

# Web サービスを用いた従来家電のホームネットワークへの適応

田中 章弘<sup>†</sup> 中村 匡秀<sup>†</sup> 井垣 宏<sup>†</sup> 松本 健一<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 〒 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5

E-mail: †{akihir-t,masa-n,hiro-iga,matumoto}@is.naist.jp

あらまし 本稿では、赤外線リモコンで操作する従来の家電を、ホームネットワークシステム (HNS) に適応させるための枠組みを提案する。マルチベンダ環境での家電の相互接続性を向上するため、提案手法ではサービス指向アーキテクチャ(SOA) の考え方を導入する。まず始めに、外部の PC から家電機器を赤外線で操作するための API を構築する。次に、複数の API 呼び出し系列を、機器の論理機能単位でまとめ、機器の種類やベンダに非依存な Web サービスとして HNS に公開する。公開された Web サービスは、自己完結したコンポーネントとして、ネットワークを介して様々なアプリケーションから利用可能となる。その結果、様々な従来家電を連携した HNS アプリケーションを容易に構築できる。また、本稿では様々なベンダの従来家電を用いて実際の HNS を実装し、有効性の確認を行う。

キーワード ホームネットワークシステム, 従来家電, 連携サービス, Web サービス, サービス指向アーキテクチャ, 赤外線リモコン

## Adapting Conventional Home Appliances to Home Network Systems Using Web Services

Akihiro TANAKA<sup>†</sup>, Masahide NAKAMURA<sup>†</sup>, Hiroshi IGAKI<sup>†</sup>, and Ken-ichi MATSUMOTO<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology 8916-5, Takayama, Ikoma,  
Nara 630-0192 Japan

E-mail: †{akihir-t,masa-n,hiro-iga,matumoto}@is.naist.jp

**Abstract** This paper presents a framework that adapts the conventional home electric appliances with the infrared remote controls to the emerging home network system (HNS). The proposed method extensively uses the concept of service-oriented architecture, which significantly improves the application interoperability among the multi-vendor appliances. We first prepare APIs that allows an external PC to send infrared signals and control the conventional appliances. We then encapsulate the low-level APIs achieving a logical feature of the appliance in a single component. Finally, we export the component as a Web service, which implements a self-contained appliance feature with an open interface. Thus, the proposed method can significantly facilitate the development of HNS applications with the conventional appliances. We also implement an actual HNS with multi-vendor appliances to demonstrate the feasibility to the practical applications.

**Key words** home network, conventional home appliances, integrated services, Web services, service-oriented architecture, infrared remote control

### 1. はじめに

宅内の家電機器やセンサをネットワークに接続し、より便利で快適なサービスをユーザに提供するホームネットワークシステム (HNS) の研究・開発が盛んである [3][10][13]。機器をネットワークに接続することで、宅外も含む広範囲な遠隔操作・監視が可能になる。また、異なる機器を連携することで、複数機器の機能を組み合わせた付加価値の高いサービス (連携サービスと呼ぶ) を実現できる。例えば、TV, DVD プレーヤ, 5.1ch ス

ピーカー, 照明, カーテンを連携制御して、映画館の雰囲気 DVD の視聴が楽しめる DVD シアターサービスを実現できる。

一般的に HNS に接続される家電機器 (ネットワーク家電) には、プロセッサやストレージ, ネットワークインターフェースが組み込まれ、様々な HNS アプリケーションが必要とする機能を提供・実行する。組み込みデバイスの低価格化, 小型化, 省電力化に伴って、将来的には宅内のあらゆる「モノ」がネットワーク化されると考えられている [11]。

しかしながら、現在の一般家庭において、従来使ってきた

HNS 非対応の家電機器（従来家電と呼ぶ）を、全て HNS 対応のものに刷新することは容易ではない。HNS 対応機器がまだまだ高価であること、対応機種に限られること（主に情報家電に集中している）、相互接続性の問題から機器の組み合わせが限定されることといった問題があるからである。また、使い慣れた従来家電をそのまま使い続けたいという要求も考えられる。

こうした問題に対処するため、本稿では従来家電を HNS に適応させる新たな枠組みを提案する。提案手法では、特にマルチベンダ環境での機器の相互接続性を向上するため、サービス指向アーキテクチャ(SOA) [9][12] の考え方を導入している。

まず始めに、赤外線リモコンで制御可能な従来家電を対象に、外部の PC から家電をリモコン操作するための API (Ir-API と呼ぶ) を用意する。一般的に、従来家電のリモコン操作は機器の種類やベンダに大きく依存する。したがって、様々な機器の連携を想定した HNS において、Ir-API をそのまま使用することは実用的ではない。そこで、複数の Ir-API 呼び出し（系列）を機器の論理機能単位でまとめ、機器の種類やベンダに非依存な Web サービス [14] としてネットワークに公開する。公開された Web サービスは、自己完結したコンポーネントとして、ネットワークを介して様々なアプリケーションから利用可能となる。これにより、様々な従来家電の機能を組み合わせた HNS 連携サービスを容易に構築できる。

また本稿では、提案手法に基づいて実際の HNS を構築し、いくつかの連携サービスを実装した。その結果、提案手法が異なるベンダの様々な従来家電に汎用的に適用可能であること、従来家電を組み合わせた実用的な HNS アプリケーションが構築可能であることが示された。

## 2. 準備

### 2.1 ホームネットワークシステム

ホームネットワークシステム (HNS) は、宅内のネットワークに接続された複数の家電機器（ネットワーク家電）から構成される。各ネットワーク家電は、ユーザや外部エージェントがネットワーク越しに制御できるように、制御 API を備えている。この API 呼び出しを実行するため、各機器はプロセッサおよびストレージを持つことが一般的である。

ネットワーク家電間の通信は、専用の家電プロトコルに基づいて行われる。現在、多くの家電プロトコルが標準化されつつあり、代表的なものに情報家電用の DLNA [1] や白物家電用の ECHONET [2] 等が知られている。

しかしながら、これらの標準家電プロトコルは、主に家電間のネットワーク層（アドレス設定、メッセージフォーマット等）を規定するものであり、アプリケーション層における相互接続性を保証するものではない。したがって、現在実用化されている HNS のほとんどは、それぞれ単一ベンダの機器で構成されている（例：[10][3][13]）。また、HNS アプリケーションもベンダが提供するものに限られ、連携可能な機器は未だ限定的である。

マルチベンダの家電をユーザが任意に組み合わせたり、異なる家電プロトコル跨いだ連携サービスを実現するためには、アプリケーションレベルでの標準的な基盤技術の開発が待たれる。

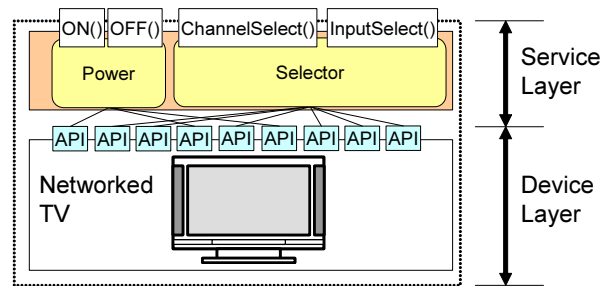


図1 SOA に基づくネットワーク家電アーキテクチャ

### 2.2 先行研究：HNS サービス指向フレームワーク

サービス指向アーキテクチャ(SOA) [9][12] は、ネットワーク上に分散する複数のシステムを柔軟に連携・統合するためのシステムアーキテクチャであり、主に企業システムを対象に研究・開発が進められている。SOA では、各システムの機能をサービスという単位でくりだし、これらの組み合わせでより高度なサービスを組み上げていく。

2.1 で述べた HNS の現状の問題点を改善するため、我々は先行研究において、SOA の概念を HNS に応用する枠組みを提案している [4][7]。図1にネットワーク TV への適用例を示す。この手法では、各ネットワーク家電をデバイス層およびサービス層の2層アーキテクチャで構成する。デバイス層は、ネットワーク家電のハードウェアおよび制御 API を指す。図中の制御 API は、本ネットワーク TV が準拠する HNS プロトコルに従って呼び出し可能である。一方、サービス層は、これらの制御 API を論理的な機能単位でまとめ、自己完結かつオープンなインターフェース（メソッド）を持つサービスとして、ネットワークに公開する。サービス層は、各家電のアプリケーションとして実装され、ストレージに格納される。また、サービス公開にあたっては、Web サービス [14] など標準的な SOA 技術を用いる。

図1の例では、電源の ON や OFF、チャンネル選択など、デバイス層の実装に依存しない TV の必須機能（即ち TV サービス）にアクセスするためのメソッドが公開されている。これらのメソッド定義さえ変更しなければ、サービス層の実装およびデバイス層を自由に更新・置換できる。また、サービスの利用者は、異なる機器のメソッド呼び出しを組み合わせることで、容易に連携サービスを構築できる。このように、SOA の概念を HNS に適用することで、機能の提供側である家電と機能を利用する側のユーザ（またはアプリケーション）とが疎結合され、機器の組み合わせを選ばず、機器の更新に柔軟に対応可能な HNS が実現できる。

ただし [4][7] の手法はネットワーク家電を対象としており、プロセッサやストレージを持たない従来家電への適用可能性は考察していない。また、実際のネットワーク家電を用いた具体的な HNS の実装・評価を行うにはいたっていない。

### 2.3 従来家電の制御アプリケーション

これまでにも、従来家電を外部の PC や携帯電話などから制御するアプリケーションが存在する [5][8]。図2は、赤外線リモコン対応 TV の制御アプリケーションの典型例である。ユー

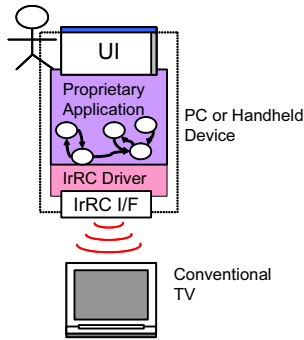


図2 従来家電の制御アプリケーション

が PC(または携帯機器) のユーザインターフェース (UI) を通じて機器の操作を行うと、制御アプリケーションは、赤外線リモコンドライバ (IrRC Driver) を駆動し、赤外線インターフェース (IrRC I/F) を通じて制御対象の機器用へ信号を送出する<sup>(注1)</sup>。

こうした従来家電の制御アプリケーションは、主に人間が単一の機器のみを制御することを目的としており、他のアプリケーションから呼び出したり、ネットワークを介した他機器との連携・統合は想定していない。また、アプリケーションと家電本体が密結合しているため、異なる機種の家電に同じアプリケーションをそのまま使えない。したがって、従来家電を HNS に適応させる目的において、これらの制御アプリケーションをそのまま用いることは難しいと考えられる。

### 3. HNS への従来家電の適応

#### 3.1 要求

我々の目的は、ネットワークインターフェースやプロセッサを持たない従来家電を HNS に適応させることである。本稿では特に、赤外線リモコン対応の従来家電を対象として、以下の要求を満たす枠組みを提案することを目的とする。

**要求 R1:** 任意の家電を組み合わせた連携サービスを容易に開発可能であること。

**要求 R2:** 特殊なデバイスを使うことなく、汎用的な PC および家電リモコンデバイスで実現可能であること。

**要求 R3:** 様々な種類およびベンダの家電に適用可能であること。

2.1 で述べた従来の HNS は、従来家電を収容することを想定しておらず、さらに要求 R1, R3 に未だに課題がある。また、2.2 で述べた我々の手法は、要求 R1, R3 を考慮に入れたものであるが、要求 R2 を満たすことができない。一方、2.3 の制御アプリケーションは、従来家電を対象としているが、複数家電の連携を想定しておらず、要求 R1 を充足できない。

したがって、以上の要求を満たす従来家電の HNS 適応手段として、既存の手法を直接使用することは困難である。

#### 3.2 アーキテクチャ

要求 R1-R3 を充足するために、2.2 で提案したアーキテクチャ(図1 参照) のデバイス層を、家電リモコンおよび従来家電

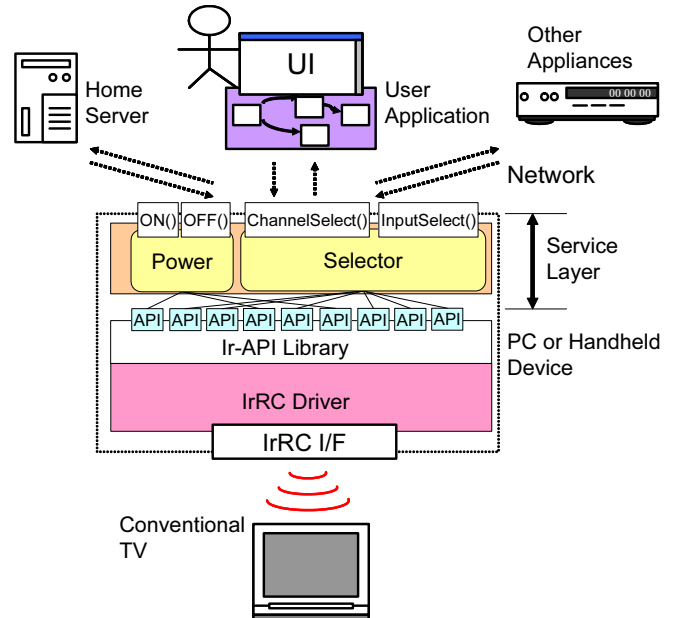


図3 提案する従来家電の HNS 適応アーキテクチャ

で置き換えた新たなアーキテクチャを提案する。図3に、従来型 TV に提案アーキテクチャを適用した例を示す。

まず、PC および PC に接続可能な家電リモコン (または家電リモコンの赤外線信号を送出可能なデバイス) を用意する。この PC 上で、リモコンドライバを駆動するための汎用的なインターフェース (Ir-API と呼ぶ) を実装する。次に、これらの Ir-API を組み合わせて機器の論理的な機能を実装する。最後に、これらの機能を Web サービスとしてネットワークに公開する。この時点で、従来家電は Web 越しに利用可能な、自己完結したコンポーネントとなる。

連携サービスやユーザアプリケーションは、公開された Web サービスのメソッド (Web-API と呼ぶ) を呼び出すクライアントアプリケーションとして実装される。この時、機器の種類やベンダ毎に異なるリモコン実装は、サービス内にカプセル化される。サービスの利用者は、単純に Web-API を任意の制御フローに基づいて実行するだけで、機器の様々な論理機能を組み合わせて実行できる。また、異なる機器のメソッドを組み合わせ呼び出すことで、容易に連携サービスを構築できる。

#### 3.3 赤外線リモコン制御 API (Ir-API)

一般的に、従来家電は以下のように操作される。ユーザがリモコンでボタン操作を行うと、リモコンから押されたボタンに対応した信号が送出される。機器は、信号を受信し、その信号に応じた機能 (処理) を実行する。よって、通信の仕組みは非常に単純であるが、信号と機能の対応付けは機器のベンダ毎にまちまちであり、送出される信号も機器の種類によって異なる。したがって、機器依存・ベンダ依存のリモコン信号を、上位からうまく切り替えて制御できるように、リモコンドライバの汎用的なラッパインターフェースを準備する。

Ir-API は、機器依存・ベンダ依存のリモコン信号を、上位のサービス層からうまく切り替えて利用可能とするための、リモコンドライバの汎用的なインターフェースを提供する。これは、

(注1): デバイス間のデータ交換に使用される IrDA と家電リモコン (上記 IrRC) は、ともに赤外線を用いるが、両者は別物で互換性がない。

```
public void On(void) {
    電源 ON の信号を送信;
    sleep(2); /*2 秒スリープ*/
}
```

図4 TVの電源ONサービスメソッドの例

```
public void setVolume(unsigned int x) {
    if (電源==OFF) On();
    for (一定時間繰り返し) { /*音量レベルを最小化*/
        音量下信号を送信;
    }
    for (;x>0;x--) { /*x 回音量を上げる*/
        音量上信号を送信;
    }
}
```

図5 TVの音量設定サービスメソッドの例

制御する機器(この例の場合TV)に特化したものではなく、リモコンの初期化、信号種のセット、信号の送出開始、停止、スリープといったリモコン信号の送出制御を行うための、低レベルかつ汎用的なAPIである。

#### 3.4 サービス層における自己完結した機器機能の実現

Ir-APIで提供される機能は、リモコンを制御するための低レベルなものであり、必ずしも制御対象の家電の機能と1対1に対応しない。また、リモコン操作は、家電の機種やベンダに依存する。したがって、Ir-APIの一つ一つを直接HNSに公開すると、利用者側が対象家電の仕様や実装を意識しなければならなくなり、HNSにおけるコンポーネントとして非常に利用しづらくなる。

そこで、Ir-APIの呼び出し系列を機器の論理的な機能単位でまとめ、自己完結したサービスメソッドとしてまとめる。ここで自己完結というのは、それ単独で完結した機能を達成するという意味である。つまり、各サービスメソッドは、他のメソッドに依存せず常に単独で実行可能であり、かつ、機器の1つの論理機能を実現するように設計・実装されることが望ましい。

例えば、あるTVは、電源をONした後ハードウェアが完全に起動するまでの2秒間、他のリモコン信号を受け付けないという仕様になっていたとする。この場合、TVのONメソッドは、図4のような擬似コードで実装すべきである。図4最後のsleep(2);は、2秒待つことで、この後実行されるかもしれない別メソッドに影響を与えない(依存しない)ように配慮している。すなわち、On()メソッドは、それ単独でこのTVのONという機能を完遂するように設計されている。

また、一つの機能が複数のリモコン操作を要する場合には、互いに依存するIr-API呼び出しを一つのメソッド内にカプセル化するべきである。図5に示す例は、あるTVの音量レベルを、与えられたレベルxに設定するサービスメソッドである。通常TVの音量は、人間が現在の音量を画面で確認しながら、相対的に調整するものである。しかし、ここではアプリケーションが自動設定する必要がある。そこで、まず音量を最低まで絞った

```
DVD.ON();
TV.On();
TV.setInput(DVD);
Curtain.On();
Curtain.Close();
Light.ON();
Light.setBrightness(1);
Speaker.On();
Speaker.setInput(DVD);
Speaker.setChannel(5.1);
Speaker.setVolume(20);
DVD.play();
```

図6 連携サービスの例(DVDシアターサービス)

後、与えられたレベル回だけ音量を上げる信号を送るという複数のIr-API呼び出しで実現する。また、音量調節はTVがONになっていないと機能しないため、電源に依存している。したがって、OFFの場合は図4のOn()メソッドを呼び出すことで、自己完結を達成している。

#### 3.5 状態取得サービス(付加サービス)

HNSのアプリケーションによっては、機器の現在状態を取得して、状態に応じたアクションを起こすようなサービスも考えられる。例えば、TVがOFFになったらDVDの再生をストップするといった省エネサービスも考えられる。しかしながら、ユーザと従来家電との間の通信は、基本的にリモコンから機器への一方通行であり、外部アプリケーションから従来家電の状態を直接取得することができない。

そこで、サービス層において現在の機器の状態を推定し、PCのストレージに保持する状態保持機能があれば有益である。具体的には、機器毎に主要なプロパティの値を保持するデータベース(状態DBと呼ぶ)を用意し、サービスメソッドが実行されるたびに対応するプロパティの値を更新する。また、状態DBを照会して機器の現状態を返す状態取得サービスを用意し、外部アプリケーションから必要に応じて呼び出せるようにしておくことが有益である。

#### 3.6 Web-APIの公開

サービス層で実装された各サービスメソッドを、Web-APIとしてHNSに公開する。本研究では、SOAの代表的フレームワークであるWebサービス[14]を用いてHNSに公開する。各サービスメソッドのインターフェースは、WSDLとよばれるXML言語によって厳密に型づけされる。外部アプリケーションはインターフェース定義を解釈し、適切なパラメータを渡して、Web-APIをネットワーク越しに呼び出すことが可能である。

#### 3.7 HNS連携サービス

各機器の機能がWeb-APIとしてHNSに公開されると、それらを組み合わせて呼び出すことで容易にHNS連携サービスを実装できる。HNS連携サービスは、各ユーザのPCまたは携帯端末上にユーザアプリケーションとして構築する。また、HNSの中央管理を行うホームサーバ上に実装し、宅外等から遠隔実行させることも可能である。また、連携サービスはそれ自身を

Web-API として公開可能で、さらに高度なサービスの構築において再利用できる。

例として、DVD シアターサービスを考える。これは、TV、DVD、5.1ch スピーカー、照明、カーテンを連携し、映画館の雰囲気 DVD の視聴が楽しめる HNS 連携サービスである。図 6 に、DVD シアターを実現する Web-API の呼び出し系列を表している。

## 4. 実装

提案した枠組みに基づき、実際の従来家電を使用した HNS を実装・構築した。

### 4.1 使用した従来家電

HNS の実装にあたっては、以下の従来家電を導入した。

- プラズマディスプレイ：NEC PX-50XM2
- DVD レコーダ：東芝 RF-XS46
- 5.1ch AV コンボ：パイオニア HTZ-535DV
- ワイヤレス液晶ワイドテレビ：ソニー KLV-17WS1
- ホリゾンライト：松下電工 HH3190E
- 室内環境センサ：昌新 WxGoos-1
- 天井照明：松下電工 HHFZ5310
- 電動カーテン：ナビオ パワートラック
- 空気清浄機：日立 EP-V12
- エアークャーキュレータ：森田電工 MCF-257NR
- リモコン付電源ユニット：HORIBA IS-100

### 4.2 提案手法に基づく実装

図 7 に実装した HNS の全体図を示す。本実装では、全ての従来家電のサービスを 1 台の PC 上に収容した。実装環境は以下のとおりである。

**PC:** minipc.jp – PentiumM 770, 512MB, 40GB, WinXP Pro

**IrRC I/F:** スギヤマエレクトロン – クロッサム 2+USB

**IrRC Driver:** クロッサム 2+USB 用シリアル通信ライブラリ

**Ir-API:** Java Native Interface (JNI) ラッパー

**Service Layer:** Java j2sdk

**Web-API:** Apache AXIS 1.4.0

PC に接続可能な家電リモコンとして、クロッサムを採用した。このリモコンは学習機能リモコンであり、機器のリモコンが送出する信号をクロッサムの各ボタンに割り当てることが可能である。部屋内の家電の配置位置と赤外線指向性を考慮して、複数のクロッサムに機器の主要なリモコン信号を割り当て、信号の到達を確保した。

また、クロッサムにはシリアル通信ライブラリが用意されており、これをリモコンドライバとして利用した。このライブラリは、ボタンの押下、信号送出開始、停止など、クロッサムに対する比較的 low レベルな命令を C++ プログラムから呼び出すことが可能である。

次に、Web サービスとの親和性を考え、クロッサムライブラリの呼び出しを Java Native Interface (JNI) でラップし、Java プログラムから呼び出し可能な Ir-API を実装した。サービス層の実装には、Java を用いた。各機器ごとにクラスを作成し、機器が提供する機能を自己完結なサービスメソッドとして実装を

行った。最後に、サービス層の各クラスを、Apache AXIS を用いて Web サービスとして公開した。

### 4.3 実装した連携サービス

公開された Web-API を用いて、いくつかの HNS 連携サービスを実装した。具体的には、perl の SOAP::Lite モジュールおよび Java を用いたクライアントプログラムとして実装した。

**DVD シアターサービス:** TV、DVD、5.1ch スピーカー、照明、カーテンを連携し、リビングを自動的にシアターモードに設定する。ユーザがサービス開始を要求すると、カーテンが閉まり、照明の照度が最小に絞られ、TV の入力モードが DVD にセットされる。また、スピーカが 5.1ch に設定され、音量が調節される。最後に DVD プレーヤが再生される。

**空気清浄サービス:** 空気清浄機およびサーキュレータを連携制御し、室内の汚れた空気を効率よくきれいにする。

**おはようサービス:** 快適な起床を支援するサービス。起床時間の 10 分前になると、AV コンボと天井照明の電源を入れる。その後、徐々に音量と照明を上げ、起床予定時刻に最適な音量・照度になるように調節する。最後にカーテンを開ける。

**自動照明調節サービス:** 室内環境センサの情報を元にカーテンと天井照明を連携制御し、天候や時間帯に関わらず常に部屋の明るさを適切な状態に保つ。

## 5. 考察

4. で示したとおり、提案手法は、PC および PC に接続可能な家電リモコンのみで実装可能であり、3.1 の要求 R2 を満たす。また、PC 上のリモコンが対応している限り、ベンダを選ばずあらゆる種類の従来家電に適用可能であり、要求 R3 を満たす。また、リモコンを持たない家電に対しても、電源の ON、OFF 程度であれば、リモコン付電源タップを応用可能である。

次に、公開された Web-API を組み合わせることで、任意の従来家電を組み合わせさせた様々な HNS アプリケーションを開発可能である。よって要求 R1 を満たす。本稿では、連携サービスをアプリケーションプログラムとして実装したが、BPEL4WS [15] などの Web サービス連携フレームワークを用いることで、より簡単に効率的なアプリケーション開発が行えると考えている。

また、提案手法において Web サービスを用いたことで、インターネット上の様々な Web サービスと家電を連携するようなアプリケーションも実現可能である。例えば、インターネット上のニュースサービスと連携して、新たなニュース速報があれば TV をつけたり、株価が上がったら家中のお知らせチャイムを鳴らす、といった連携サービスが考えられる。より高度なサービスの開発については、今後の課題としたい。

現状明らかになっている提案法の限界は、赤外線信号の信頼性についてである。3.5 で述べたとおり、PC と従来家電の通信は一方通行であるため、PC から送信した赤外線信号が、うまく家電に受信されたかどうか確認する手段がない。したがって、もし信号が家電にうまく届かなかった場合、PC 上の状態 DB の内容と実際の機器状態との間に食い違いが生じ、サービスが誤動作するおそれがある。したがって、PC および家電の配置を工夫して、リモコンと家電の間の通信路の信頼性を確保する必

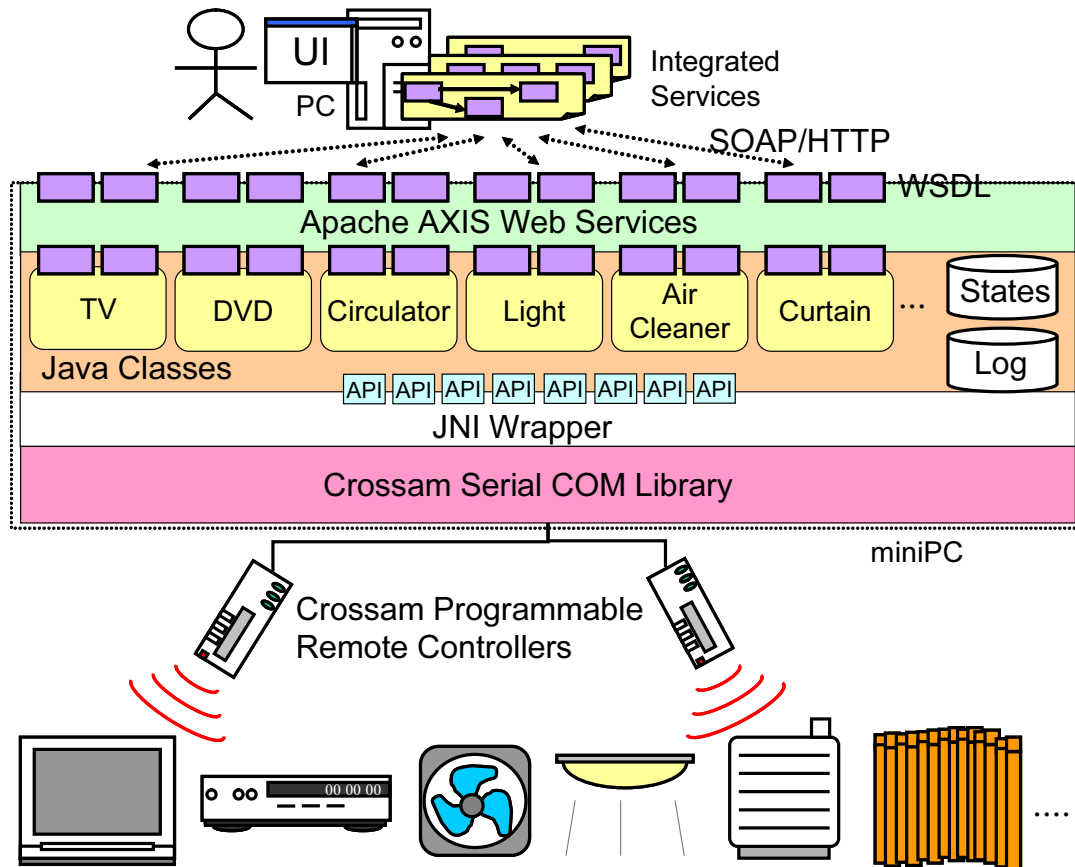


図7 実装した HNS (全体図)

要がある。なお、提案手法は、図7にあるように、全ての機器を1台のPCで制御する必要はない。部屋の形状や家電の配置に応じて、複数のPCにサービスを分散可能である。

## 6. おわりに

本稿では、赤外線リモコンで制御可能な従来家電を、ホームネットワークシステムに適応させるための枠組みを提案した。提案手法では、サービス指向アーキテクチャの概念を採り入れ、PCからリモコン制御を行うAPIを機器の論理機能単位でまとめて、機種・ベンダ非依存のWebサービスとしてHNSに公開する。これにより、マルチベンダかつ異機種なHNSにおいて、任意の従来機器を組み合わせた連携サービスが実現可能となる。また本稿では、有効性を評価するため、実際の従来家電を使用したHNSを実装し、実用性の検証を行った。

将来課題としては、インターネット上のあらゆるサービスとの連携アプリケーションを考察すること、従来家電間、または、連携サービス間のサービス競合問題[6]などが挙げられる。

謝辞 この研究は、日本学術振興会・科学技術研究費・若手研究(B)15700058、および、文部科学省21世紀COEプログラム「ユビキタス統合メディアコンピューティング」若手研究者活動支援経費の支援を受けている。

## 文 献

- [1] Digital Living Network Alliance, <http://www.dlna.org>
- [2] ECHONET Consortium, <http://www.echonnet.gr.jp/>
- [3] 日立ホーム&ライフソリューション株式会社, “ホラソネットワーク”, <http://www.horaso.com/>
- [4] H. Igaki, M. Nakamura and K. Matsumoto, “A Service-Oriented Framework for Networked Appliances to Achieve Appliance Interoperability and Evolution in Home Network System” (short paper), *Proc. of International Workshop on Principles of Software Evolution (IWPSSE 2005)*, pp. 61-64, Sep. 2005.
- [5] 家電制御研究処, “AVTシリーズ”, <http://d-purasu.hp.infoseek.co.jp/>
- [6] M. Kolberg, E. H. Magill, and M. Wilson, “Compatibility Issues between Services Supporting Networked Appliances”, *IEEE Communications Magazine*, vol. 41, no. 11, pp. 136-147, Nov 2003.
- [7] M. Nakamura, H. Igaki, H. Tamada, and K. Matsumoto, “Implementing Integrated Services of Networked Home Appliances Using Service Oriented Architecture,” *Proc. 2nd International Conference on Service Oriented Computing (ICSOC2004)*, pp.269-278, NY, USA, Nov. 2004.
- [8] 株式会社ナノ・メディア, “アプリモコン”, <http://www.nanomedia.jp/service/t01.html>
- [9] S. W. Loke, “Service-Oriented Device Echology Workflows”, *Proc. of 1st Int'l Conf. on Service-Oriented Computing (ICSOC2003)*, LNCS2910, pp.559-574, Dec. 2003.
- [10] 松下電器産業株式会社, “くらしネット”, <http://national.jp/appliance/product/kurashi-net/>
- [11] 森川博之, “ワイヤレスが開くユビキタスネットワーク”, *電子情報通信学会誌* Vol.87, No.5, pp.356-361, 2004.
- [12] M. P. Papazoglou, D. Georgakopoulos, “Service-Oriented Computing”, *Communications of the ACM*, Vol. 46, No.10, pp.25-28, 2003.
- [13] 東芝, “東芝ネットワーク家電 Feminity”, <http://www3.toshiba.co.jp/feminity/about/index.html>
- [14] W3C Web Service Activity, <http://www.w3.org/2002/ws/>
- [15] S. Weerawarana, and F. Curbera, “Business process with BPEL4WS: Understanding BPEL4WS, Part1”, <http://www-106.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-bpelcoll/>