

SNS を利用した情報家電の遠隔制御・監視システムの提案

大野 淳司¹ 安本 慶一¹ 玉井 森彦¹

概要: 本稿では、社会的なつながりに基づく見守りやビッグデータとしての家電使用状況の収集を容易に行うことを目的に、ホームネットワークに接続された情報家電やセンサを SNS を利用して制御・監視するシステムを提案する。見守りや家電使用状況の収集・比較にあたり、情報収集・拡散が容易である Twitter をインフラとして利用する。Twitter に投稿された情報は基本的にすべて公開され、細かな公開範囲の指定は不可能であるため、デバイスの不正操作や公開された情報の悪用が可能であるという問題がある。提案システムでは、アカウント名による制限やコンテキストによる権限の動的制御、位置情報を含む家電使用状況への k -匿名性の付加、鍵付きアカウントの利用を行うことで、Twitter のセキュリティとプライバシーの問題を解決する。提案システムのプロトタイプを実装し、レスポンスにかかる時間を計測した結果、平均のレスポンスタイムは 18.1 秒となり、実運用にも十分耐えうる応答性能を持つことが分かった。

キーワード: 情報家電, ホームネットワーク, ソーシャルネットワーク, Twitter, 見守り, 遠隔制御

A System for Controlling and Monitoring Information Appliances through Social Networking Service

ATSUSHI OHNO¹ KEIICHI YASUMOTO¹ MORIHIKO TAMAI¹

Abstract: In this paper, we propose a system to control and monitor sensor and information appliances connected to home networks of individual households through social networking service (SNS). The goal of the system is to easily monitor the elderly and collect usage of appliances as big data. To realize this goal, we use Twitter as infrastructure because it is easy to gather and diffuse information. All of information posted to Twitter is disclosed to the public and it is not supported to flexibly adjust the disclosure range. So, there is the problem that anyone can control devices illegally and abuse the information. We solve this problem by limiting control and access to devices depending on Twitter account name and the context of the user and the devices, by applying k -anonymity to device logs including geo-information, and by using the protected Twitter account. We implemented the proposed system, and measured the response time when controlling appliances through Twitter. As a result, the average response time was 18.1 seconds and we confirmed that the system is applicable to practical use.

Keywords: Information appliance, Home network, Social Network, Twitter, Elderly monitoring, Remote control

1. はじめに

近年、ホームネットワークの普及により遠隔地からデバイスを制御・監視する手段がいくつか提案されてきている。これらは基本的にデバイス所有者個人を対象として外出先からの録画予約や視聴といった機能を提供し、現在実際に

利用されている。また、一方ではソーシャルネットワーキングサービス (SNS) の普及により新たな社会的つながりが生まれ、昨年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震ではこれらを通じて被災地情報の発信が効果的に行われ、大きな話題となった。ホームネットワークと SNS を組み合わせることにより、情報家電の遠隔制御・監視がより容易になり、ソーシャルネットワークの特性を利用した新しいサービス実現への展望が開けると考えられる。従来で

¹ 奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology

は専用のインターフェースで行なっていたデバイスの遠隔制御・監視操作を SNS を介して行うようにすることで、インターフェースの統一と操作ログの共有を行うことができる。また、各家庭に設置したセンサデバイスの情報を SNS に公開することで、家電の使用状況や使用電力状況に関するビッグデータを収集することが可能になり、様々なアプリケーションに応用できる。ホームネットワーク上のデバイスとソーシャルネットワークを組み合わせる手法はいくつか提案されている。例えば、文献 [1] の手法はインフラとして Facebook*1 を利用しているが、Facebook には投稿検索機能がついていないため情報の収集が難しく、拡散された情報の活用が困難である。

本稿では、インフラとして情報拡散・収集の容易な Twitter*2 を使い、様々なアプリケーションへの応用を促進することを目的とした情報家電の遠隔制御・監視システムを提案する。提案システムを用いることにより、SNS を介した具体的なデバイス制御・監視、見守りなどの社会的つながりを利用したアプリケーション、SNS を介したユーザ参加型センシングへの応用が可能となる。しかしながら、Twitter では細かな公開設定を行うことができないため、(i) デバイス制御・監視では権限のないユーザからの操作を受け付けてしまう問題、(ii) ユーザ参加型センシングでは情報提供者のプライバシー保護が難しい問題、が生じる。また、社会的つながりを利用したアプリケーションでは状況に応じて柔軟に公開範囲などの設定を変更できる必要がある。

提案手法では、これらの問題の解決手法として、(i) Twitter アカウントによる認証、(ii) 情報への k 匿名性の付加、(iii) 鍵付きアカウントを使用した選択的情報授受、(iv) コンテキストに基づいた動的な権限制御、を用いる。

提案システムにおけるデバイス制御部分のプロトタイプを実装し、レスポンスタイム及び制御の確実性についての評価を行った。その結果、平均のレスポンスタイムは 18.1 秒、最大値でも 34 秒となり、実時間性を要する場合にも十分耐えうる応答性能を持つことが確認できた。

以下、2 章では関連研究について述べ、提案手法の位置づけを明確化する。3 章では、提案システムの要件と概要について述べる。4 章では提案システムを実現する際に解決すべき問題と、それに対する解決手法について述べる。5 章では、提案システムの評価について述べ、最後に、6 章でまとめを述べる。

2. 関連研究

これまで、遠隔地からデバイスを制御・監視する手段がいくつか提案されてきている。

Khiyal らは、携帯電話の SMS (Short Message Service) を用いたデバイスの遠隔制御・警報システムを提案した [2]。

このシステムでは、発信元の電話番号を用いて認証を行い、セキュリティを確保しつつテキストによるデバイス制御を実現している。しかし SMS は外部には公開されないため、セキュリティは堅牢であるが、本稿の目的である情報拡散とその活用を行うことは難しい。

また、デバイスと SNS を組み合わせる手法が幾つか提案されている。

Kamilaris らは、Facebook をインフラとして利用し、スマートホームと Web を統合する手法を提案した [1]。この手法では、スマートホームのインターフェースとして Facebook アプリケーションが実装されており、これを介して情報の閲覧や制御が可能である。また、Facebook API を利用したアクセス制限も実装されており、セキュリティも確保されている。しかし、厳格なアクセス制限のため情報の拡散は困難であり、また拡散した情報を容易に収集することができない。

米澤らは、ワイヤレスセンサネットワーク (WSN) のセンサ情報に基づいたイベントを Twitter を介して容易に定義、共有するプラットフォームを提案した [3]。このプラットフォームでは、収集されたセンサ情報の状態に対して予め定義されたイベントが発生した時、自動的に Twitter イベントが発生した旨を投稿し、共有する。また、イベントの定義を Twitter の投稿により行うことも可能である。これにより、ユーザは WSN 内にある監視対象の動向をシームレスかつ容易に定義、共有することが可能である。しかし、共有する情報は定義されたイベントのみであり、またデバイスの制御には対応していないことから、本稿の目的にはそぐわない。

Demirbas らは、Twitter をセンサやスマートフォンデバイス向けのオープンな投稿・購読インフラとして利用することにより、クラウドを介したセンシングとその活用を行うシステムを提案した [4]。このシステムにより、ユーザが Twitter にクエリを投稿することで、特定地域の現在の天気などについてクラウドソーシングを行ったり、デバイスが Twitter へ自動的に投稿するセンサ情報をユーザからのリクエストを受けて都度収集、解析することで、ユーザに結果を低遅延で返答する事が可能である。しかし、このシステムはセキュリティを考慮しておらず、結果の信頼性を担保することが難しい。またクエリ内容やその結果がすべて公開されてしまうため、本稿の目的の一つである見守りへの利用は困難である。また、センサ情報をそのまま逐次投稿するため、Twitter システムの容量を圧迫することや、単体では意味を成さないツイートが蔓延してしまうという問題がある。

また、近年では Twitter に投稿する機能を有した様々なセンサや家電が発売されている [5] が、これらは基本的に通知のためだけに使用され、公開された情報を利用したアプリケーションなどの提案はされていない。

*1 <http://www.facebook.com/>

*2 <http://twitter.com/>

3. SNS を利用した情報家電の遠隔制御・監視システム

本章では、提案システムの利用シナリオについて述べ、それを実現するために必要な要件を述べた後、提案システムの概要について述べる。

3.1 提案システムの利用シナリオ例

本節では、提案システムの利用シナリオについて3つ例を挙げて述べる。

3.1.1 家電の遠隔操作・センサの監視

近年、ネットワークに接続可能な家電や情報機器が普及しており、それらの機器をネットワーク経由で制御する枠組みとしてUPnP[6]やDLNA[7]、ECHONET[8]などが整備されつつある。しかし、これらの枠組みには互換性はなく、それぞれ専用のアプリケーションやインターフェースを介して操作を行う必要がある。また、対応機器は限られており、すべての機器がこれらの枠組みを使用して制御が行えるわけではない。例えば外出先から帰宅前に室温をチェックし、予めエアコンの電源を入れておくことや、録画予約忘れを思い出した時に外出先からレコーダを操作して録画予約や録画操作をすることなどが一元的に行えると便利である[9]。

提案システムは、異なる枠組みのデバイスを統一的に扱えるようにするため、SNSを利用した制御機能を提供する。また、ネットワーク接続に対応していない従来型家電も制御できるようにするため、赤外線経由のデバイス制御機能も提供する。これにより、例えば外出先から帰宅前に室温をチェックし、予めエアコンの電源を入れておくことや、録画予約忘れを思い出した時に外出先からレコーダを操作して録画予約や録画操作をすることなどを、SNSのみを用いて行うことが可能となる。

3.1.2 見守り

近年、一人暮らしのお年寄りが誰にも看取られることなく亡くなる孤独死が社会問題となっている[10]。この問題に対して、公的機関による日常的な見守りなど様々な対策が実際に講じられているが、時間や範囲、頻度に限りがあり、十分ではない。提案システムを用いる事により、継続的かつ即時性のある見守りが可能である。

提案システムは、家の各所に設置してあるセンサ情報や、テレビやエアコン等のデバイスの動作状況を随時収集する。このとき、例えば室温が異常に高い（または低い）かつ人が在室している時にエアコンの動作を確認できない場合は、在室している人に異常がある可能性を検出できる。そして、システムは異常を検出した際、SNSを通じて異常を発信し、SNSでつながりのある周囲の人々に対して安否確認を促すことが可能である。また、異常時に発信するのみではなく、ユーザ側からのクエリを受けて随時家電使用

状況を返信することも可能である。

3.1.3 効果的な節電のための家電使用状況の収集

東北地方太平洋沖地震以来、全国的な電力不足が続く、節電の必要性和それに対するモチベーションが高まっている。また、ユビキタスコンピューティング技術を用いて、コンテキストの変化に合わせてデバイスを省エネ制御する方法が幾つか提案されてきたが、自動制御によって削減できる電力量は限定的であるため、省エネの為にユーザの自制を効果的に促す方法が求められている[11]。しかしながら、何の評価対象もない状態では節電に対するモチベーションを保つことは難しい。現在および過去の消費電力を可視化するシステムが多数提案されている[12][13]が、得られるのは自宅の消費電力の値だけであり、比較対象は過去の自分の行動のみである。提案システムを用いることにより、自分だけでなく、自分とつながりのある他者との比較が可能となり、より効果的な評価と競争によるモチベーションの維持、更には向上を見込める。

提案システムは、家に設置されたセンサから消費電力を随時収集し、定期的にSNSへ投稿を行う。このとき、投稿されたデータにはデータ種類を識別するための文字列と、位置情報を付加する。そのため、投稿されたデータから消費電力に関するもののみを抽出し、かつ地域ごとにも分類することが可能である。この抽出されたデータを用いて、自身の周囲における節電状況の閲覧や順位付けをすることが可能である。また、システムは消費電力だけではなくデバイスの使用履歴も取得しているため、履歴に応じた節電支援も可能である。

3.2 システム要件

前節で挙げたシナリオを実現可能とするため、提案システムは、次に挙げる要件を満たす必要がある。(i) 情報の拡散・収集が容易であること(家電使用状況の収集)、(ii) 情報の拡散・収集がリアルタイムに行えること(見守り)、(iii) 機器制御や情報の公開、拡散においてセキュアであること(遠隔操作・監視、見守り、家電使用状況の状況収集)。システムの目的である見守りや比較を実現するためには、情報を容易に素早く共有することが肝要であるため、提案手法ではインフラとしてRetweet機能やハッシュタグ機能を備えたTwitterを用いる。しかし、Twitterでは細かな公開設定を行うことができないため、セキュリティの確保が難しいという問題がある。本問題の詳細と解決策は4章にて詳述する。

3.3 システムの概要

提案システムは、ホームネットワークに接続されたネットワーク対応家電デバイスとホームサーバ、赤外線対応家電デバイス、無線センサノードから構成される。ホームサーバでは、デバイスの制御や状態の参照、無線センサノ

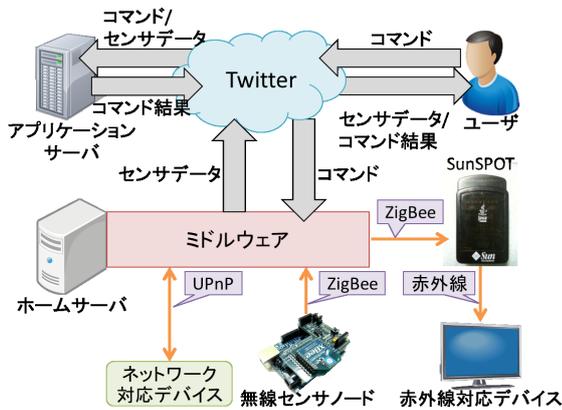


図1 SNSを利用した情報家電の遠隔制御・監視システムの概要

ドの情報参照を行うミドルウェアを実行する。(図1参照)ミドルウェアは、各デバイスとTwitterからの情報を随時取得・格納し、必要に応じてTwitterへのデバイスデータの投稿や、情報家電デバイスの制御を行う。また、外部に設置されたアプリケーションサーバがTwitterを介して公開された情報を収集・蓄積し、様々なサービスに応用する。

3.3.1 家電デバイス・センサノードとの通信

提案システムは、ホームネットワークに接続されたデバイスの監視や制御を行うためにUPnPを利用する。ミドルウェアはUPnP対応デバイスと通信し、家電の使用状況の監視や制御を行う。また、UPnPに対応していないデバイスについても、独自にUPnPを実装した通信プログラムを作成し、UPnPを介して通信を行う。概要を図2に示す。

UPnPに対応していないデバイスの制御を行うために、赤外線を送受信機能を有したSunSPOT[14]を家の各所に配置してUPnPを介したデバイスの赤外線制御を行う。SunSPOTのホストとデバイスはIEEE802.15.4 (ZigBee)を使用して通信しており、一つのホストに対して複数のデバイスが接続可能である。ホストとなるPCにはUPnPを実装したSunSPOT通信プログラムが動作しており、UPnPを介してSunSPOTに任意のコマンドを送信できる。

家の各所に温度、湿度、照度、消費電力センサを備えた無線センサノードを配置し、センサ値をUPnPを用いて共有する。これらのノードはArduinoと各種センサ、XBeeシールドで構成されており、センサ値はZigBeeを使用してホストPCへ10秒毎に送信される。ホストPCでは受信したセンサ値をリアルタイムに更新・共有するUPnPプログラムが動作しており、UPnPを介してリアルタイムにセンサ値を取得することが可能である。

3.3.2 ミドルウェア

ミドルウェアはホームネットワーク上のUPnPデバイスとTwitterとを接続するためのソフトウェアである。ミドルウェアはホームネットワーク上に1つだけ存在し、定期的にUPnPを介して家中のワイヤレスセンサノードやUPnP対応デバイスの情報を収集する。収集した情報は

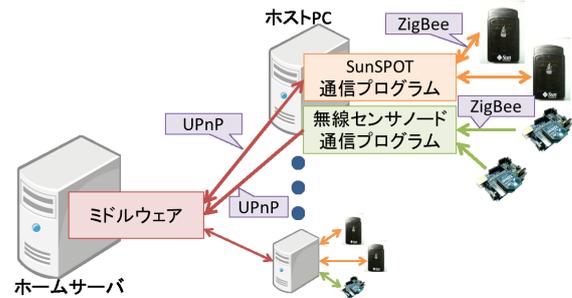


図2 SunSPOTと無線センサノードの通信アーキテクチャ

データベースに蓄積され、ユーザからのセンサ値やデバイス状態の問い合わせがあった場合や、もしくは予め決められた条件に合致した場合 (TVが朝までつきっぱなしになっている場合や、人のいる部屋の温度が異常である場合など)にTwitterへ投稿する。また、定期的に指定された時間間隔で消費電力の統計量などのデータをTwitterへ投稿する。これらの投稿には投稿内容に応じたハッシュタグが付加されており、このハッシュタグを使って検索することで、他のユーザの家電使用状況を容易に参照可能である。

また、定期的にTwitterの情報も取得し、ユーザからのリクエストを検出した場合は、内容を解析し、SunSPOTへのコマンドの送信などの適切な処理を行う。この処理に関しては次章で詳述する。

4. 提案システムにおけるセキュリティ上の課題と解決方法

本章では、Twitterを利用することにより発生しうる提案システムのセキュリティ上の課題を明らかにし、その解決策を提案する。

4.1 機器制御・監視の対象となる範囲レベルの定義

本稿では、機器制御・監視を行う範囲により以下の3つのレベルを定義し、使用する。

ユーザレベル 同居家族や職場における同室の同僚など、特に近い範囲を対象とし、1軒1軒の家やオフィスの1室などにおける制御・監視を行う。このレベルにおいては、指定されたホームネットワーク上に接続された全デバイスのすべての情報にアクセス可能であり、詳細なデバイス制御・監視などが可能である。詳細な情報を扱うため、対象範囲外のユーザからは操作・監視ができないように堅牢なセキュリティが必要である。

見守りレベル 社会的つながりのある人々 (フォロワー・フォロー関係、地域など) を対象とし、それらの人々へ機器の制御・監視の権限を与える。このレベルは、見守りなど社会的つながりを活用したいアプリケーションに使用される。この範囲はコンテキストによって変化するものであるため、公開する条件や情報、公開範囲をポリシーとして設定できることが必要である。

クラウドレベル すべてを対象として、あらゆる範囲へ無制限に公開する。このレベルで公開された情報は他のユーザから自由に参照でき、情報収集の上で他サービスへの応用が可能である。情報は、個人が特定できない程度に処理した上で送信する必要がある。また、応用アプリケーションによって求められる条件が異なるため、それに応じた柔軟な匿名化処理が必要である。

4.2 各レベルにおける問題の解決手法

本節では前節で定義した対象範囲レベルごとの課題とその解決方法について述べる。

4.2.1 ユーザレベル

ユーザレベルでは具体的なデバイスの制御と監視が可能であるが、これらにはそれぞれ異なる課題が生じる。以下では、制御と監視についてそれぞれ分けて述べる。

制御におけるセキュリティ問題

デバイスを制御する際の問題として以下の3点が挙げられる。

- (1) 全く関係のない他人からの制御
- (2) 誤操作
- (3) 操作の衝突

これらの問題を解決するために共通して必要なものは、ユーザに対する権限付与の仕組みである。1点目に関しては、予め操作を許可する Twitter のユーザアカウント名をミドルウェアに登録しておくことで対応可能である。また、許可済みユーザからミドルウェア向けにリクエストを送り、動的にアカウントを登録できるようにすることで、一時的に権限を付与したい場合についても対応できる。

2点目に関しては、クリティカルな命令を受けた時、それを実行する前に

- 他のユーザに確認を取る
- 最終確認を取る
- 指定した条件が成立している時だけ実行する

ことで解決する。この問題の具体例としては、子供から潜在的に危険なデバイス（電気ストーブなど）の制御命令を受け取った時や、住人の誰も在宅・帰宅していないときに玄関の鍵を解錠しようとしている時などが挙げられる。前者の場合は親のアカウントに確認メッセージを送ることで、後者の場合はリクエストを送信したユーザに対して確認メッセージを送ることによりデバイスの誤操作を防止する。

3点目に関しては、同じデバイスに対して複数人のユーザから命令を受け取った場合が例として挙げられる。この場合はユーザの持つ権限により優先順位をつけ、一番上位のユーザの命令を実行し、それ以外のユーザには衝突により命令の実行が出来なかった旨を通知する。このとき、対象デバイスの影響範囲に他のユーザがいる場合 — 例えば空調の制御を行う時、在室しているユーザとそうでないユー

ザから操作（23℃と28℃など）を受けた場合が具体例として挙げられる — は、リクエストを送ったユーザの権限に関わらず、影響範囲にいるユーザを優先的に扱う。さらに同じ権限のユーザが重複した場合には重複したユーザ全てに対して命令が衝突した旨と相手の Twitter アカウントを記載した通知メッセージを Twitter で送信する。すべてのユーザは Twitter アカウントを所持しているため、通知された Twitter アカウントを参照することで相互に連絡を取り合い、衝突を解決する事ができる。

監視におけるプライバシー問題

本レベルにおける監視対象は在宅状況や位置情報など具体的な情報を含むものであるため、対象者以外に閲覧できてはならない。この要件を満たすために、提案システムでは Twitter のダイレクトメッセージ（DM）機能を使用する。DMは1対1を対象としたプライベートなメッセージを送信する仕組みであり、メッセージは、それを送信したユーザと受け取ったユーザしか閲覧できない。ユーザは必要な時だけ、システムに対して問い合わせのメッセージを、通常つぶやき若しくはDMを使用して送信し、システムはそれに対する返答を問い合わせた個人に対して行う。

また、DMは監視だけではなく前述した制御においても使用可能である。例えばテレビ番組の録画予約など、他人にもある程度周知したい制御は通常のツイートを使用し、鍵の解錠など、他人には知らせる必要がない（または知らせたくない）制御に関してはDMを使用することで他人に知らせることなく制御を行う事ができる。

4.2.2 見守りレベル

見守りレベルは、社会的つながりのある人々に対する情報発信が主な用途となる。このとき、社会的つながりのある人々の範囲の定義が問題となる。例えば、見守りを行うとき、異常を発見して予め定義された範囲の人々に通知を行っても、誰もすぐには気付かなかつたり、何らかの原因により安否が確認できない可能性が存在する。

そのような時は、例えば近所の人や知り合いなどに範囲を広げて通知をすればより迅速に安否の確認を行うことが出来る。このように、見守りの範囲はコンテキストによって変化するものであるため、提案システムではどのようなときに誰に通知を行うのか、最大でどこまで範囲を広げて良いかのポリシーをユーザが定義できるようにする。

見守りにおけるポリシーの例としては、

- 異常時はまずは見守りアカウントのフォロワーに対してのみ通知を行い、かつ、居室のカメラなど、限られたデバイスにのみ一定時間の制御権限を与える。
- 最初の通知から一定期間内に見守りアプリケーションに対して安否確認の報告がなされない場合は、フォロワーのフォロワーまで範囲を広げ、このうち見守り宅の周辺にいるユーザに対しても通知を行う。ただし、このユーザに対しては制御権限は与えない。

というものが挙げられる。

4.2.3 クラウドレベル

クラウドレベルは、新しいサービス（省エネ行動支援など）に応用するためのビッグデータを形成する目的で使用される。この情報は、誰でも閲覧可能であるので、センサ等から得られた情報をそのまま投稿すると、個人を特定されたり犯罪に巻き込まれたりなどの不利益を被る可能性がある。そのため、ただ単に情報を垂れ流すのではなく、必要ときに必要なだけ、プライバシーが確保できるように情報に加工を施して投稿しなければならない。

発信する情報の中で、最もプライバシーに対し懸念されるものは、位置情報である [15]。例えば、位置情報と消費電力値を併せて投稿しているとき、位置情報が正確な値であれば、悪意あるユーザに家の位置と、消費電力の値によって在宅状況を知られてしまう。このような事態を防ぐために、提案システムでは位置情報に k -匿名化 [16] を施す。位置情報の粒度を下げることで、該当する位置範囲にいるユーザが k 人以下にならないようにし、個人の特定を防ぐ。しかし、提案システムの利用状況により、位置情報の粒度を下げるだけでは対策にならない場合も存在する。例えば、夜間に照明を使用している旨を投稿していた時に、粒度を下げた位置情報の範囲内に、照明をつけている家が 1 軒のみであった場合は個人の特定を許してしまう。このように、位置情報とセンサ値を同時に投稿する提案システムにおいては、位置情報だけではなく同時に投稿する値についても考慮する必要がある。具体的には、自身のものと似たセンサ値を投稿しているユーザが少なくとも k 人いるように位置情報を調整する。また、データを使用するアプリケーションがリアルタイム性を求めている場合は、センサ値を蓄積しておき、時間をあけて投稿することで匿名性を高めることが可能である。

細かな公開設定ができない Twitter において、一つのアカウントにこれらの機能を集約させることは困難である。そこで、提案システムでは各レベル毎のアカウントをそれぞれ用意して運用を行う。

5. 提案システムの評価

本章では、提案システムにおけるデバイス制御部分のプロトタイプを用いた評価実験の内容と結果について述べる。

5.1 実験内容

提案システムはデバイスの制御・監視に加え、見守りの際の異常検出通知などある程度のリアルタイム性を必要とするため、操作指示から実際に操作されるまでのタイムラグはできるだけ小さいことが望ましい。そこで、実環境で提案システムにおけるデバイス制御部分のプロトタイプを作成し、実際の制御応答性能を検証した。デバイス制御部分のプロトタイプは、SunSPOT1 台とミドルウェアで構成

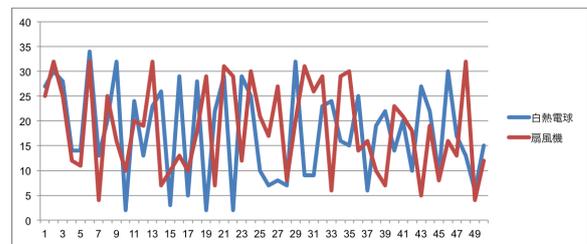


図 3 白熱電灯と扇風機のレスポンスタイムの推移

されており、SunSPOT の赤外線送信可能範囲内にリモコン付き白熱電灯と扇風機を設置した。これらのデバイスを、外出先から Twitter を用いて操作を行うことを想定する。これら 2 つのデバイスに対して、それぞれ 50 回ずつランダムなタイミングで Twitter へ制御命令を投稿し、実際に制御が行われるまでのレスポンスタイムを測定した。ミドルウェアが Twitter へ投稿の取得を行う頻度は TwitterAPI の制限値 (350 回/時間) [17] と提案システムにおける想定投稿頻度を考慮し、30 秒に 1 回とした。

5.2 評価結果と考察

それぞれのデバイスについての、レスポンスタイムの推移を図 3 に示す。レスポンスタイムの平均は白熱電灯では 17.78 秒、扇風機では 18.42 秒であり、ほぼ同じ値となった。レスポンスタイムは常時安定しており、最大値も 34 秒であった。これらの値は 1 分に満たないため、緊急時への利用にも十分耐えうると考えられる。

このレスポンスタイムは、Twitter へ投稿の取得を行う頻度をより高くすることで更に短くすることが可能であるが、頻度を高くし過ぎると前述した TwitterAPI の制限により一時ツイートの取得も投稿もできない状況に陥る恐れがある。そこで、通常は 30 秒毎に取得を行い、操作があった時は例えば 5 秒毎 (あるいはもっと短い秒数) で取得を行うようにする。その後 30 秒間応答がなかった場合には、また 30 秒毎に戻すといった操作を行うことにより、制限を回避しつつ連続で操作する場合の応答時間短縮を図ることが可能である。

6. おわりに

本稿では、社会的つながりに基づく見守りや家電使用状況の収集・比較に利用することを目指し、SNS を利用してホームネットワークに接続されている情報家電やセンサを遠隔制御・監視するシステムを提案した。提案手法の特徴は、従来公開されていなかった、ホームネットワークに接続された情報家電やセンサの遠隔制御・監視の情報を SNS を用いて社会的につながりのある人々へ公開する事により、見守りや他人との比較による効果的な節電の促進などの様々な応用が可能であることである。制御部分のみを実装したプロトタイプを用いた制御実験により、緊急時

での利用にも十分耐えうる応答性能を持つことが確認できた。しかしながら、高負荷によってTwitterAPIのレスポンスが低下したり、メンテナンスなどでサービスが停止している場合も実験中に発生したため、高負荷やサービスの停止を検出した際の代替手段を用意することも今後検討する必要がある。

現在、センサ値のTwitterへの投稿機能と、より複雑なコマンドを解釈する機能を開発中である。今後、提案システムを用いて見守りサービスなどを開発し、有用性を実験で確かめる予定である。

参考文献

- [1] Kamilaris, A. and Pitsillides, A.: Social networking of the Smart Home, in *Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), 2010 IEEE 21st International Symposium on*, pp. 2632–2637 (2010).
- [2] Khiyal, M. S. H., Khan, A. and Shehzadi, E.: SMS Based Wireless Home Appliance Control System (HACS) for Automating Appliances and Security, *Issues in Informing Science and Information Technology*, Vol. 6, (2009).
- [3] Yonezawa, T. and Tokuda, H.: Twitthings: Sharing, Discovering and Defining Things' Happening Using Wireless Sensor Networks, *International Conference of Internet of Things*, pp. 21–23 (2010).
- [4] Demirbas, M., Bayir, M., Akcora, C., Yilmaz, Y. and Ferhatosmanoglu, H.: Crowd-sourced sensing and collaboration using twitter, in *World of Wireless Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2010 IEEE International Symposium on a*, pp. 1–9 (2010).
- [5] covia, : WiFi Body Scale: <http://www.covia.net/main/product-bodyscale.html>.
- [6] UPnP Forum, <http://www.upnp.org/>.
- [7] Digital Living Network Alliance, <http://www.dlna.org/>.
- [8] ECHONET CONSORTIUM, <http://www.echonet.gr.jp/>.
- [9] 清川皓太, 山本眞也, 柴田直樹, 安本慶一, 伊藤実: 3D 仮想空間を用いた情報家電のためのリモコンフレームワーク, *情報処理学会論文誌*, Vol. 52, No. 2, pp. 596–609 (2011-02-15).
- [10] 内閣府:平成 23 年版 高齢社会白書 (2011), http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2011/zenbun/23pdf_index.html.
- [11] 安本慶一, 小倉和也, 山本眞也, 伊藤実: 快適度の低下を最小限に抑える省エネデバイス制御手法, *情報処理学会研究報告. マルチメディア通信と分散処理研究会報告*, Vol. 2011, No. 9, pp. 1–8 (2011-11-17).
- [12] 株式会社エネゲート: Smart Ecowatt: http://www.enegate.co.jp/smarteco_portal/.
- [13] 埼玉エンジニアリング株式会社: 省エネルギー監視機器 PS03: <http://www.saikoh-e.co.jp/kaihatsu/kankyo03.html>.
- [14] Oracle, : SunSPOT: <http://www.sunspotworld.com/>.
- [15] 中西健一, 高汐一紀, 徳田英幸: 粒度の動的変更による位置匿名性についての考察 (モバイルコンピューティング, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2004)), *情報処理学会論文誌*, Vol. 46, No. 9, pp. 2260–2268 (2005-09-15).
- [16] Sweeney, L.: *k*-Anonymity: a model for protecting privacy, *International Journal on Uncertainty*, Vol. 10, No. 5, pp. 557–570 (2002).
- [17] Twitter, inc., : Rate Limiting — Twitter Developers: <https://dev.twitter.com/docs/rate-limiting>.