にその部屋に戻ってきた場合はテレビの動作を停止しない。この制御方法をとることにより、家電利用者が一時的に家電から離れた場合に家電の動作が停止する問題を解決する。

また、図2で示した家電カテゴリーを考慮して各家電の制御を行う。図2の家電カテゴリーAに分類される家電は利用者が近くで操作することを想定している家電であるため、利用者が家電の近くにいない状態が15分以上経過した場合はこれらの家電の動作を停止させる。一方、図2の家電カテゴリーBに分類される家電は動作継続のために利用者の操作を必要とせず、タイマーにより自動的に停止するため、利用者が家電の近くにいない場合であっても動作を継続させる。一方、図2の家電カテゴリーCに分類される家電も動作継続のために利用者の操作を必要とはしていないが、自動的に停止しないため、動作停止のために利用者の操作を必要とする。そのため、これらの家電の近くに利用者がいない状態が長く続いた場合、これらの家電の動作を停止させる。具体的には、家電カテゴリーCの家電の近くに利用者が滞在していない状態が30分以上続いた場合、これらの家電の動作を停止させる。

3. 実験

3.1 システムの実装

提案システムの実現可能性を検証するため、実際の家電を用いて提案システムを実装した。図3に今回の実装で使用した機材の一部を示す。この実装では、制御対象とする家電としてテレビと掃除機を用いた、ただし、提案システムに必要なソフトウェアをインストールできる情報家電が存在しないため、これらの家電とノートPCを連携させることにより情報家電と同等の機能を実装した。また、家電の動作状態はスマートコンセントから得られる電力消費の状態から検知し、家電の動作停止制御はスマートコンセントのスイッチの状態をサーボモータによって変更することで実現した。さらに、音波を用いた測距モジュールを利用することにより、利用者の移動を観測した。この測距モジュールを利用者が移動する通路に設置しており、利用者が通路を通過すると測距モジュールにより利用者の移動を検知できる。スマートコンセントとノートPCによって検知された家電の動作情報、及び、測距モジュールによって検知された利用者の観測情報は無線LANを通じて制御用サーバに送信される。

制御用サーバは家電の動作情報とセンサーの観測情報から利用者の滞在位置を判



スマートコンセント



テレビ



掃除機



測距モジュール

図3 システムの実装に用いた機材

断し、その利用者の滞在位置に基づいて各家電を制御する。この制御用プログラムをJavaによって実装した。このプログラムは、家電情報管理機能、センサー情報管理機能、利用者位置判断機能、及び、家電動作停止機能により構成される。家電情報管理機能により各家電からの動作情報を受信し、センサー情報管理機能により各センサーからの観測情報を受信する。利用者位置判断機能は、受信した動作情報と観測情報を用いて利用者の滞在位置を判断し、動作不要と考えられる動作中の家電を判別する。最後に、家電動作停止機能が動作不要な家電に対応するコンセントのサーボモータを動作させることにより、対象の家電の動作を停止させる。

3.2 実験

2個の部屋A,Bがあり、これらの部屋の家電を1人の家電利用者が利用する環境を想定して実験を行った。Aの部屋にはテレビを設置し、Bの部屋には掃除機を設置した。測距モジュールは部屋の間地点に設置されており、利用者が部屋を移動した場合は測距モジュールにより検知できる。ただし、測距モジュールは利用者の移動のみを検知し、利用者がいずれの部屋に滞在しているかは測距モジュールからは判断できない。また、消費電力から家電の運転状態を判断するため、それぞれの家電の待機電力を測定した。この測定結果より、消費電力が2[W]以上であれば家電が動作している状態であり、消費電力が2[W]に満たない場合は家電が停止している状態であると判断した。

上記の環境で実験を行った。まず、利用者は部屋Aでテレビを動作させた。次に、このテレビの動作を停止させずに部屋Bに移動し、部屋Bの掃除機を動作させた。こ

のとき、制御用サーバは利用者が部屋 B に滞在していると判断するが、部屋 A のテレビの動作は継続している。利用者が部屋 B に移動してから 15 分後、制御用サーバは部屋 A のテレビの動作が不要であると判断し、このテレビに対応するスイッチのサーボモータを動作させ、テレビの動作を停止させた。以上より、提案システムの実装が正しく動作することを確認した。

4. まとめ

ネットワーク通信機能を有した情報家電が普及してきたことにより、これらの家電を連携させつつ制御することが可能となった。そこで、本稿では、家電から得られる動作情報とセンサーから得られる観測情報により家電利用者の滞在位置を判断し、その利用者の滞在位置に基づいて各家電を制御する利便性の高い家電制御システムを提案した。提案システムでは、家庭に設置されている家電を 3 個の家電カテゴリーに分類し、この分類に従って利用者の滞在位置や家電の制御方針を判断する。さらに、ノート PC 等の情報機器と家電を用いて提案システムを実装し、実装したシステムの動作を確認するために実験を行い、提案システムが実現可能であることを確認した。

参考文献

- 1) 江口愛, 武田敦志: 他機種間連携を可能とする家電フレームワークの研究, 情報処理学会東北支部研究報告, vol.2013, (2014).
- 2) 清尾克彦: M2M (Machine to Machine) 技術の動向と応用事例, サイバー大学紀要, vol.5, pp.1-22, (2012).