

アンビエントな家電操作を実現する 家電制御システムの提案

青木良輔[†] 渡部智樹[†] 小林透[†] 小林稔[†]

ユーザに負担をかけることなく、好みや状況に応じた家電制御を可能とするアンビエントな家電操作環境の実現を目指している。このような環境の実現に当たっては、①様々な家電をユーザの負担がなく操作でき、ユーザの操作履歴からユーザの好みや状況を把握する方法と、②好みや状況に応じたさりげない家電操作をレコメンドできる方法の確立が必要である。本論文では、②を実現する手段として、リモコンとしての無線通信可能なモバイル端末とリモコン信号プロキシを用いた家電制御システムを提案する。本システムを用いることで、様々な家電の操作を無線通信可能なモバイル端末一台に集約できるとともに、様々な家電の操作ログを一括収集することが可能となり、そのログを解析することでユーザの好みや状況を検出できる。5世帯の家庭に本システムを設置し、本システムの操作性及びリモコン操作ログの収集精度を計測する実験を行いその有効性を確認した。

Proposal of a control system to realize ambient household electrical appliance operations

RYOSUKE AOKI[†] TOMOKI WATANABE[†]
TORU KOBAYASHI[†] and MINORU KOBAYASHI[†]

We aim to realize a control system that can create an ambient surrounding with household electrical appliances based on user preference and context. This system requires the following. 1. the control system can predict user specific settings on various household electrical appliances based on past user actions on a single device. 2. The control system is able to recommend electrical appliance settings based on user preferences and context and applies these settings if the user agrees with such recommendations. To realize 1. we propose a control system in which a remote controller is constructed with a remote controller proxy and wireless enabled devices to control these appliances. The system allows the user to operate various household electrical appliances using the remote controller. operation logs of various household electrical appliances are collected and the system estimates user preferences and context by analysing the logs. We confirm the feasibility of this system via an experiment in 5 households and measure operation log collection accuracy.

1. はじめに

近年、組込み技術やインターネット技術の進展に伴い高機能な家電機器が登場してきている。しかし、それらの家電機器の操作方法は、独立でかつ複雑であるため、ユーザはその機能を十分に使いこなせていないのが実情である。これは、ユーザが何らかの意図を実現するためには、ユーザ自らがそれぞれの家電機器の具体的な操作に変換して実行しなければならないという問題に起因する。

この問題を解決するために、著者らはユーザに負担をかけることなく、好みや状況に応じた家電制御を可能とするアンビエントな家電操作環境の実現を目指している。このような環境を実現するためには、ユーザが様々な家電を負担なく制御し、ユーザの家電の利用状況からユーザの好みや状況を把握する方法と、好みや状況に応じたさりげない家電操作をレコメンドできる方法の確立が必要である。

本稿では、様々な家電をユーザが負担なく制御し、ユーザの好みや状況を把握する方法として、無線通信可能なモバイル端末とリモコン信号プロキシ[1]を用いた家電制御システムを提案する。本システムを用いることで、赤外線で作動される家電機器を含め、ユーザが1つのモバイル端末で各家電機器を操作でき、各家電機器に送信された制御信号をネットワーク上に一括集約できる。その収集されたリモコン操作ログを分析することでユーザの好みや状況を把握できる。このシステムのフィージビリティ及び性能を評価するために、5世帯の家庭に本システムを導入し、リモコン操作ログを収集する実験を行い、その有効性を確認した。

本システムは従来の赤外線対応の家電機器のような既存の家電機器や普及しつつあるスマートフォンやタブレット PC を利用できるので、システムの導入に必要なのはリモコン信号プロキシのみである。また、本システムを利用するためのアプリケーションはインターネットからダウンロードすればよい。ゆえに、システム構築のコストを抑えられ、設定も容易であることから、本システムの導入に関するハードルは低く、今後の市場拡大が期待できる。

以下、本稿の流れである。2章で、対象とする問題を明確にするために家電機器の操作方法及び家電機器の利用状況の推定という観点で市場動向及び関連研究について述べる。その上で、問題を解決する手段として提案システムのアーキテクチャを3章で説明し、4章で具体的な実装方法を提案する。5章にて本システムの操作性及びリモコン操作ログの収集精度を計測する実験について報告し、6章でまとめる。

[†]日本電信電話株式会社 NTT サイバースリユーション研究所
Cyber Solutions Laboratories, NTT Corporation

2. 関連研究

2.1 家電機器の操作方法

家電機器の操作にはそれぞれの機器専用のリモコンで操作することが多く、リモコンを選択する作業はユーザの負担となる。この問題を解決するための手段としてユニバーサルリモコンと呼ばれる商品やHDMIやDLNAなどの規格に対応した機器同士をつなげることで、1つのリモコンで操作可能な環境を構築する方法がある。前者はリモコンの各ボタンに家電機器の操作に使われる赤外線のリモコンの制御信号を割り当てることができ、ボタンで操作対象の機器を変更することで、1つのリモコンで、家電機器の操作を実現する。しかし、リモコンのボタン配置、ボタン上に書かれる記号や形状が最もボタンの数を必要とするTVリモコン向けにデザインされているため、必ずしも他の機器を操作しやすいつとは限らない。例えば、TVには音量という概念があるが、エアコンや扇風機に音量という概念はなく、むしろ風量などが適切である。一方、後者は規格に対応した機器同士を専用のケーブルで接続し、機器設定を行うことで1つのリモコンで家電機器の操作を実現する。しかし、これらの規格に対応した機種は制限されており、また異なるメーカーによって提供される機器の互換性の問題があり、必ずしもユーザすべてが恩恵を得られるとは限らない。

以上述べてきたように、1つのリモコンでより多くの機種を操作でき、かつ、それぞれの機器の操作性を損なわないような操作機器に合わせたリモコンデザインを利用できることが必要となる。

2.2 家電機器の利用状況の推定

家庭内の日常生活の中で、多くの家電機器をユーザは利用して生活している。このとき、家電機器を操作する行動にはユーザの意図が含まれており、家電機器の状態変化の記録(状態ログ)を分析することによって、ユーザの好みや家庭内での行動パターンを抽出できる可能性がある[2]。例えば、テレビで頻繁に音楽番組にチャンネルを変えていたら音楽に興味があると判断できるし、エアコンの温度設定からはユーザが快適と感じる温度を推測でき、照明をON/OFFした時刻からは帰宅や就寝の時刻を推測できる。これらの推測結果を活用することで、各ユーザの生活に適した環境が実現されることが期待される。

このようなサービスを実現するために、家庭内にある各機器の状態ログを時系列に収集し、その各機器の状態ログの履歴を家電機器から集約し、集約されたログを分析することが必要となる。

家電機器の状態ログをユーザに操作される機器側で収集する方法として、家電機器からそのログを送信する方法がある。例えば、近年のTVやBlue-Rayレコーダのように家庭内LAN環境に接続可能な家電機器であれば、ネットワークを通じて家電機器の状態ログを送信できる。しかし、現状のところ、家電機器の状態ログを送信する

ように外部からTVやBlue-Rayレコーダのような家電機器に命令する機能は存在しない。また、扇風機、エアコン、LEDライトのように家電機器の中には必ずしもネットワークに接続される環境をもっていない機器が多く存在する。一方で、IrRC-Logger[3-4]と呼ばれるリモコンの制御信号を収集する端末が提案されている。しかし、通信機能を備えていないため、家電機器の状態ログを一元集約することができない。また、赤外線リモコンの信号をキャプチャする受光部と対象とする家電機器の赤外線受光部が異なるため、家電機器は操作されているが、キャプチャされていない可能性がある。

また、家電機器の状態ログを間接的に収集する方法として、リモコンの押されたボタンに対応する赤外線信号の制御信号(リモコン操作ログ)をリモコン内部に蓄積し、そのリモコン操作ログを解析することで家電機器の状態ログを推定する方法がある。リモコン操作ログを収集するために、文献[5]のようにリモコン操作ログを蓄積する赤外線リモコンも提案されている。しかし、収集したログの送信手段には基本的に赤外線通信しかないため、大量のリモコン操作ログを送信するには時間がかかる。加えて従来の赤外線リモコンによる家電機器の操作において、ユーザが赤外線リモコンを家電機器に向ける操作が不正確であるために、リモコンから家電機器に制御信号が届かないときがある。ゆえに、精度よくリモコン操作ログを収集できない。

以上述べてきたように、より多くの家電機器の状態ログを収集するために、リモコン操作ログを精度高く一元集約できるシステムが必要となる。

3. 家電制御システムのアーキテクチャ

2章で述べられた関連研究における課題を解決するための要件は以下の通りである。

- ① 1つのリモコンでより多くの家電機器を操作できること
- ② 家電機器に合わせたリモコンデザインを利用できること
- ③ リモコンの制御信号を対象の家電機器に精度よく届けること
- ④ リモコンの制御信号を一元集約できること

これらの要件を満たすために、本論文では、無線通信可能なモバイル端末(以後、モバイル端末と呼ぶ)とリモコン信号プロキシ(以後、RCプロキシと呼ぶ)を用いた家電制御システムを提案する。図1に本システムのアーキテクチャを示す。RCプロキシは無線送受信機能と赤外線送出機能を備えており、制御信号処理機能はモバイル端末から受信した家電機器の制御信号を、操作対象の家電機器が無線対応家電機器である場合は無線で、操作対象の家電機器が赤外線対応家電機器である場合は赤外線を送信する役割を担っている。これにより、赤外線受信対応の家電機器及び無線受信対応の家電機器の両方を操作できる(要件①)。加えて、モバイル端末から家電機器に制御信号が届かない頻度を低減できる(要件②)。なぜなら、モバイル端末とRCプロ

キシの間を無線通信することによって、無線の届く距離ならばユーザがどのような方向を向いて操作をしても制御信号は RC プロキシまで届くからである。ただし、RC プロキシと赤外線受信対応の家電機器との間での制御信号が届かない頻度を低減するために、RC プロキシと家電機器の相対的な位置を考慮する必要がある。これは家庭内の家電機器の配置に応じて RC プロキシのハードウェアを設計することで対応できる。詳細は 4.2 節で述べる。

また、本システムは 1 つのモバイル端末で各家電機器を操作できるので、各家電機器への制御信号をモバイル端末内部のメモリに一元集約できる (要件③)。このリモコン操作ログは時刻と操作対象の機器と制御信号が対応づけられて保存される。ただし、リモコン操作ログは家電機器の実際の状態ログではないので、リモコン操作ログから各家電機器の状態ログを推定する機能が必要となる。詳細は 4.4 節で述べる。

モバイル端末に無線通信機能を用いてインターネットと接続し、各家電機器に対応したリモコンアプリケーションをダウンロードして利用できるようにする。このリモコンアプリケーションには各家電機器の操作に適したボタン配置やボタンのラベルにでき、赤外線ユニバーサルリモコンのような不適切なインターフェースデザインに伴う操作性の低下を防げる (要件④)。

4. RCプロキシを用いた家電制御システム

4.1 システム構成

3 章で述べたアーキテクチャを実現するシステム構成について述べる (図 2)。RC プロキシは一般的な家庭内無線 LAN と接続できるように Wi-Fi 通信機能と家庭内の赤外線対応の家電機器を操作できるように赤外線発光機能を持つハードウェアとする (図 3)。そしてモバイル端末として Wi-Fi 通信可能なスマートフォンを用いる。操作対象の家電機器を赤外線対応の家電機器と Wi-Fi 対応の家電機器とする。こうすることで、既存の家電機器とスマートフォンを利用でき、ユーザは RC プロキシを導入するだけで本システムを構築できる。また、スマートフォン内部のメモリに蓄積されたリモコン操作ログはユーザがリモコン操作ログ解析サーバに送信することで、状態ログへ変換される。このシステムを実現する際のポイントは下記の 3 点であり、以降詳細に述べる。

- RC プロキシのハードウェアの設計
- 赤外線制御信号フォーマットの規定
- リモコン操作ログ解析サーバによる各家電機器の状態ログの推定

4.2 RCプロキシのハードウェアの設計

RC プロキシを家庭内の部屋に導入するにあたり下記の要件を満たすように RC プロキシのハードウェアの設計を考える必要がある。

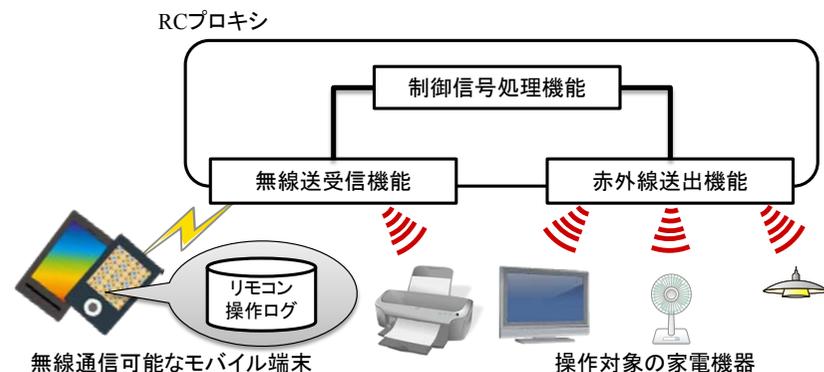


図 1 家電制御システムのアーキテクチャ

Figure 1 An architecture of the proposed system to control household electrical appliances

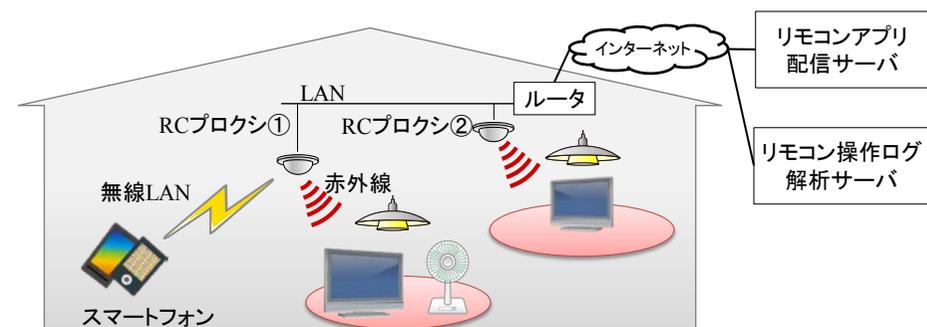


図 2 家電制御システムのシステム構成

Figure 2 A system structure of the proposed system to control household electrical appliances



図 3 RC プロキシのハードウェアの例

Figure 3 Examples of the remote control proxy

- (1) RC プロキシを赤外線対応の家電機器に届く位置に設置できること
- (2) 部屋のデザインもしくは家電機器のデザインにできる限り影響を与えない位置に RC プロキシを設置できること
- (3) 部屋のレイアウト変更柔軟に対応できること

(1) (2) の要件を満たすために、見通しのよい天井から赤外線信号を部屋内の家電機器に送出できるシーリングライト一体型 RC プロキシ (図 3 (A)) を試作した。この装置は赤外線送出モジュールを 8 つの方向に装着することで、赤外線の到達範囲を広げており、シーリングライトのライトに供給する電力を用いることができる。しかしながら、部屋に必ずしもシーリングライトがあるとは限らない。そこで (1) (2) だけでなく (3) を満たすために、デジタルフォトフレームやインターネットラジオプレーヤとして使われる小型端末に赤外線発光機能を搭載した装置を試作した (図 3 (B))。持ち運びしやすく、部屋ごとに使い易い位置に設置できる利点がある。ただし、この装置は赤外線が届かないエリアが存在するため、設置場所によって RC プロキシから各家電機器に赤外線が届かない危険性をもつ。そこで、家庭ごとに家電機器の配置や RC プロキシの設置可能な状況そして利用ユーザの好みに応じて、RC プロキシのハードウェアを選択し設置することを前提とする 5 章での実験では図 3 (B) を用いた。

4.3 赤外線制御信号フォーマットの規定

メーカーや機種によって赤外線による制御信号のフォーマットが異なる。図 4 の左図のようにリモコンと家電機器の関係が一对一対応であれば、各リモコンから各メーカーによって規定されたフォーマットの赤外線制御信号を送信すればよい。しかし、本システム (図 4 の右図) のように、リモコンと家電機器の間を仲介する RC プロキシを用い、かつ RC プロキシは異なるメーカーの家電機器を操作できるようにする場合、リモコンから RC プロキシへ何らかの形で家電を制御する情報を伝達する必要がある。2 種類の情報の形態が考えられる。1 つは操作対象のメーカーとそのメーカーの家電機器に対する操作の種別を組み合わせた形態である。例えば、「A 社+電源」や「B 社+音量アップ」などがあげられる。もう一方は、赤外線の制御信号を信号レベルで捉えたデータ配列に置き換えたものを利用する形態である。前者の場合、受け取った情報を RC プロキシが解釈して赤外線制御信号に変換する必要があり RC プロキシに負荷がかかる。加えて、その処理を行うために、各メーカーの制御信号の情報を前もって蓄積するため、メモリなどのリソースに影響を与えたり、新たな機器追加の度にその機器の制御信号の情報を更新する必要があるなどの操作が必要となる。新しいフォーマットの赤外線の制御信号が必要な場合、随時、蓄積する情報をアップデートする手間も生じる。一方、後者であれば、受信した制御信号をその配列の通りに赤外線を発光すればよく、RC プロキシの負荷が少ない。そこで本研究では後者の方式を採用した。以下、赤外線制御信号フォーマットの規定方法について述べる。

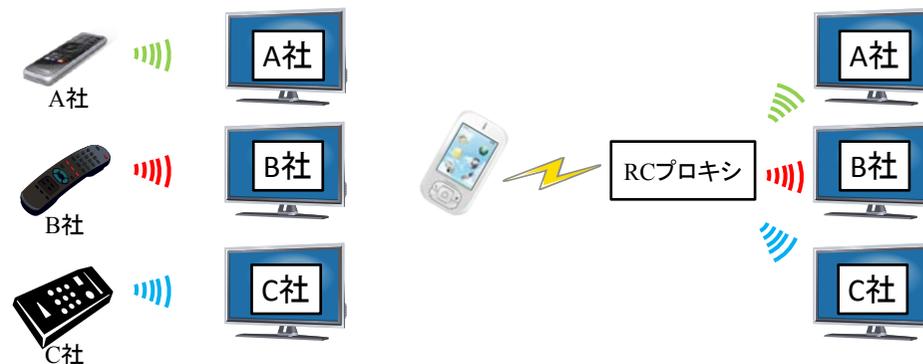


図 4 従来の家電操作と提案システムの家電操作の違い
 Figure 4 A difference between a conventional system and the proposed system

多くのリモコンの赤外線信号は、図 5 のようなパルス信号の波形により伝送されている。図中、H1, H2...は赤外線が発光されている時間 (発光時間長), L1, L2...は発光されていない時間 (非発光時間長) を示している。この発光している Hn の部分や発光していない Ln の部分、あるいは Hn と Ln の両方に着目し、その時間長で 0/1 を識別している。そこで、発光時間長と非発光時間長をデータ配列とし、先頭にその全体個数を示すようなデータ記述フォーマットを規定した。

<データ記述フォーマット>

データ個数, Hn 時間長, Ln 時間長, ...

- ・データ個数: 自身を入れたデータ数
- ・Hn 時間長: n 番目の発光時間長 (μsec)
- ・Ln 時間長: n 番目の非発光時間長 (μsec)

このような記述方法により、任意の赤外線制御信号のフォーマットでも記述することが可能となる。図 6 はある 3 社のテレビの電源操作の赤外線制御信号を規定したデータ記述フォーマットで示したものである。本システムで収集した、あるテレビ (図 6 の A 社) のリモコン操作ログを図 7 に示す。日付、時刻の後に続くデータ列が赤外線制御信号となっている。図 6 の A 社の赤外線制御信号と同じデータ列が、図 6 の 1 行目にも記録されていることから、1 行目の操作内容は電源ボタンが押されたことが分かる。

4.4 各家電機器の状態ログの推定

本システムによって収集された各リモコン操作ログは「いつどのボタンが押された

か」についての情報のみであり、そのボタンを押した結果、機器の状態がどのように変化したのかまではわからない。例えば、テレビのリモコンで「電源」ボタンを押したというリモコン操作ログだけでは、テレビが ON になったのか OFF になったのかを判別できない。また、チャンネルの「1」ボタンが押されたら 1 チャンネルが選局されたと判断できるが、数字ボタンではなくチャンネル選局の上下ボタンを押された場合はそのボタンの情報のみではチャンネルの状態が把握できない。この問題を解決するために、各家電機器のボタン操作に対する状態変化を状態遷移表に整理し、この状態遷移表を利用することで家電の状態を推定することを考えた。つまり、状態遷移表とリモコン操作ログを照合しながら、リモコン操作ログから家電機器の状態ログを推定する。(表 1)。

4.5 提案システムの設定から操作の流れ

システムの設定から家電機器の操作までの流れを説明する。

1. 設置する全ての RC プロキシを家庭内の無線 LAN に接続
2. スマートフォンを家庭内の無線 LAN に接続
3. 操作対象の家電機器に対応したリモコンアプリをスマートフォンにインストール
4. 操作したい家電機器に制御信号が届く RC プロキシをリモコンアプリに設定
5. 操作したい家電機器の数だけ 3~4 の作業を実施
6. 操作対象の家電機器のリモコンアプリを起動し、操作
7. アプリケーションの選択によって操作対象の機器を変更

次節で本システムの操作性及び操作ログの収集精度を計測するために行った実験について報告する。

5. システム評価

5.1 実験目的

Wi-Fi 通信可能なモバイル端末と RC プロキシを用いた家電制御システムによる家電機器の操作性及びリモコン操作ログの収集精度を評価する実験を行った。実験では、操作対象の家電機器に最も複雑な操作を要するデジタル TV を対象とした。

5.2 被験者

日常生活で頻繁にデジタル TV を利用する東京都の 5 世帯を集めた。各世帯に本システムを配布し、日常生活で利用しているデジタル TV の操作を、本システムで提供された無線通信可能なモバイル端末で利用してもらった。各世帯の家族構成と、操作対象のデジタル TV のメーカー及び機種を下記に示す。

- 世帯 A : (父 42 歳, 母 33 歳) (PANASONIC 37Z3500)
- 世帯 B : (父 52 歳, 母 47 歳, 長男 19 歳, 次男 17 歳, 長女 12 歳) (東芝 REGZA Z7000)

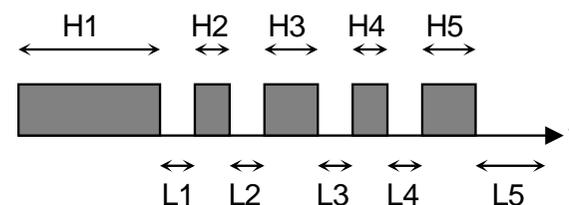


図 5 赤外線制御信号の波形イメージ

Figure 5 a wave pattern of an infra-red signal

A社	50,357,163,54,32,54,119,56,30,54,32,54,33,53
B社	50,349,160,46,42,43,122,43,42,43,122,43,42,4
C社	34,914,437,69,44,69,44,69,44,69,44,69,44,69,4

図 6 各社の赤外線制御信号の違い (“電源”ボタンの場合)

Figure 6 Different of each maker's infra-red signal

2010/02/08, 23:07:31,	50, 357, 163, 54, 32, 54, 119, 56, 30, 54, 32, 54, 33, 53, 33, 54, 32, 54, 32, 57, 30, 53, 33, 54, 32, 56, 30, 54, 33, 53, 119, 56
2010/02/08, 23:07:32,	50, 358, 163, 53, 33, 56, 117, 54, 33, 53, 33, 53, 33, 54, 32, 54, 33, 53, 33, 54, 32, 54, 33, 53, 33, 54, 33, 53, 33, 53, 120, 5
2010/02/08, 23:07:40,	50, 362, 160, 54, 32, 57, 116, 54, 32, 57, 30, 53, 33, 54, 32, 54, 32, 54, 33, 53, 33, 54, 32, 54, 32, 57, 29, 54, 33, 56, 116, 4
2010/02/08, 23:07:43,	50, 362, 160, 54, 32, 57, 116, 54, 32, 57, 30, 53, 33, 54, 32, 54, 32, 54, 33, 53, 33, 54, 32, 54, 32, 57, 29, 54, 33, 56, 116, 54
2010/02/08, 23:07:47,	50, 362, 160, 54, 32, 57, 116, 54, 32, 57, 30, 53, 33, 54, 32, 54, 32, 54, 33, 53, 33, 54, 32, 54, 32, 57, 29, 54, 33, 56, 116, 54
2010/02/08, 23:07:49,	50, 362, 160, 54, 32, 57, 116, 54, 32, 57, 30, 53, 33, 54, 32, 54, 32, 54, 33, 53, 33, 54, 32, 54, 32, 57, 29, 54, 33, 56, 116, 54

図 7 規定された赤外線制御信号フォーマットで収集したリモコン操作ログの一部

Figure 7 A part of remote controller operation logs collected by prescribed infra-red signal format

表 1 状態ログへの変換

Table 1 Translation from remote controller operation log to state log of appliances

リモコン操作ログ		状態ログ	
時間	押下されたボタン	電源の状態	視聴番組
2011/2/8 22:43:46	電源	電源 ON	
2011/2/8 22:44:13	デジタル-3CH	電源 ON	地デジ 3ch
2011/2/8 22:44:18	デジタル-6CH	電源 ON	地デジ 6ch
2011/2/8 22:54:23	チャンネル-アップ	電源 ON	地デジ 7ch
2011/2/8 22:54:32	チャンネル-アップ	電源 ON	地デジ 8ch
2011/2/9 23:33:45	電源	電源 OFF	地デジ 8ch

- 世帯 C : (父 43 歳, 母 42 歳) (PANASONIC 32A950L)
- 世帯 D : (父 33 歳, 母 33 歳) (東芝 TH42PZ80)
- 世帯 E : (父 46 歳, 母 43 歳, 長男 16 歳, 次男 13 歳) (東芝 TH-P42G2)

5.3 実験装置

各世帯に設置された具体的なシステムについて述べる(図 8). RC プロキシとして, 無線 LAN デバイスである Chumby[6]に赤外線 LED を加え, 家電機器を操作するための制御信号を送出できるように改造した装置を用いた. 家電機器の操作端末として, 第 3 世代の iPodTouch を使い, 各世帯で使われているデジタル TV に合わせたリモコンアプリケーションを前もってインストールしておいた. 普段利用しているリモコン端末と同じ配置にキーが配置され, キーが表示しきれない部分はフリック操作により画面をスクロールできるようにした(図 8). つまり, 普段利用しているリモコンの機能は全て利用できるようにした. ユーザが押したボタンの制御信号と操作時間はリモコン上に蓄積され, リモコンアプリの画面上にあるログ送信ボタンを押すと, 収集したリモコン操作ログがネットワーク上のデータベースに送信される.

5.4 実験手順

各世帯の代表者に 5.3 節で述べた実験装置の設置及び設定方法を前もって説明した. ユーザは実験装置を受け取り, 各自でシステムの設置及び設定を行った. 実験開始後, 普段利用していたリモコンの代わりに配布したモバイル端末を用いて, 普段どおりにデジタル TV を利用してもらった. 1 日 1 回, ログ送信ボタンを押下し, データベースにリモコン操作ログをアップデートしてもらった. 実験期間は 22 日間であった.

本システムによって得られたリモコン操作ログの収集精度を検証するためには, ユーザが視聴した番組に関する情報が必要である. 本実験では, 各世帯の番組表雑誌を配布し, 対象となるデジタル TV で視聴した番組をチェックしてもらった.

5.5 実験結果

各世帯から収集された番組表雑誌から得られた各ユーザの視聴番組の履歴を世帯ごとに統合することで, 実験の対象となったデジタル TV で視聴された番組の履歴(以後, 正解データと呼ぶ)を作成した. 次に, リモコン操作ログを 4.4 節で述べたように, 各家電機器のボタン操作の状態遷移表に基づいて状態ログを生成した. 評価方法として捕捉率を定義した. 捕捉率とは, 正解データの中に状態ログで示される番組がどの程度存在するかを示した指標である. 正解データと状態ログを比較して得られた捕捉率を表 2 に示す.

5.6 考察

推定した状態ログの精度は高くなかった. そこでリモコン操作ログを精査した結果, 電源の制御信号が連続して複数存在することが多く発生していることがわかった. この電源の制御信号の数は合わない原因は電源ボタンを押してからデジタル TV にその制御信号が届いて反応するまでの間で制御信号が失われたことが原因と考えられる.

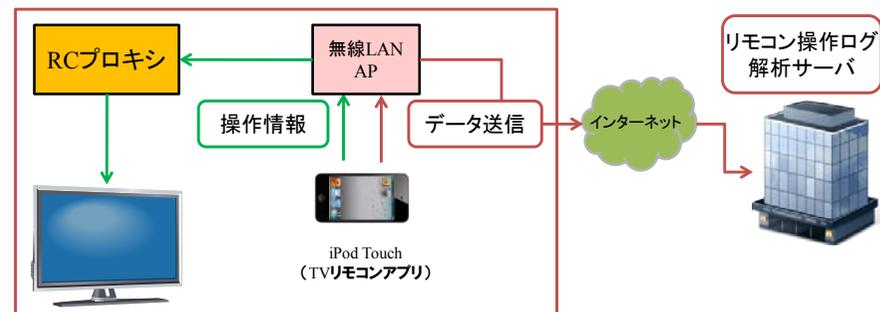


図 8 実験システム

Figure 8 An experimental system



図 9 リモコンアプリと表示画面

Figure 9 A remote controller application and display of the application



図 10 システムの設置例

Figure 10 an example of setting the proposed system

この問題を解決するために、電源の ON/OFF の状態を推定するルールベースのアルゴリズムの適用を考えた。具体的には下記の三つのルールにより、リモコン操作ログを補正する。補正したリモコン操作ログから状態ログを推定する。

- A) リモコン操作ログの中に連続して電源の制御信号が存在し、かつその間隔が短い（本実験では 15 秒に設定）場合は、1 つの制御信号とみなす。このとき、制御信号の時刻は対象とする電源の制御信号の中で最後の時刻に設定する。間隔の設定時間以外の全ての電源の制御信号に対してこのルールが適用される。
- B) 電源 OFF 状態で、30 秒間以内に電源の制御信号以外の制御信号が送信されている場合は電源 ON 状態に変更する。
- C) 電源 ON 状態で制御信号が追加されるたびに、次の制御信号までの時間間隔を計測し、その時間間隔が 6 時間以上の場合、追加される前の制御信号の時間で電源 OFF 状態にする。

上記のルール A、ルール B、ルール C をこの順番でリモコン操作ログに適用し、その後、状態遷移表に基づいてリモコン操作ログを状態ログにしたときの捕捉率の結果を表 3 に示す。また表 2 と表 3 を比較した結果を図 11 に示す。補正ルールを加えた方が、捕捉率は高くなった。

次に電源の制御信号の数が増えた原因について考察する。被験者に行ったアンケートの中に、タッチスクリーンによるボタン操作は押した感覚がないため何度も同じボタンを押してしまうことがあったことや電源を押してからデジタル TV の反応が遅いため、何度も電源ボタンを押してしまったことが記述されていた。これはシステムの反応性を改善することで解決できると考えられる。

捕捉できた範囲で確認することができたユーザの視聴傾向について述べる。番組表に視聴番組を記入する際にすべて視聴した番組かそれとも一部のみ視聴した番組かも並行してチェックしてもらった。ザッピングの回数が少ない場合は、すべて視聴した番組となる傾向があった。逆に、ザッピングが多い場合は、一部のみ視聴した番組を選択する傾向があった。このことからザッピングの頻度が少ないほど番組に対する興味度が高いことを示唆していると考えられる。また、番組はつけっぱなしであっても、ユーザがそれを視聴したと認識していないケースも存在し、その番組の選択の前にはザッピングが行われている傾向があった。現状の捕捉率であっても、このように本システムはユーザの傾向を考察するのに有効である。

その上で、より捕捉率を高めるためには、制御信号がデジタル TV に届かないことで影響を受けやすい操作であっても捕捉できるようにすることが好ましい。例えば、電子番組表やミニ番組表を用いた視聴番組の選択する操作や入力切替操作である。これらの操作はメニュー上のカーソルを動かし、選択したい項目で決定ボタンを押す操作であり、制御信号を見失うことでカーソルの移動先も見失う。電源の ON/OFF の状態推定よりも複雑であり、今後の課題と考える。

表 2 状態遷移表に基づいて状態ログ作成したときの捕捉率

Table 2 A capture rate when making state logs based on a state transition table
 (% (正解データ内に状態ログの視聴番組が存在した数/正解データの視聴番組数))

世帯 A	世帯 B	世帯 C	世帯 D	世帯 E
74% (125/170)	51% (111/219)	40% (59/147)	51% (89/173)	67% (153/228)

表 3 補正ルールを加えたときの捕捉率

Table 3 A capture rate when adding correction rules
 (% (正解データ内に状態ログの視聴番組が存在した数/正解データの視聴番組数))

世帯 A	世帯 B	世帯 C	世帯 D	世帯 E
88% (150/170)	94% (206/219)	73% (107/147)	81% (140/173)	84% (192/228)

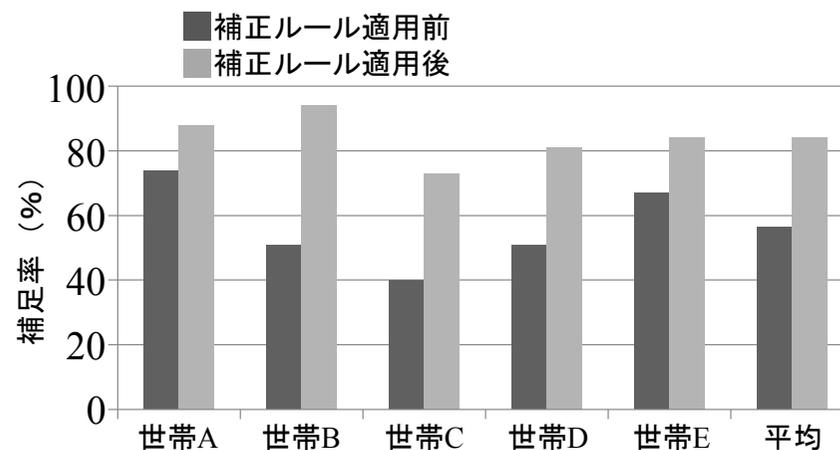


図 11 捕捉率の比較

Figure 11 A comparison of capture rates

本システムの操作性に関するアンケート結果について述べる。デジタル TV にリモコンを向けなくてよい点、小型で持ち運びが便利な点が受け入れられた。一方で、本人が意識していないところでボタンを押してしまう点、感触がないため、何度もボタ

ンを押ししてしまう点、及び持ったらすぐに利用できる通常のリモコンと比べて、画面を立ち上げ、アプリを選択し、その上でボタンを押す操作が使いづらい点が指摘された。今後は、リモコンアプリは初期画面上でも利用できるように設定できるなどのスマートフォンに合わせたインタフェースデザインを検討していく必要がある。

本システムの設置及び設定に関して各世帯に行わせた結果、問い合わせなく設置及び設定できた。ただし、電源供給する場所に困ったというアンケート記述があった。バッテリーで長期間対応できることが求められる。

6. おわりに

ユーザに負担をかけることなく、好みや状況に応じた家電制御を可能とするアンビエントな家電操作環境の実現するために、様々な家電をユーザの負担がなく操作でき、ユーザの操作履歴からユーザの好みや状況を把握する方法と、好みや状況に応じたさりげない家電操作をレコメンドできる方法の確立が必要性を述べた。本論文では、前者の方法を実現する手段として、リモコンとしての無線通信可能なモバイル端末とリモコン信号プロキシを用いた家電制御システムを提案した。提案したシステムを実際に各世帯に配布し、本システムのリモコン操作ログの収集精度を評価した。推定機能を組み込むことで高い精度の状態ログを得ることができた。

謝辞 実験の準備、実施及び実験データの分析にご協力頂いた構造計画研究所の皆様、そして被験者として実験にご協力頂いた皆様に、謹んで感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 渡部智樹, 青木良輔, 井原雅行, 小林稔, 阿部匡伸: 「リモコン信号プロキシ」を用いた機器操作ログ収集システム, 電子情報通信学会技術研究報告 LOIS, 23-28, 2010
- 2) Abe, M., Morinishi, Y., Maeda, A., Aoki, M., and H. Inagaki: A Life Log Collector Integrated with a Remote-Controller for Enabling User Centric Services, IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. 55, No. 1, pp. 295-302, (2009).
- 3) 中道上, 上野秀剛, 安藤昌也: IrRC-Logger: ユーザの意図分析を目的としたリモコン操作記録システム, インタラクション 2007 論文集, Vol.2007, No.4
- 4) 中道上, 上野秀剛, 安藤昌也: IrRC-Logger: リモコン操作履歴に基づく実験的ユーザ行動分析, インタラクション 2009 論文集, 2009
- 5) 渡部智樹, 青木良輔, 小林稔, 阿部匡伸: リモコン操作時間間隔に着目した TV 番組選択に関する一考察, FIT2010
- 6) Chumby (チャンビー) 日本公式サイト | 株式会社ジークス
<http://www.chumby.jp/>
- 7) Nakamura, Y., Ito, T., Tezuka, H., Ishihara, T. and Abe, M.: PersonalizeTV-program an Recommendation Based on Life Log, IEEE Conf. on Consumer Electronics, 2009

8) 渡部智樹, 小林稔, 阿部匡伸: ユーザの操作を記録し活用するライフログリモコン, NTT 技術ジャーナル 22(7), 16-19, 2010