

クラウド型 HNS における家電リモコンサービスの実装

井元 滉[†] 鷹取 敏志[†] 楢本 真佑[†] 佐伯 幸郎[†] 中村 匡秀[†]

[†] 神戸大学 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

E-mail: [†]{inomoto,takatori}@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}{shinsuke,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp,
^{†††}sachio@carp.kobe-u.ac.jp

あらまし 我々の研究グループでは、宅内の家電機器などをネットワークに繋ぐことで様々な付加価値サービスを実現するホームネットワークシステム (HNS) に対し、その機能を全てクラウド上にサービスとして集約する、クラウド型 HNS を提案している。本稿では、一般に広く普及している赤外線制御される家電機器の、クラウド型 HNS での機器制御の実現を目的とし、クラウド上で家電制御を行うサービスとして **IRaaS**(Infrared as a Service) の提案を行う。具体的には、クラウド上で家電操作の制御を仲介する IR Proxy、宅内で実際に赤外線信号を発信する機器である jRemocon の二つのコンポーネントの連携動作により、家電制御をクラウド上のサービスとして利用可能なシステムを構成する。また、IRaaS を実現するために必要な要素の設計・検討を行い、実際の HNS 上で動作可能なプロトタイプを作成し運用することで、IRaaS の有効性を確認し、考察を行う。

キーワード ホームネットワークシステム (HNS)、クラウド型 HNS、家電制御

Implementation of Appliance Controller Service in Cloud-Based Home Network Service

Hikaru INOMOTO[†], Satoshi TAKATORI[†], Shinsuke MATSUMOTO[†], Sachio SAIKI[†], and
Masahide NAKAMURA[†]

[†] Kobe University Rokko-dai-cho 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo, 657-8501 Japan

E-mail: [†]{inomoto,takatori}@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}{shinsuke,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp,
^{†††}sachio@carp.kobe-u.ac.jp

Abstract Home network system (HNS) provides a variety of value-added services by orchestrating house-hold appliances and sensors. In our previous research, we have proposed **Cloud HNS** that delegates all of HNS functions to Cloud. In this paper, we propose **IRaaS** (Infrared as a Service) which controls legacy house-hold appliances based on infrared signal controlling, as a Cloud HNS service. IRaaS is consist of two components, IR Proxy and jRemocon. IR Proxy is a service that delegates control request to jRemocon, and jRemocon is a device that transmits infrared signal to execute appliance control. Using its components, IRaaS executes requested appliance control. Then, we design and consider elements required for implementing IRaaS, and we also create and test a prototype. Based on these results, we discuss the effectiveness of proposed system.

Key words Home Network System(HNS), Cloud-based Home Network System, Appliance control

1. はじめに

近年、家電やセンサを家庭内のネットワークに接続することで多種多様なサービスを提供する、ホームネットワークサービス (HNS) が注目されている。HNS では、宅内に設置されたテレビやエアコンなどの家電機器や温度計や照度センサなどのセンサ機器をネットワークに接続することで、ネットワークを

介したこれらの機器の制御および管理を実現する。この結果、スマートフォンなどのモバイル端末を用いた宅内の家電操作、センサ情報に基づくコンテキストウェアサービス [1] などの QoL 向上のための付加価値をユーザへ提供可能となる。また、宅内の家電を一元管理できることから、無駄を省く電力効率化などへの応用も期待されている。最近では、宅内やオフィスに

におけるエネルギーの最適化を目指す HEMS [2] に対し、政府が補助金事業 [3] を展開するなど、その普及に向けた取り組みが加速し、いくつかの製品が市場へと登場してきている [4] [5]。

このように各家庭への導入環境が整いつつある HNS であるが、一般家庭への幅広い普及には至っていない。HEMS を例とした場合、経済産業省の資料によると一般家庭への普及率は 0.14% 程度と非常に低い割合に留まっている [6]。この要因として、導入に対するコスト負担、信頼性に起因した心理的障壁が挙げられる。一般的に、ユーザが HNS を導入するためにはネットワーク操作に対応した家電機器を家庭に導入する必要があるが、この家電機器の購入が HNS の導入コストを引き上げる要因となる。また、HNS はユーザの生活と強く関わるため、障害に対する信頼性が強く求められる。HNS の中枢を担うホームサーバが単一障害点として宅内に存在するが、電源供給、サーバの安定稼働などハードウェアとしての信頼性のみならず、異常動作、システムの安定稼働などソフトウェアとしての信頼性も高い水準で要求されるため、積極的な導入を阻害する要因となる。さらに、HNS で提供される機能はベンダに強く依存するため、ユーザが新たな機能を必要とした場合であっても、ベンダが対応しない限り実現は不可能となる。

我々は HNS におけるこれらの問題を解決するために、先行研究においてクラウド型 HNS を提案している [7]。クラウド型 HNS は、クラウドのコンセプトに基づき、従来ホームサーバが実行していた HNS サービスの様々な機能を全てサービスとして抽象化し、クラウド上に集約する HNS の新たな形態である。ホームサーバをクラウド上に集約することで宅内にホームサーバを設置する必要がなくなり、保守・管理に伴うユーザの心理的負担を軽減可能となる。また、サービスの抽象化によりベンダに依存しないサービス実現が可能となる。

クラウド型 HNS では機器操作の方法についても抽象化されているため、ネットワークによる直接的な制御が不可能な機器に対しても、制御機器・サービスを仲介することにより柔軟な HNS 構築が可能となる。そのため、既存の家電機器に応じた制御機器・サービスを構築することで対応家電への交換なく HNS へと家電を導入できる。そこで本研究では、家電制御として一般に広く普及している赤外線方式に着目し、クラウド型 HNS で家電を制御するためのサービスとして IRaaS(Infrared as a Service) の提案を行う。IRaaS は、赤外線信号で制御可能な従来型家電を実際に制御するためのサービスで、クラウド上で家電操作の制御を仲介する IR Proxy、宅内で実際に赤外線信号を発信する機器である jRemocon の二つのコンポーネントによって構成される。IRaaS を利用することで、クラウド型 HNS における赤外線を用いた家電機器の操作が実現可能となる。

本稿では、IRaaS を実際に構成するのに必要な要素である、IR Proxy のデータ構造および API の設計や jRemocon に必要な赤外線信号を発信する回路の設計などについての検討を行う。また、IR Proxy と jRemocon のプロトタイプを作成し、実際の環境における有効性についての確認を行う。

2. 準備

2.1 ホームネットワークシステム：HNS

HNS とは、宅内に設置されたテレビやエアコンなどの家電機器や温度計や照度センサなどのセンサ機器をネットワークに接続することで、多種多様な付加価値サービスの提供を実現するシステムである。HNS で提供されるサービスの例として、スマートフォンを用いてシャッターを自動開閉するサービス [4] や外出先からエアコンを操作するなど家電機器の操作を行うもの、宅内における電力使用量などのエネルギーの「見える化」や周囲の環境に合わせエアコンを自動的に節電運転するサービス [5] などの宅内の一元管理を行うものなどが挙げられる。HNS では、各家庭にそれぞれホームサーバを中心とした HNS 環境が構築され、家電機器やセンサ機器が宅内ネットワークに接続されている。これらの宅内機器をホームサーバからソフトウェア制御することで、HNS サービスを実現する。家電機器およびセンサ機器の制御方法は HNS サービスベンダによって様々であるが、一般には赤外線、ZigBee [8] などの近距離無線、イーサネット、などを利用する。従来はベンダごとの互換性は無かったが、近年は ECHONET Lite [9] などのプロトコル共通化の動きもある。HNS ベンダは、ホームサーバを経由して HNS サービスを提供する。また、これらの保守、管理については通常時は遠隔にて各ベンダが行う。

2.2 先行研究：クラウド型 HNS

HNS 導入には、ベンダ独自の規格利用によるベンダロックイン、対応する家電機器への買換えに対する費用負担、ホームサーバ設置・管理に対する信頼性などの問題がある。そこで我々は先行研究において、これらの問題に対し、HNS サービスの様々な機能を全てサービスとして抽象化し、クラウド上に集約された HNS サーバを利用するクラウド型 HNS を提案している [7]。クラウド型 HNS では、ホームサーバをクラウド上に集約することで宅内にホームサーバを設置する必要がなくなり、またサービスの抽象化によりベンダは一部のサービスだけを作ることが可能となるため、サービスのベンダロックインを防ぐことができる。また、クラウド型 HNS では機器操作の方法についても抽象化されているため、ネットワークによる直接的な制御が不可能な機器に対しても、制御機器・サービスを仲介することにより HNS での利用が可能となる。そのため、既存の家電機器に応じた制御機器・サービスを構築することで対応家電への交換なく HNS へと家電を導入できる。

クラウド型 HNS は ASP(Application Service Provider)、HouseCloud、HNSLite の三つの要素から構成されている。ASP は HNS のサービスを開発・提供するプロバイダ、HouseCloud は HNS で必要となる基本的な機能を ASP に提供するレイヤ、HNSLite は HouseCloud からの要求に基づいて宅内の家電操作の実行やセンサ情報の取得を行うシンターミナルである。クラウド型 HNS では、これら三つの要素の連携により HNS の各種機能を提供する。

3. Infrared as a Service : IRaaS

クラウド型 HNS では、HNS サービスのみならず、家電などの機器操作の方法についても HNSLite の機能として抽象化されている。したがって、個々の家電操作方式とネットワークをつなぐインターフェースを利用することで、ネットワーク接続に対応していない家電機器であってもクラウド型 HNS から利用することができるようになる。本章では、クラウド型 HNS における家電操作インターフェースの一つとして、家電機器の制御手法として既に一般家庭に広く普及している赤外線信号による家電操作を実現するサービスである **IRaaS** の提案を行う。

3.1 クラウド型 HNS における家電操作

クラウド型 HNS では、HNS サービスやユーザは HouseCloud の家電操作 API を通じて目的の家電操作を実行することができる。HouseCloud が家電操作指示を受け取ると、指示された操作を実行するために必要な家電操作サービスやパラメータの特定を行い、その家電操作サービスに操作を依頼する。依頼を受け取った家電操作サービスは、受け取ったパラメータに従い家電操作を実行する。宅内には様々な家電がいくつかの部屋に配置されており、部屋ごとに家電操作に対応するコントローラが配置されている。そのためクラウド型 HNS において家電操作を実行するためには、操作したい家電に対応するコントローラの特定や、コントローラごとに求められるパラメータの取得などを行う必要がある。このために、クラウド型 HNS では HouseCloud 内に宅内情報を一元管理する機構が存在し、各種サービスからアクセスすることが可能である。

3.2 システムのアーキテクチャ

IRaaS は 2 つのコンポーネント、**IR Proxy**、**jRemocon** から構成される。IR Proxy は、家電操作指示から必要なデータを解決し jRemocon へ送信する、HouseCloud に属するサービスである。また、jRemocon は宅内に構築される HNSLite に属するデバイスであり、IR Proxy から送られてきたデータを赤外線信号へと変換し発信するデバイスである。

家電機器を操作する赤外線信号は、パルス幅とビット列の組で表現される。IR Proxy が管理する信号データはこれを WebAPI のパラメータとして扱いやすいようエンコードしたものとされており、このデータを本稿ではシグナルデータと定義する。クラウド型 HNS 上で IRaaS を利用した家電操作を行う場合の動作の流れを図 1 に示す。

1. HouseCloud は指示された家電操作に必要な家固有の各種情報を取得する。
2. HouseCloud は家電操作サービスである IR Proxy へと家電操作指示を送る。
3. IR Proxy が家電操作指示を受け取り、操作に必要なシグナルデータを解決する。
4. IR Proxy から jRemocon へとシグナルデータを送信する。
5. jRemocon は受け取ったシグナルデータを赤外線信号として発信する。

このように IRaaS では、IR Proxy によるシグナルデータの解

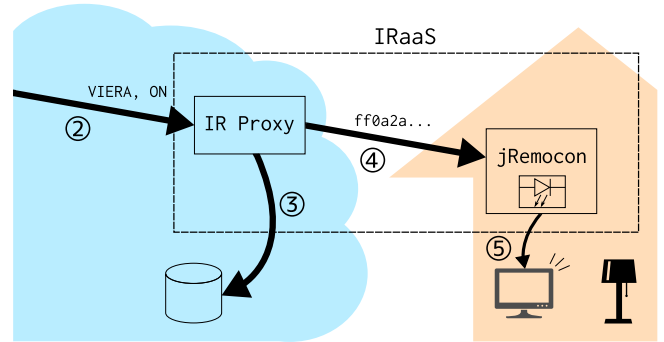


図 1 IRaaS の動作

決機能と jRemocon の赤外線信号発信機能を組み合わせることで家電機器の操作を実現する。

3.3 IR Proxy

IR Proxy は HouseCloud に属するサービスで、入力された家電操作指示に対してそれに対応するシグナルデータの解決と jRemocon への信号発信指示を出すものである。IR Proxy は、操作する家電機器の機器 ID、操作名、リモコンアドレスの三つの引数をとる。ここで、機器 ID は家電の機種を特定するための機種に固有な ID、操作名は実行したい操作の名前、リモコンアドレスは信号送信先の jRemocon の IP アドレスである。

家電操作指示を受けると、引数として与えられた機器 ID と操作名に対応するシグナルデータを HouseCloud 内の家電機器情報 DB から検索する。データベースから対応するシグナルデータが見つかったら、そのデータをリモコンアドレスが示す jRemocon に送信することで信号発信指示を出す。

このように、IR Proxy ではクラウド上のデータベースで管理された家電機器情報 DB を利用する。特定の家電機器のある操作について考えた場合、対応する赤外線信号は設置された家庭に依らず同一である。そのため信号データベースをクラウド上で共通化することで、マスタとなるシグナルデータを一つ用意だけで全てのユーザから利用することができる。なおクラウド型 HNS では、シグナルデータについては家電機器ベンダが提供することを想定している。

赤外線信号による家電操作である以上、一つの信号発信デバイスで複数の部屋の家電を操作することは難しい。そのため、IR Proxy の API の引数としてリモコンアドレスを用いることで、複数の部屋に配置された jRemocon を区別し、操作することが可能となる。

3.4 jRemocon

jRemocon は HNSLite に属するデバイスで、API を通じて IR Proxy より送信されたシグナルデータを、実際に家電を操作できる赤外線信号として発信するものである。API の引数は発信したいシグナルデータである。

赤外線リモコンの信号は用いる赤外線の波長、搬送波の変調周波数、信号パルスの周期、データフレームの長さなどの要素があり、これらはある値に定めたフォーマットに従って家電機器への赤外線信号が作られる。具体的には、赤外線信号をパルス幅で区切り、その区間で赤外線が ON ならば 1、OFF ならば

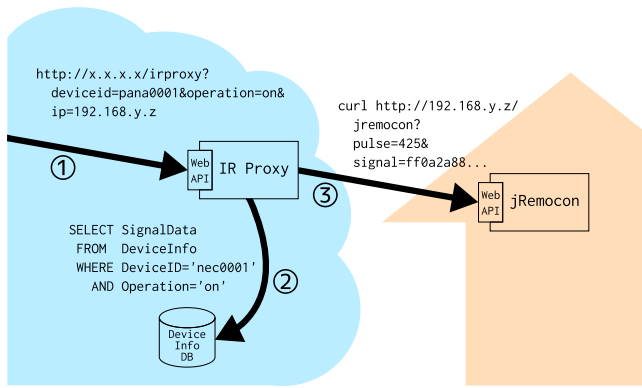


図 2 IR Proxy の動作

0 というように符号化を行い、その結果得られたビット列とパルス幅の組で表現する。ここで、ビット列を 16 進数の文字列にしたものが 3.2 で定義したシグナルデータに相当する。

jRemocon は、受け取ったシグナルデータを赤外線信号として発信するのみのデバイスであり、その他の機能は全てクラウド上で行うよう設計されている。そのため、宅内に配置するデバイスは非常に簡素なもので済み、壊れた場合にも安価に交換することができる。

また、赤外線発信に関する全ての機能をソフトウェアで実現し、様々なフォーマットの赤外線信号に対応できるシグナルデータの形式を採用しているため、特殊なフォーマットの信号であっても家電機器を制御することが可能である。また、未知の形式が新たに家電操作に利用された場合でも、ソフトウェアの対処のみで対応が可能となる。

4. 実装

IRaaS を実際のクラウド型 HNS で実現するには、IR Proxy は HouseCloud 上のサービスとして、jRemocon は HNSLite に設置するデバイスおよびその制御ソフトウェアとして実装を行う必要がある。本章では、IRaaS の実現およびその有効性評価のため、実際に動作可能であるこれらのシステムの実装を行う。

4.1 IR Proxy

クラウド型 HNS で実現される全ての機能は、全てサービスとして外部より参照可能な形式で提供する必要がある。そこで IR Proxy では、HTTP サーバソフトウェアである Apache HTTP Server 上に配置された、CGI 経由でアクセス可能なプログラムとして実装を行うことで、WebAPI としてのサービス公開を実現する。ただし、本稿では家電機器情報 DB は MySQL で構築されていることを前提としている。

IR Proxy の主な機能は次の **F1**, **F2** である。

F1 家電機器情報 DB からの適切なシグナルデータの取得

F2 jRemocon の WebAPI を用いたシグナルデータの送信

この実現方法として、**F1** に対してはデータベースへの CLI による問い合わせコマンドを、**F2** に対しては `curl` コマンドを、それぞれ CGI 経由で呼び出されるプログラムとして実装する。

IR Proxy の動作を図 2 に示す。まず IR Proxy は、WebAPI

表 1 家電機器情報 DB の例

DeviceID	Operation	Description	SignalData
nec0001	on	turn the light on	pulse=562&signal=ffff00a2...
nec0001	off	turn the light off	pulse=562&signal=ffff00aa...
pana0001	on	turn the tv on	pulse=425&signal=ff0a2a88...
pana0001	off	turn the tv off	pulse=425&signal=ff0a2aa2...

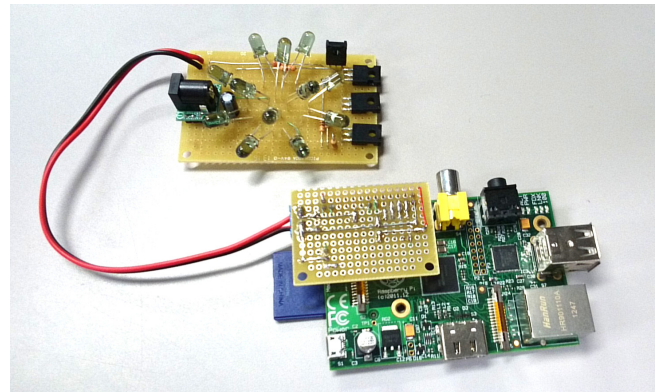


図 3 jRemocon のプロトタイプ

を介した家電操作リクエストを受けて CGI プログラムを起動する (図 2 矢印 1)。プログラム起動後、API 呼び出し時のパラメータとして入力された、機器 ID・操作名・リモコンアドレスを抽出する。次に、リクエストに応じたシグナルデータを家電機器情報 DB を用いて解決する (図 2 矢印 2)。機器 ID・操作名に対応したシグナルデータの解決は、これらの要素が一致するデータ取得クエリを家電機器情報 DB に対し実行することで実現する。最後に、取得したシグナルデータをリモコンアドレスに対して送信する (図 2 矢印 3)。シグナルデータとリモコンアドレスから jRemocon の WebAPI 用 URL を生成し、その URL に対して `curl` コマンドを用いてアクセスする。

表 1 に、シグナルデータの解決に用いる家電機器情報 DB の構造を示す。レコードには目的のシグナルデータに加えて機器 ID、操作名、プロトコル、説明が含まれる。

4.2 jRemocon

jRemocon は、WebAPI としてネットワーク経由でシグナルデータを受け取り、赤外線信号として発信する機能を有する。また、これらの機能を HNSLite に配置するシンターミナルとして小型・省電力なハードウェアで実現する必要がある。これらの要求を満たすため、ネットワークインタフェースを持つ小型ボードコンピュータである Raspberry Pi 上に Linux を導入し、赤外線発光回路を組み込むことで、jRemocon の実装を行う。IR Proxy と同様に、サービスとしての webAPI の実装には Apache HTTP Server 上で動作する CGI プログラムを作成し、赤外線信号の制御には LIRC (Linux Infrared Remote Control) を利用した。

作成した jRemocon のプロトタイプを図 3 に示す。図のように、ソフトウェアが実装されている Raspberry Pi と赤外線発光回路が Raspberry Pi のピン経由で接続されている。

jRemocon の主な機能は次の **F3**, **F4** である。

F3: IR Proxy より送信されるシグナルデータの受信

F4: シグナルデータを元にした赤外線信号の発信

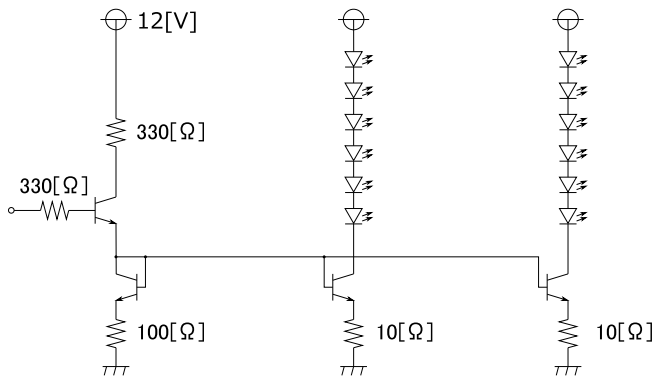


図 4 赤外線発信回路

この実現方法として **F3** に対しては、CGI プログラムを作成することにより WebAPI 経由でパラメータとしてシグナルデータの受信を行う。 **F4** に対しては、受け取ったシグナルデータを、赤外線信号として発信するために必要となる情報へと変換し、その情報を基に LIRC を利用して Raspberry Pi に接続した赤外線発光回路から信号を発信する。

LIRC は赤外線信号の送受信を Linux 上で実現するためのソフトウェアであり、ハードウェアに依存しない信号の受信や発信、解析の機能を提供する。 **3.4** で述べたように、赤外線リモコンの信号を発信するには、搬送波の変調や信号パルスの正確なタイミング制御を行う必要があり、LIRC を利用することでこれらを考慮した赤外線 ON/OFF 信号を出力することが可能である。 LIRC では、コマンドを実行することで設定ファイル中に記述された信号を赤外線信号として発信することが可能である。 そのため、任意の信号を発信するには、信号ごとに設定ファイルへの記述を行った上で LIRC のコマンドを実行する必要がある。 jRemocon では、設定ファイルへの赤外線信号記述について、シグナルデータの受信を契機に自動的に行われる仕組みを実現している。

赤外線発光回路は Raspberry Pi 上の汎用入出力ポートである GPIO を経由し接続された、赤外線発光に必要となる LED などが組み込まれた回路である。 LIRC からの制御により GPIO から出力される ON/OFF で表現される赤外線制御の信号を、実際の赤外線信号として発信可能である。

赤外線信号の発信を行うためには赤外線の明滅を行う回路が必要となるが、クラウド型 HNS におけるコントローラに求められる要件は次の **R1**, **R2** である。

- R1:** 設置箇所の自由度を上げるための広範囲への信号発信
 - R2:** 室内の家電機器を制御するために十分な光量の安定供給
- である。これらの要件を満たすため、それぞれに対して次の **A1**, **A2** を適応する。

- A1:** LED アレイの導入
- A2:** 定電流回路による電流制御

図 4 に本研究で設計した回路を示す。赤外線 LED は指向性が強く、一つだけでは非常に狭い範囲にしか信号が到達しない。そのため、LED を複数用意しそれぞれ少しずつ違う向きに取

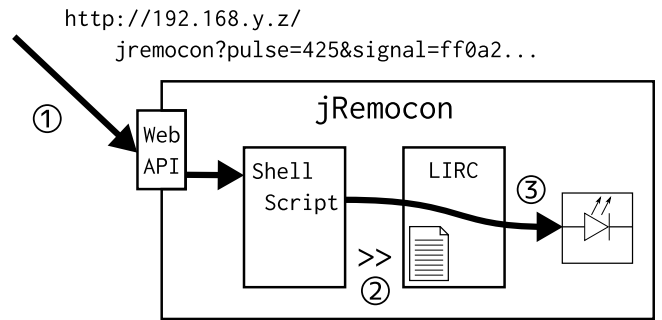


図 5 jRemocon の動作

り付ける LED アレイを導入することで、広範囲への信号発信を実現する。また、室内の家電操作に十分な光量を確保し、かつ個別の LED に流れる電流量を同じ値に統一する^(注1)ため、定電流回路(カレントミラー回路)を用いて電流制御を行う。

図 5 に jRemocon の動作を示す。 apache サーバ上の CGI プログラムにて、まず IR Proxy から API 経由でシグナルデータが送信され、 **F3** の受信が行われる(図 5 矢印 1)。また、ここで必要に応じて LIRC の設定ファイルへ信号の追記が行われる(図 5 矢印 2)。そして、 **F4** の信号発信が LIRC コマンドにより実行される(図 5 矢印 3)。以上の WebAPI によるシグナルデータの受信・LIRC による信号制御・回路による赤外線発光を組み合わせることで jRemocon の動作が実現する。

5. ケーススタディおよび考察

5.1 動作・性能の確認

まず、IRaaS の機能 **F1-F4** の正常な動作を確認するため、本研究室において家電機器の IRaaS による操作実験を行った。本研究室では現在、ブラウザ上で動作する家電操作インタフェースからネットワーク制御可能な学習型リモコンを操作することで家電制御を行っている。実験では、このシステムに対して家電制御を IRaaS 経由で行うように変更し、家電操作インタフェースからテレビや室内照明の ON/OFF のなどの操作を行った。この結果、従来の学習型リモコンを利用した場合と同等の操作が実行可能であることが確認できた。また、機器操作を実行してから実際の動作が行われるまでの時間に関しても、体感上の変化を感じることはなく、十分な速度であった。このことから、システムの応答時間は HNS で利用する際には十分であるといえる。

次に、jRemocon に対し **R1**, **R2** の要求が満たされているかを確認するため、赤外線信号のパルス幅やフォーマットが異なる複数メーカーの家電機器に対し、家電操作が正常に動作するかどうかを確認した。また、jRemocon の設置位置を複数試すことで、信号の到達距離および指向性の確認を行った。実験を行った部屋の大きさおよび jRemocon と操作対象家電の位置関係を図 6 に示す。jRemocon の設置場所は、図中 A, B, C に示す位置であり、これらの場所は各家電機器を見渡せる点を選ん

(注1): LED の輝度は電流に依存し、かつ LED の電圧降下は個体差が大きいため、通常の制限抵抗を用いる方法では電流の制御が難しい。

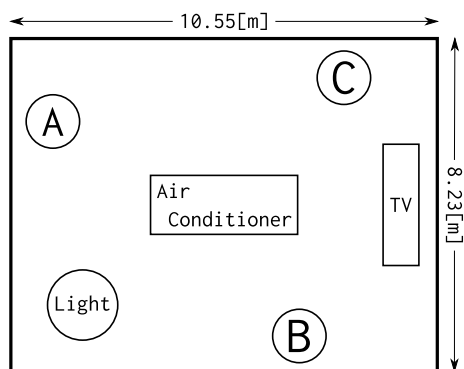


図6 実験環境

ている。jRemoconを設置したHNS環境は、10[m]×8[m]程度の一般家庭の一部屋としては十分な大きさである。なお、家電機器の赤外線信号受光部の向きなどの調整は行っていない。このような環境で家電操作実験を行い、jRemoconの設置位置に関わらず全ての家電機器が操作可能であることが確認できた。

以上より、信号フォーマットによらない正確な赤外線信号の発信、HNSで利用するにあたり十分な信号強度・拡散性が実現できていることが確認できた。

5.2 考察

IRaaSの大きな特徴として、赤外線信号で制御可能な家電機器を対象としていることが挙げられる。これにより、HNSの新規導入にあたって家電機器を買い替えることなく、既に一般家庭に広く普及している家電機器をそのまま使うことができる。これは、HNS導入の障壁の一つである高い導入コストを解消できるという点で、非常に大きなメリットとなる。

従来の家電機器をそのまま利用できるという点では、ネットワーク制御可能な学習型リモコンにも同じことがいえる。学習型リモコンでは、学習した信号を本体に保存し、その信号を呼び出すことで家電操作を行う。そのため、部屋の家電構成を変更したり新しい家電を購入したりした場合、その度に信号の学習を行う必要がある。しかしIRaaSでは、信号は発信デバイスではなくクラウド上に配置されたデータベースを利用するため、このような手間が発生することはない。

IRaaSのもう一つの特徴として、機能・実装が単純ということが挙げられる。jRemoconは必要な機能が単純であり、クラウド型HNSで求められるシンターミナルの軽量を十分満たしている。そのため、故障した場合の交換やメンテナンスが容易である。また、複数の部屋で運用する場合などでもjRemoconを気軽に増設することができる。しかし機能が単純ということは、高度なサービスを提供することができないというデメリットにもなる。IRaaSでは家電機器の操作指示に対して、信号発信の保証しか行われず、家電操作の完了は保証されない。また、信号の到達が保証できないため、操作ログから機器の状態を推定することもできない。これらの問題は操作対象がネットワーク経由での利用を想定していないことに起因するため、IRaaS側で対応することはできない。そのため、これらの機能を含めた家電制御を行うためにはHNS対応の家電に買い替えることが必要となる。

これらの他にIRaaSが抱える問題として、家電機器情報DBの肥大化に伴ったシステムの応答速度の低下が考えられる。家電機器情報DBはクラウド型HNSで利用される全ての家電機器の情報が含まれるため、実用的には非常に巨大になることが想定される。この問題は、家庭ごとに必要な信号を体現ビューなどでキャッシュすることで回避することが可能である。

6. おわりに

HNSの導入には、ネットワークから制御可能な家電機器が必須であり、この点がHNSの広い普及を妨げている。既に普及している赤外線制御式の家電機器がネットワークから制御可能となれば、HNSの導入に対する敷居が非常に低くなる。

そこで本稿では、クラウド型HNSで家電機器の制御を行うサービスであるIRaaSの提案・設計を行った。IRaaSでは、赤外線信号の発信とネットワークをつなぐインタフェースを実現することで、WebAPIを介して家電機器を操作することを可能としている。これにより、既存の家電機器をクラウド型HNSに導入することが可能となった。また、提案したIRaaSのプロトタイプを作成しテストすることで、IRaaSの有効性が確認できた。

今後の課題として、家電機器情報DBが大規模になった場合の対応や、jRemoconのより小型・軽量のハードウェアによる実装を予定している。

謝辞 この研究の一部は、科学技術研究費（基盤研究C 24500079, 基盤研究B 26280115, 基盤研究C 24500258, 若手研究B 26730155）、および、川西記念新明和教育財団の研究助成を受けて行われている。

文 献

- [1] 高塚広貴, 佐伯幸郎, 粕本真佑, 中村匡秀, “異種分散 web サービスに基づくコンテキストウェアサービスの管理フレームワークの提案,” 電子情報通信学会技術報告, 第 113 巻電子情報通信学会, pp.1-6 Oct. 2013.
- [2] 石田健一・佐藤誠, “Hems による家庭用冷暖房・照明エネルギーの削減効果の検証,” 日本建築学会環境系論文集, vol.●●, no.595, pp.57-64, Sept. 2005. <http://ci.nii.ac.jp/naid/110004787990/>
- [3] “Bems・hems 補助金についてのお知らせ,” <http://www.meti.go.jp/press/2013/09/20130913010/20130913010.html>.
- [4] “iTamaHome,” <http://www.tamahome.jp/i-tamahome>.
- [5] “スマート HEMS,” <http://www2.panasonic.biz/es/densetsu/aiseg/index.html>.
- [6] “次世代エネルギーマネジメントビジネスモデル実証事業について,” [http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gyoukaku/h25_fall/pdf/keisan\(shigen\).pdf](http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/gyoukaku/h25_fall/pdf/keisan(shigen).pdf).
- [7] 鷹取敏志, 粕本真佑, 佐伯幸郎, 中村匡秀, “マルチベンダサービスを実現するクラウド型ホームネットワーク システムの提案,” 電子情報通信学会技術報告, 第 113 巻電子情報通信学会, pp.53-58 Nov. 2013.
- [8] P. Baronti, P. Pillai, V.W. Chook, S. Chessa, A. Gotta, and Y.F. Hu, “Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and zigbee standards,” *Computer Communications*, vol.30, no.7, pp.1655-1695, 2007.
- [9] “Echonet consortium,” <http://www.echonet.gr.jp/index.htm>.