

# インターネットを用いた 赤外線リモコンによる一般家電遠隔制御

河野 英太郎      †新谷 和司      前田 香織

E-mail: kouno@ipc.hiroshima-cu.ac.jp

広島市立大学 情報処理センター  
〒 731-3194 広島市安佐南区大塚東 3-4-1  
†広島市立大学 大学院 情報科学研究科

## あらまし

家電機器のネットワーク化により、より多くの機器の遠隔制御・監視が可能になりつつある。筆者らも家電機器を対象とする遠隔機器制御プロトコル RACP(Remote Appliance Control Protocol) を提案している。本稿では、多くの家電機器に採用されている赤外線リモコンの遠隔制御に RACP を適用して、多くの一般家電を遠隔制御するシステムについて述べる。まず、システムの設計とプロトタイプシステムの実装について述べ、次に処理のオーバーヘッドに関する評価と操作性についての評価について述べる。また、本稿で用いたシステムと、家電機器のより新しいネットワーク方式である、Bluetooth, IEEE1394 や USB との併用についても言及する。

キーワード 機器制御, インターネット, 赤外線リモコン

## Home Appliance Control System using Infrared Remote Controllers via the Internet

Eitaro KOHNO      Kazushi SHINTANI      Kaori MAEDA

Information Processing Center, Hiroshima City University  
3-4-1 Ozuka-Higashi, Asa-minami, Hiroshima, 731-3194 , Japan

### Abstract

Recently, more and more home appliance can be controlled and monitored remotely through networks like the Internet. We proposed a protocol, RACP (Remote Appliance Control Protocol) to control remote home appliances through the Internet. In this paper, we show an applications of RACP to control infrared remote controllers and its implementation using Java. Also, we show its evaluation from the viewpoint of protocol overhead and user-friendliness. Last, we mention the combination of our protocol and the other remote control specifications like Bluetooth for wireless, IEEE 1394 and USB.

**key words** Remote Control, Network Protocol, Infrared remote controller

## 1 はじめに

現在、家電機器のネットワーク化により、より多くの機器の遠隔制御・監視が可能になりつつある。インターネットを経由した遠距離から機器を操作、情報を得るプロトコルとして、Jini [6], CRCP(Camera Recorder Control Protocol) [2] などが提案され、システムが実装されている。

現在普及している多くの家電機器は本体に内蔵されたボタンによる操作ができるとともに、赤外線リモートコントローラ(赤外線リモコン)により操作可能である。これにより、家庭内の多くの家電機器が操作可能である。また、一つのリモコンで複数メーカー、複数機種 of 機器を制御できるよう開発されたものもある。さらに、PCにRS-232C等でシリアル接続でき、送信信号を制御できるものも開発され、市販されている。

一方、ネットワークを介した各種の機器を遠隔制御する方法の一つとして提案されているCRCP [2] やその拡張であるRACP(Remote Appliance Control Protocol) [3] は、メーカー名、リンク層プロトコル等、機器固有の情報と独立した定義ができることにより、拡張性が高い実装が可能である。CRCPやRACPを用いた遠隔機器制御システムとしては、マルチメディア関連機器(雲台つきカメラ [2], 音声ミキサ [3]), ネットワーク機器 [9] などがある。

本稿では、遠隔機器制御プロトコルとして提案されているRACPについて、赤外線リモコンの制御に適用することにより、家電機器を操作するシステムを設計し、実装方法を提案する。設計システムのプロトタイプを実装し、システムの処理時間、処理オーバーヘッドなどを実験的に計測し、評価した。

## 2 遠隔機器制御プロトコル CRCP(RACP) の概要

インターネットを用いて遠隔機器を制御するためのプロトコルとして、西村らによって提案されているCRCP [2] がある。概要を図1に示す。

CRCPでは、操作する機器をサーバ内のサブユニットとして実現し(例えばTVなど)、一般的な操作方法(例えばチャンネルを変えるなど)を、サブユニットへの操作命令として定義する。被制御機器の制御信号やメーカーに依存する情報は、すべてデバイスドライバが持ち、サブユニットと被制御

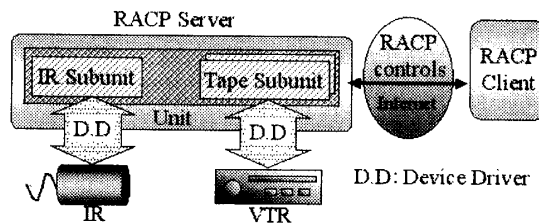


図 1: CRCP(RACP) の概念図

機器との情報のやりとりを行なう。CRCPサーバとCRCPクライアントの間では、サブユニットとその操作命令とがTCPまたはUDPを用いてやりとりされ、クライアント側で機器に依存する情報は意識する必要がない。

RACPはより一般的な機器の操作のためCRCPをベースに開発されつつある。操作モデルなどは図1と同じである。

## 3 学習赤外線リモコン

現在普及している多くの家電機器は本体に内蔵されたボタンによる操作ができるとともに、赤外線リモコンにより操作可能である。これにより、家庭内の範囲で多くの家電機器が操作可能である。リモコンによる各種家電の制御信号は、各家電メーカー間で重複しないように取り決めされている(家電製品協会プロトコル [10],[11])。ただし、現在多くの家電で使用されている赤外線通信は、多くの場合、コントローラから機器に対する命令は単方向でしか流れない。

また、市販されている学習リモコンの中には、PCに接続することにより、複数メーカーの機器や、多様な家電に対応した信号をPCから発生させることができ、機器本来のリモコンからの信号を学習できるものがある。これを学習赤外線リモコンと呼ぶ。

学習赤外線リモコンを遠隔制御することによって赤外線リモコンが利用可能な一般家電の制御が可能となる。遠隔制御可能な学習赤外線リモコンは、普通、数種類の家電機器や、複数のメーカー毎の制御信号情報を持っており、モードを切替えることにより、対象の機器を制御できる。各々の家電機器・メーカー情報に基づく制御信号は、家電製品協会フォーマット [10],[11] を用いることによりお互いに干渉し合わないように取り決められている。

我々の開発したシステムではPCに接続可能な

表 1: RedRat2 で使用される制御信号の例

操作	学習赤外線リモコン用命令
単体テスト	[ B ]
Sony TV Power	[F5EL24AA093412...]

表 2: IR サブユニットの命令体系

サブユニット名	命令	引数
IR	SEND	{command }

学習赤外線リモコンの一つである RedRat2 [7] を用いた。この例では、学習赤外線リモコンと Sony 製 TV の電源操作に対応する信号は、表 1 のようになる。

## 4 遠隔赤外線リモコン操作プロトタイプシステム

本稿で作成したプロトタイプのための設計を次に述べる。

### 4.1 RACP 制御モデルの拡張

操作する学習赤外線リモコンを取り扱うために、RACP で定義されているサブユニットのために新しいサブユニット IR と IR が用いるサブユニット間通信コマンド、データベースを定義する。

表 2 に IR サブユニットの命令を示す。IR サブユニットは、学習赤外線リモコン信号の命令送信コマンド SEND を持ち、引数には送信すべき信号を示すコマンドが代入される。コマンドは取り扱う学習赤外線リモコンの種類によって変わる。

既に実装されている RACP(CRCP) プロトタイプシステムでは、操作機器と RACP(CRCP) サーバとの間は RS-232C など、一対一の接続による実装が多い。その場合、RACP サブユニットとデバイスドライバとの関係は、一対一に対応する。しかし、学習赤外線リモコンの場合、制御する機器が VTR など、既に RACP によって定義されているサブユニットの場合があるが、その場合は被制御機器に対応するサブユニットと内部的な通信を行なう。そのため RACP サーバ内に次の機能を定義する。

#### (1) サブユニット間通信

RACP の通信モデルでは、制御する対象 (TV, など) に対応するサブユニットを、RACP サーバ内に持つことが必要となる。一つのデバイスで、多種の家電を制御することができる。通信媒体を示す学習赤外線リモコンサブユニットと、被制御機器を示す他のサブユニット間での内部的な通信が必要になる。

#### (2) 内部データベース検索

一般に学習赤外線リモコンは、一つの製品で多種のメーカー、機器が制御可能である。この時に用いる送信データのデータベースを検索する機能が必要になる。

### 4.2 サブユニット間通信コマンドの定義

サブユニット間通信の実現のために、RACP の内部コマンドとして新たにコマンド `communicate()` を定義する。

```
communicate(Ssub, Scomm, Dsub, Dcomm);
```

`communicate()` は、下記の 4 つの引数を持つ。

- 通信元サブユニット名
- 通信元サブユニット命令
- 通信先サブユニット名 (本システムでは IR)
- 通信先サブユニット命令

`communicate` コマンドの戻り値は、通信先サブユニット命令に対する引数になるので、単一の文字列または、引数全体を表す、プロトタイプで `communicate` コマンドが使用するデータベースは 4 つの引数に対して一つの文字列を渡すよう実装する。

### 4.3 プロトタイプシステム

RACP に対応した学習赤外線リモコン遠隔操作プロトタイプを実装し、評価を行なった。図 2 にプロトタイプシステムの概念図を示す。

システムは RACP サーバとクライアントから構成される。操作者は図 2 中の GUI(Graphical User Interface) を用いて操作対象を制御する。システムには RS-232C を通して制御可能な学習赤外線リモコンの一つ RedRat2 [7] を用いた。RACP サーバと RedRat2 間は RedRat2 固有の制御プロトコルで通信する。

プロトタイプシステムの開発環境は、下記のとおりである。

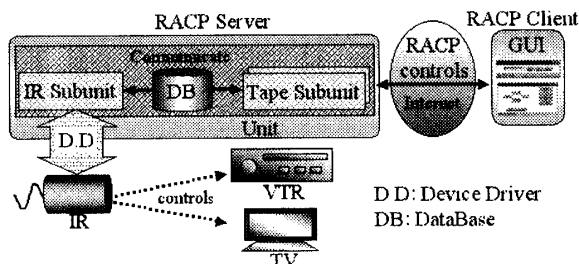


図 2: 学習赤外線リモコン遠隔操作プロトタイプ

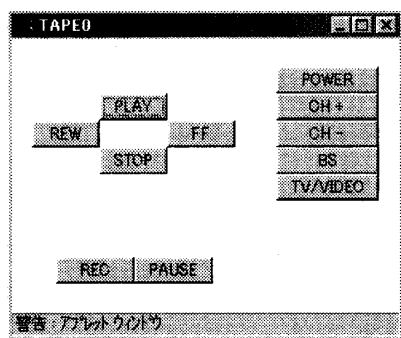


図 3: プロトタイプの GUI(例)

- サーバ
  - OS: FreeBSD 2.2.8-RELEASE
  - 開発言語: gcc 2.7.2.1
- クライアント
  - OS: Windows 98 SE, FreeBSD 3.4-RELEASE
  - 開発言語: JAVA 1.2
- 学習赤外線リモコン
  - RedRat2
- データベース
  - 492 種の制御 (12 社の TV, VTR に関する 492 種の制御情報を格納)
    - 最大 170[Byte/命令], 平均 97[Byte/命令]
    - テキストファイル
    - 検索は AWK script
- 対応機器種別
  - TV (テレビ)
  - TAPE(VTR)
  - IR (学習赤外線リモコン)

#### 4.4 評価実験

実装したプロトタイプについて、ネットワークを用いた場合の遅延時間によりプロトコルのオーバーヘッドとシステムの主観評価を行なった。

表 3: 性能評価実験環境

サーバ	
OS	FreeBSD 2.2.8 RELEASE
CPU	Pentium 75 [MHz]
Memory	128 [MB]
クライアント	
OS	FreeBSD 3.4 RELEASE
CPU	Pentium II MMX 333[MHz]
Memory	256 [MB]
ネットワーク	
Ethernet	10 [Mbps]

##### 4.4.1 性能評価実験

本システムを用いる時に生じる遅延時間を LAN 内の同一セグメント上で測定し、システムの性能指標として用いた。実験に用いた機器を表 3 に示す。学習赤外線リモコン操作に、(a) PC から直接制御信号を送信して行ない、RS-232C と学習赤外線リモコン本体に必須の処理時間を計測する、(b) 従来の RACP モデルに基づき、IR サブユニット単体のみ実装したプロトタイプで GUI を使用せず行なう、(c) (b) に communicate() を実装したモデルに基づき、communicate() を実装したプロトタイプで GUI を使わずに行なう、(d) (c) に GUI を加えたモデルに基づき、プロトタイプの GUI で行なう、各々の場合について、命令を送信してから、デバイスへの信号が送信完了までにかかる時間を各々 50 回計測し以下の (1)~(4) の処理時間を計算した。communicate() が用いるデータベースはプロトタイプシステムと同じものを用いた。

- |                           |         |
|---------------------------|---------|
| (1) RACP のサーバ処理遅延         | (b)-(a) |
| (2) communicate() 部分の処理遅延 | (c)-(b) |
| (3) GUI の実行処理遅延           | (d)-(c) |
| (4) プロトタイプ全体の処理遅延         | (d)     |

実験結果を図 4 に示す。その結果システム全体としてのオーバーヘッド約 290 [msec] の中で、最も処理遅延が大きいのは、GUI(JAVA) の処理遅延で、全体の 55 [%] (160.7[msec]) であった。また、従来の RACP からの拡張部分である communicate の実装部分の遅延は、全体の処理遅延の約 25 [%] (73.6 [msec]) である。人間にとって明らかな遅延とみなされるのは 200[msec]~300[msec] 以上であるので実

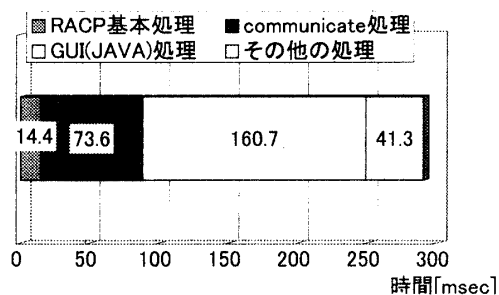


図 4: 性能評価実験結果

表 4: 操作性主観評価実験環境

サーバ	
OS	FreeBSD 2.2.8 RELEASE
CPU	Pentium 75[MHz]
Memory	128 [MB]
クライアント	
OS	Windows 98 SE
CPU	PentiumIII 450 [MHz]
Memory	192 [MB]

用上の問題が発生する可能性は少ない。ただし、データベースの命令数が大きくなると、communicateコマンドのオーバーヘッドは大きくなっていく。

#### 4.4.2 操作性主観評価実験

本システムを使用した場合の操作性について図5に示す Ethernet 10 [Mbps] の場合の同一セグメントのネットワーク(ローカル)とインターネットを経由した環境(リモート)を用い、評価実験を行なった。表4に評価実験で用いた環境を示す。リモート実験での各ホスト間のネットワーク状況を表5に示す。

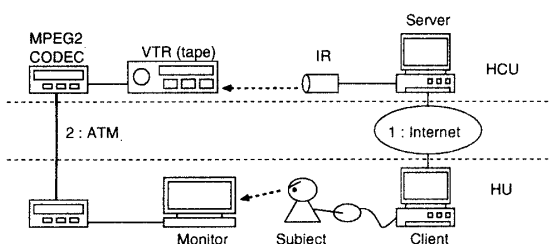


図 5: プロトタイプシステムの主観評価実験環境 (リモートの場合)

表 5: リモート実験でのネットワーク状況

パラメータ名	数値
パケットロス率	0.211 [%]
最大ラウンドトリップ時間	914 [msec]
平均ラウンドトリップ時間	7.69 [msec]

表 6: プロトタイプ操作性主観評価結果

質問内容	ローカル	リモート
(1) 使いやすさ	3.7	4.0
(2) GUI のレイアウト	3.8	3.4
(3) 機器付属リモコンとの比較	3.8	4.0
(4) 遅延時間	3.6	3.5
(5) 状態通知機能	4.4	4.4

被験者はビデオの映像を見ながら本システムを使用し、VTR(Video Tape Recorder) の操作を行なう。ローカルでは、VTRに直結したテレビ映像で、リモートではVTRの映像はMPEG2 CODECと6[Mbps]のATMで送信した(伝送遅延は200~500[msec]程度)。被験者は感想や意見を自由に記述し、複数の項目について"5"を最も良い評価とする5段階で評価した。また、GUIの操作により、機器が操作するまでの時間も測定した。

表6に実験結果を示す。結果よりシステムの操作性に関して不便は生じないという評価が得られた。また、GUIの操作による時間的な遅延はローカルでは約360[msec]、リモートでは約450[msec]になり、今回の実験のようなネットワーク環境では十分利用可能であったが、映像の伝送遅延と制御のタイミングについては検討が必要である。

表6の質問(5)の結果から、状態通知の必要性は高いが、これは現在使用している赤外線通信の方向性に依存している。双方向性の通信プロトコルを用いて機器の状態をサーバからクライアントへ通知することで実現可能である。

## 5 他家電操作プロトコルへの適用可能性

本稿では学習赤外線リモコンの遠隔操作するためのシステムの設計とプロトタイプの実装について報告したが、同様の手法で、現在標準化が進んできている他のプロトコルでも応用可能である。

表 7: 他プロトコルとの機能比較

プロトコル名	複数機器 対応	Plug and Play	双方向
赤外線通信 (IrDA)	○ ○	× ×	× ○
Bluetooth	○	○	○
IEEE1394	○	○	○
USB	○	○	○

一方、家庭内などの近距離で家電機器をネットワーク化する方法としては、IrDA を含む赤外線通信や Bluetooth [5] などの無線のものや、HAVi (Home Audio /Video inter-operability) [4] などで使われる IEEE 1394, USB (Universal Serial Bus)[8] のような有線のものがある。それぞれの規格は、一般的には個々のプロトコル間には互換性がなく、各々の規格毎にコンソーシアムなどの組織を作り、規格の統一が図られている。

表 7 に、本稿で用いた学習赤外線リモコンで使用されている赤外線通信と、他の家電制御プロトコルの機能比較を示す。これらの特徴のうち、複数機器の接続可能性については学習赤外線リモコンの場合と同様である。RACP に他のプロトコルを対応させるには対応するサブユニットを定義し、それぞれのプロトコルが持つ送信信号に対応したデータベースを作成することで可能になる。また、「プラグアンドプレイ」機能は、本稿の手法では考慮されていないので、今後の課題として残っている。

## 6 まとめ

本稿では、既に提案されている RACP を学習赤外線リモコンに対応させるためのモデルの拡張と実装について述べた。また、拡張した仕様を用いたプロトタイプを用いて、従来モデルとの処理オーバーヘッドを計測した。既存の CRCP や RACP では、サーバが管理する機器と、サーバ内のサブユニット、あるいはデバイスドライバとが一對一になっているモデルとして考えられていたが、学習赤外線リモコンでは、一對多の制御を行なうことが必要になる。そのため、モデルの内部にサブユニット間通信を行なう関数を用意し、内部に命令データベースを持つこととした。同様の手法は、無線のプロトコルだけではなく、有線のプロトコルでも適用できる。

## 謝辞

システムの評価実験について、広島大学情報メディア教育センター相原 玲二教授、西村 浩二助手はじめ、広島大学、広島市立大学の学生に協力を頂いた。本研究の一部は、広島市立大学平成 13 年度特定研究 (1803) ならびに、日本学術振興会未来開拓学術研究事業における研究プロジェクト「高度マルチメディア応用システム構築のための先進的ネットワークアーキテクチャの研究」(JSPS-RFTF97R16301E) の支援を受けて行なわれた。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- [1] 新谷 和司, 河野 英太郎, 前田 香織, 西村 浩二, 天野 橘太郎, “遠隔赤外線リモコン制御システムの開発”, 電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集, p. 217, 2000
- [2] 西村 浩二, 太田 昌孝, 前田 香織, 相原 玲二, “インターネット上のマルチメディア機器制御プロトコル”, 情報処理学会論文誌, vol. 41, No. 2 pp. 280-287, 2000
- [3] 前田 香織, 河野 英太郎, 三好 陽子, 西村 浩二, 相原 玲二, “インターネットを利用した遠隔講義のための音声制御”, 教育システム情報学会, vol. 17, No. 3 pp. 329-338, 2000
- [4] HAVi Web site, <http://www.havi.org/>
- [5] The Official Bluetooth Web site, <http://www.bluetooth.com/>
- [6] Jini Web site, <http://www.jini.org/>
- [7] RedRat2 Web site, <http://www.dodgies.demon.co.uk/>
- [8] USB Web site, <http://www.usb.org/>
- [9] 野村 嘉洋, 秋成 秀紀, 西村 浩二, 田島 浩一, 相原 玲二, “遠隔制御プロトコル RACP を用いた無線 LAN 認証システム”, 情報処理学会 DSM 研究会報告, 2001 (印刷中)
- [10] 財団法人 家電製品協会 Web Site, <http://www.aeha.or.jp/>
- [11] 高木 弘之, 中塚 重行, “赤外線リモコンを理解する”, トランジスタ技術, CQ 出版社, vol. 33, No.11, pp. 261-274, 1996