

ネットワークを利用した家電機器遠隔操作機構の構築

多田 謙太郎[†] 大野 浩之[†]

[†] 東京工業大学大学院 情報理工学研究科

概要

家庭やオフィスに導入された家電機器を利用する際、家電機器のユーザインタフェースが統一していない点と遠隔地からの操作ができない点が問題である。本稿では、計算機ネットワークを利用してこの問題点を解決するシステムを考案し C-Pon システム [1] と名付けた。C-Pon システムは、「部屋」という概念を用いて遠隔地での家電機器操作を行なう。各部屋に利用者層、連絡層、管理層と呼ばれる3つの層を用意してユーザインタフェースの統一と遠隔操作を実現する。また、C-Pon システムの一部を実装し、その評価を行なった。本稿では、C-Pon システムの概要について述べる。最後に C-Pon システムの今後について考察する。

C-Pon: Remote Operation of Electrical Equipment via Computer Networks

Kentaro TADA[†] Hiroyuki OHNO[†]

[†] Graduateschool of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology.

abstract

When we are using electrical equipment, there are at least two problems. (1) User interfaces are different for each other even if they have the same function. (2) They can not be used from a distance. We have designed and implemented the C-Pon system to solve these problems. C-pon system introduces a notion called "room" and provides us remote accessibility to electrical equipment. Each "room" has three layers. They are "user layer", "communication layer" and "control layer". The layers provide us to implement common user interface and remote accessibility with ease. The sample implementation and operation of C-pon system have been discussed in the report.

1 はじめに

我々は、さまざまな電気機器を利用することにより生活環境を改善してきた。しかし、筆者らは電気機器を使用する上で2つの問題点があると考える。電気機器のユーザインタフェースが統一されていない点と遠隔地からの操作ができない点である。それで著者らは、この2つの問題点を改善するためのシステムを考案し、C-Pon システムと名付けた。

本稿では、計算機ネットワークを利用した電気機器の遠隔操作機構の構築について述べる。第2章では、電気機器を操作する上での問題点を指摘し、これを解決するために計算機ネットワークの利用が有効であることを述べる。第3章では、C-Pon システムの概要および構成について述べ、

第4章では、C-Pon システムの部分実装と、その試験運用と評価について述べる。第5章では、C-Pon システムの今後の課題について述べる。

なお、本研究が対象とする電気機器は、主に一般家庭やオフィスで利用されるテレビやオーディオ機器、エアコン、電子レンジ等の家電機器である。

2 家電機器操作

さまざまな電気機器が開発され、家庭やオフィスに導入されている。電気機器の利用により我々の生活水準は飛躍的に向上したが、電気機器操作には問題点もある。

本章では、電気機器操作の現状と問題点について述べ、この問題解決方法の1つとして計算機

ネットワークを利用した電気機器操作について述べる。

2.1 家電機器操作の問題点

電気機器は、さまざまな種類の製品が存在し、日常生活のあらゆる場面で利用されている。

しかし、以下のような問題点を改善することで身の回りに存在する電気機器をより快適に利用できる環境を構築できる。

第一に、電気機器のユーザインタフェースが挙げられる。各電気機器は、その製品の種類や製造元の違いにより操作法が統一していない。同種類の電気機器では、基本となる動作はほとんど変わらないが、機器ごとに操作法が異なり利用者への混乱を招いている。また、1つの部屋に複数の電気機器が存在する場合、各電気機器に用意されたユーザインタフェースで別々に操作することは効率が良いとはいえない。例として、リモコンが挙げられる。各電気機器のリモコンには互換性がないものが多く、利用者はそれぞれのリモコンを別々に操作しなければならない。また、リモコンが1つの部屋に複数存在することが多く、利用者に混乱を与えやすい。したがって、あらゆる電気機器を一元に操作するための統一されたユーザインタフェースを提供する必要がある。

第二に、遠隔地から操作できる電気機器があまり普及していない点が挙げられる。遠隔地から電気機器を操作できると例えば自宅のビデオの録画予約を外出先から行なうことができる。また、電気の消し忘れの確認やオフィス等の防犯カメラを外部から操作することなどが考えられる。現在は電気機器の遠隔操作は普及していないが、将来の一般家庭やオフィスには欠かせない機能であると考えられる。したがって、遠隔地からの電気機器の操作を可能にするためには、離れた位置に存在する電気機器を操作するための情報のやりとりを行なう媒体を用意する必要がある。

2.2 計算機による家電機器操作

前節で述べた問題を改善する方法の1つとして、計算機ネットワークを利用する方法が有効である。

第一の問題点を解決するために、計算機から電気機器を操作を行なう。各電気機器に固有な操作法を隠蔽し抽象化したユーザインタフェースを用意する。

計算機から電気機器を操作するためには、計算機と電気機器を接続する必要があるが、これにはいくつかの方法がある。まず、市販されている電気機器には、RS-232C規格のシリアルインタフェースを備えた製品が存在する。これらの電気機器は、シリアルインタフェースを経由して計算機から操作することができる。また、USB(Universal Serial Bus)[2]やIEEE1394[3]等の高速シリアルバスの導入も本格的に進められ、電気機器や周辺機器を計算機と接続し情報交換を行なうための環境が整いつつある。IrDA[4]やX-10[5]を用いた計算機からの電気機器操作も可能である。

次に、第二の問題点を解決するために、電気機器を操作するための情報をやりとりする媒体として計算機ネットワークを利用する。ネットワークを利用すれば、離れた位置に存在する計算機同士での通信を容易に行なうことができ、遠隔地の電気機器操作が可能である。

筆者らは、計算機ネットワークを利用してさまざまな電気機器を一元管理するシステムを提案し、これをC-Ponシステムと名付けた。

3 C-Pon システム

本章では、C-Ponシステムについて述べる。

3.1 システムの概要

C-Ponシステムは、接続された全ての電気機器を同じ操作系によって制御するための統一したユーザインタフェースを提供する。また、計算機ネットワークの利用により、離れた位置に存在する複数のオフィスや研究室で遠隔地からの電気機器操作を可能にする。

C-Ponシステムでは、オフィスや研究室を「部屋」という単位で扱う。部屋の定義を次に示す。

- 全ての部屋は、計算機ネットワークを介して接続される。各部屋は互いに電気機器を操作するための情報のやりとりを行なう。

- C-Ponシステムでは、1つの部屋に複数の電気機器を接続できる。ある部屋に存在する電気機器の管理はその部屋で行なう。
- 電気機器を操作するためのユーザインタフェースはすべての部屋で共通である。利用者は、どの部屋からも同じ操作によって電気機器を操作できる。

C-Ponシステムは、上で定義した部屋という概念によるモデルに従って構成される(図1)

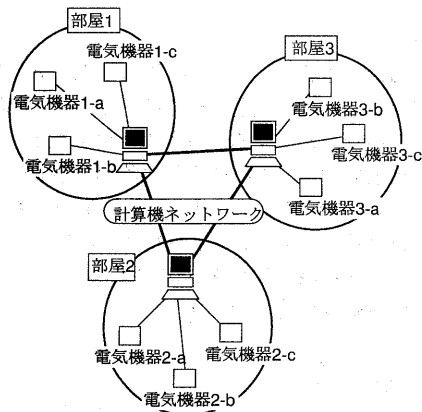


図1: 部屋によるモデル

C-Ponシステムには、複数の部屋が存在し全ての部屋が計算機ネットワークを介して接続している。各部屋には任意個の電気機器が存在し、利用者は互いの部屋から電気機器を操作できる。

3.2 システム構成

前節で定義した部屋によるモデルを実現するための機構として次の3つの層を用意した。

- 利用者に対するユーザインタフェースを提供する機構である「利用者層」
- 利用者と電気機器との間、および各部屋同士の間で情報を中継する機構である「連絡層」
- 1つの部屋でシステムに接続された電気機器すべてを管理、運営する機構である「管理層」

C-Ponシステムでは、すべての部屋が上記3つの層からなる3階層構造をもつ。図2に3階層構造によるシステム構成を示す。

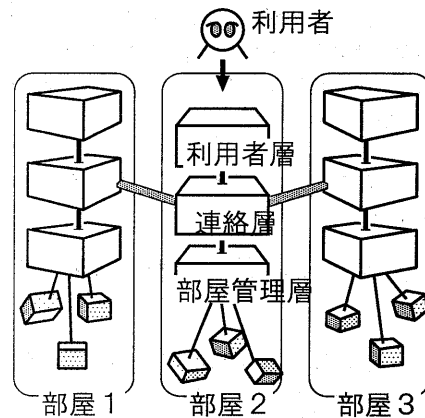


図2: システム構成

以下では利用者層、連絡層、管理層について詳しく述べる。

利用者層

利用者層の役割は、C-Ponシステムに接続された電気機器を操作するためのユーザインタフェースを利用者へ提供することである。利用者は、利用者層を介して電気機器の操作を行なう。また、利用者がある部屋に限らず、他の部屋に存在する電気機器の操作も可能である。逆に、利用者層は電気機器操作に対する応答を利用者に対して出力する。

連絡層

連絡層の役割は、C-Ponシステムで交わされる情報を正しく中継することである。連絡層が中継する情報は次の3種類ある。

- 利用者が電気機器を操作するとき利用者層から管理層へ送られる情報
- 電気機器操作に対する応答を返すときに管理層から利用者層へ送られる情報
- 操作対象の電気機器が別の部屋にあるときある部屋から別の部屋に送られる情報

管理層

管理層の役割は、1つの部屋の中でシステムに接続されているすべての電気機器の管理を行なうことである。管理層で行なわれる作業は、連絡層からの命令に従って電気機器を操作すること、その制御に対する検知を連絡層へ送ることの2つである。これを実現するために、管理層は次の2つの内部構造をもつ。

- 電気機器との通信を行なう部分である「制御部」
- 連絡層との通信を行なう部分である「管理部」

次節では、本節で述べたシステム構成を実現するための実装方法について述べる。

3.3 実装

本節では、利用者層、連絡層、管理層の実装方法について述べる。

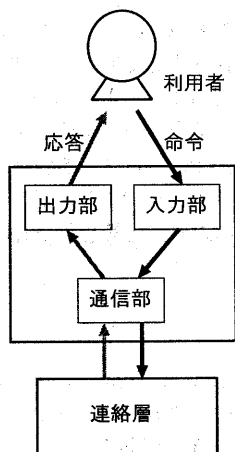


図 3: 利用者層の構成

利用者層

利用者層は、目的の電気機器を操作するために「利用者名」「目的対象の部屋」「操作対象の電気機器」「電気機器への命令」の4つの情報を利用

者から受け取り、連絡層を介して操作対象の電気機器へ情報を送る。

利用者層は3つの内部構造を持つ(図3)。

- 利用者からの命令を受け取る機構である「入力部」
- 制御に対する検知や応答を利用者へ出力する機構である「出力部」
- 連絡層との通信を行なう機構である「通信部」

連絡層

部屋同士の通信のために、各部屋の連絡層は固有の部屋IDを持つ。連絡層は部屋IDの若い順にリスト構造を形成する。最も大きい部屋IDを持つ連絡層は部屋IDが最小の連絡層に接続し、全体でリング構造を形成する。部屋同士の通信の際、連絡層は部屋IDの小さい方から大きい方へ隣り合った連絡層へ情報を送信する。

図4に連絡層の構成を示す。

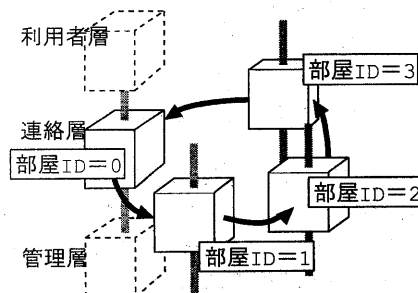


図 4: 連絡層の構成

管理層

管理部は図5に示す構造をもつ。

電気機器の制御は、各電気機器に固有なプロトコルに従うことが多い。このため、制御部を各電気機器に1つずつ用意する。各制御部は、命令テーブルと呼ばれるデータベースを持つ。命令テーブルには、電気機器を制御するための固有な情報が格納されている。

これに対して、管理部は電気機器の数に関係なく1つだけ用意し、連絡層との通信を1か所に限

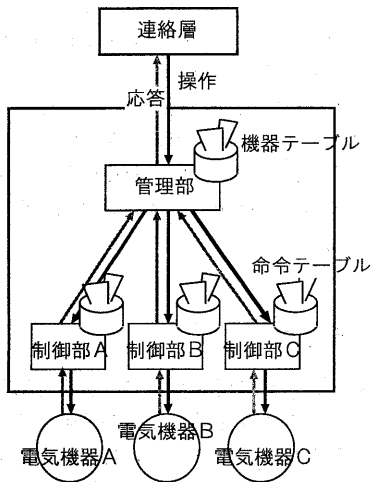


図 5: 管理層の構成

定する。管理部は、機器テーブルと呼ばれるデータベースを持つ。機器テーブルには、部屋に接続された電気機器の情報が格納されている。

連絡層から送られた電気機器への制御情報は、まず管理部が受け取る。管理部は、受け取った情報と機器テーブルから制御対象の電気機器を識別して制御情報を目的の機器の制御部へ送る。制御部は、命令テーブルから受け取った情報を電気機器固有のプロトコルに従って解釈し実際の制御を行なう。

4 試験運用と評価

管理層の実装を行ない、著者らの所属する研究室を対象として試験運用を行なった。

本章では、上記の実装部分の試験運用とその評価について述べる。

4.1 実験内容

今回の試験運用には、実験機材に次の2つの電気機器を用いた。

- RS-232C 規格のシリアルインタフェースを備えたビデオデッキ
- シリアルインタフェースから制御できる電

源制御装置

前者は、NEC製のPV-S98を使用した。後者は、著者らの研究室で開発した最大8つのAC100V電源のON/OFFを制御する装置である。

実験環境を図6に示す。ホストA上で管理部を起動した。ホストB上ではビデオデッキの制御部、ホストC上で電源制御装置の制御部を起動した。

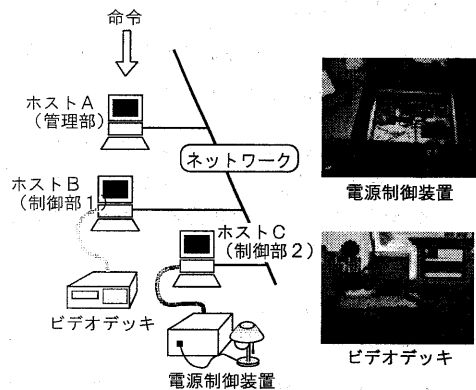


図 6: 実験環境

C-Pon システムでは、管理層と通信するのは連絡層であるが、今回の実験では、telnet クライアントを用いて直接管理層へアクセスし、ホストAの管理部へ機器操作を命令した。命令する操作は、例として次のような命令を実行した。

- ビデオの再生や停止 (ビデオデッキ)
- ランプの点灯や消灯 (電源制御装置)

この結果、管理層管理部および制御部を介した2つの電気機器の操作と操作に対する応答が確認できた。

4.2 評価

管理層は、1つの管理部と複数の制御部から構成される。したがって、部屋内で電気機器がどの計算機に接続されていても連絡層との通信は管理部に限定できる。

それぞれの電気機器に対して別々の制御部を用意するため、システムへの電気機器の追加や削除

を容易に行なうことができる。また、IEEE1394 経由による制御や IrDA による制御のような計算機と電気機器の接続方法が異なるものへの対応が柔軟に行なうことができる。

各制御部は命令テーブルをもっているの、電気機器固有の制御プロトコルを隠蔽することができる。

5 今後の課題

今後、C-Pon システムの実装や運用を行なう上で、次のような課題が考えられる。

- 遠隔地同士では、同じ操作に対して結果が異なる場合があるため、利用者が期待する操作が行なわれない可能性がある。(例. テレビのチャンネル)
- 外部からの不正なアクセスに対処する必要がある。
- 1 つの命令で複数の電気機器を操作できる体系を考える必要がある。
- システムの規模が大きくなった場合、現在の連絡層同士の通信方法では効率が悪い。

これらの課題は、利用者層や連絡層に大きく依存している。今後、上記の課題を考慮した実装を進める必要がある。

管理層に関しては、IEEE1394 や IrDA を利用した電気機器の制御部を実装して幅広い接続方法に対応していく予定である。

また、利用者層の出力部には音を利用した出力も考えられる。stetho システム [6] を利用すると、電気機器からの応答を音で表現することができる。計算機を用いて電気機器の操作を行なうには、「制御」と「検知」が大きな要素になる。しかし、操作に対する電気機器からの応答は機器ごとに異なるため、現在の構成では「検知」の要素が弱い。stetho システムを用いると各電気機器と計算機の通信を観測し、操作に対する検知を音で表現することができる。

C-Pon システムは、電気機器を操作するためのシステムとして開発されているが、システム管理という視点から見ても重要な役割を果たす。大規

模な組織では、計算機を含め電話や FAX、オーディオ機器、ドアの開閉まで全て自動で管理、制御することが望ましい。C-Pon システムを利用すると、大規模組織での機器の一元管理が可能である。また、C-Pon システムは遠隔地からの機器操作を可能にしているため、いくつかの土地に分散して共同作業を行なう組織内での機器管理にも有効である。

6 まとめ

本稿では、日常に普及している家電機器を操作する際の問題点を指摘し、この問題点を解決するために計算機ネットワークを利用してさまざまな家電機器を一元管理するシステムとして C-Pon システムを提案した。

C-Pon システムは統一されたユーザインタフェースを持ち、遠隔地からの電気機器制御を可能にする。システム構成には、利用者層、連絡層、管理層からなる 3 階層構造を用いた。

このうち一部を実装しその評価を行ないその有用性を示した。今後は、実装をより充実させ、システム全体の評価を行なう予定である。

参考文献

- [1] 多田 謙太郎, 大野 浩之. コンピュータネットワークと既存電子機器との協調 -(1) 家電機器の管理, 情報処理学会第 55 回 (平成 9 年度後期) 全国大会講演論文集 (4), pp.364-365, 情報処理学会, 1997.
- [2] Kosar A. Jaff, Universal Serial Bus and the Multimedia PC, Intel Corporation, 1996.
- [3] Michael Teener, A Bus on a Diet - The Serial Bus Alternative, CompCon '92 in February, 1992.
- [4] 高木 弘之, 中塚 重行 トランジスタ技術 11 月号, 赤外線リモコンを理解する, pp.261-296, CQ 出版社 1996.
- [5] 山口 英, UNIX MAGAZINE SNMP(4) SNMP を使った機器制御, pp.53-58, 株式会社アスキー, 1995.
- [6] 多田 謙太郎, 大野 浩之, 成田 哲也, コンピュータネットワークと既存電子機器との協調 -(3) ネットワークの可聴化, 情報処理学会第 55 回 (平成 9 年度後期) 全国大会講演論文集 (4), pp.368-369, 情報処理学会, 1997.