

# ネットワーク上の機器制御に関する研究

## — 家電機器の連携動作を例にして —

2002MT006 バンダリ さくら      2002MT028 春日野 公博      2002MT055 仲川 壮太

指導教員 野呂 昌満

### 1 はじめに

近年、ネットワークに接続可能な家電機器（以下、家電機器）が登場し、家庭内のネットワークにおける家電機器の連携が注目されている。家電機器の連携を実現するシステムとして、HNS-SOA(Home Network System-Service Oriented Architecture)[4]が提案されている。

HNS-SOA では、きめ細かな連携動作が記述できないので、ユーザの要求する連携動作が実現できない。連携動作は、ユーザの日常生活の利便性を高めるものでなければならない。

本研究の目的は、HNS-SOA 上で、家電機器の連携動作がカスタマイズ可能なシステムを提案し、その妥当性を考察することである。そのために、使用者視点に立って、必要なカスタマイズの可能性を考察し、専用スクリプト言語を設計する事でカスタマイズ要求を整理する。連携動作を記述するスクリプトを提案し、家電機器の連携を事実上の標準となるであろう HNS-SOA 上で実現する。

家電機器の SMI 定義ファイル [4] が差し替え可能であることを前提として、以下の手順で研究を進めた。

- 家電機器の連携動作に必要な情報の抽出、スクリプトの記述形式の提案
- 提案したスクリプトを用いて、HNS-SOA の提供する枠組み内で連携動作を実現する方法の提案
- 提案したシステムにおける連携動作の変更、家電機器の追加、耐故障性の実現を通して、システムの妥当性を考察

バンダリは連携動作の変更、家電機器の追加の部分を、春日野はスクリプトの記述部分を、仲川はスクリプトと HNS-SOA との互換、耐故障性の部分を担当した。

### 2 関連研究

サービス指向アーキテクチャ（以下、SOA）[6]を用いたネットワーク家電連携サービスを実現するシステムについて調査した。

HNS-SOA では、家電機器をデバイス層とサービス層で構成する。デバイス層は、家電機器の制御ソフトウェア部分である。サービス層は、家電機器の制御インタフェースを包含し、提供する機能を公開メソッドとしてネットワークに公開する部分である。Web サービス(SOAP/XML, WSDL)など SOA における標準的なサービス公開手段を用いている [5]。HNS-SOA における家電機器の連携の実現を図 1 に示す。図 1 に示すように、SMI(Service Method Invocation) はほかの家電機器の公開メソッドに対する呼び出しである。DMI(Device

Method Invocation) はサービス層が対応するデバイス層への制御コマンドを送る処理である。

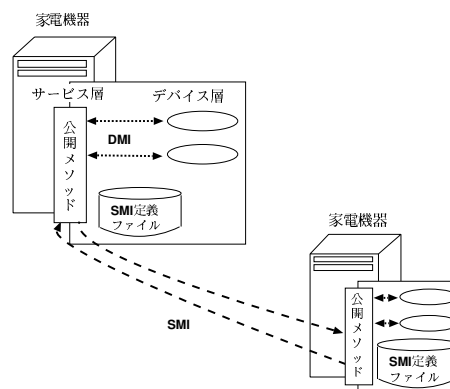


図 1 HNS-SOA における家電機器の連携実現

家電機器は、各家電機器特有の SMI 定義ファイルとともに、連携動作を実現する。SMI 定義ファイルに記述されている情報を以下に示す。

- 実行される連携動作の ID
- SMI の呼び出し先のサービスの URI
- SMI の呼び出し元メソッド名
- SMI を行う公開メソッド名
- 公開メソッドの引数名、引数型および引数値

複数の家電機器の連携は、家電機器が自律してほかの家電機器の公開メソッドを呼び出すことで実現される。HNS-SOA における連携動作は、SMI 定義ファイルによって各家電機器に分散しており、ユーザが能動的に連携動作を記述することができない。

### 3 システムの提案

本研究では、HNS-SOA 上で連携動作をカスタマイズ可能なシステムを提案する。連携動作を能動的に記述するためにスクリプトを用い、その記述形式を定義する。提案したスクリプトと HNS-SOA との互換性をもたせ、HNS-SOA 上で家電機器の連携動作を実現する。

#### 3.1 スクリプトの提案

HNS-SOA において、きめ細かな連携動作が記述できるように、スクリプトの記述形式を定義した。記述形式を定めるために、スクリプトに必要な情報を、具体例を用いて抽出した。以下にその具体例を示す。

- DVD プレイヤが再生された後に、テレビがビデオモードになる
- 部屋のドアが閉じた後に、その部屋のすべての照明が消灯する
- 電動ポットでお湯を注いだ 3 分後に、コンボヤイマから音を出してユーザに通知する

具体例から抽出した、スクリプトに必要な情報を以下に示す。

- 連携動作の ID
- 一連携動作中の動作数
- 連携動作の及ぶ範囲
- 家電機器名またはグループ名
- 家電機器またはグループの機能
- 動作の実行順序
- 家電機器が次の家電機器を呼び出すまでの時間

ここでいうグループとは、家電機器の種類によるものと、目的によって家電機器を分類したものとする (図 2 参照)。

グループ	種類	グループ名	家電機器
			TV
		LIGHT	照明
目的		NOTIFY (ユーザに通知する)	コンボ タイマ
		TIMER (時間を管理する)	キッチンタイマ 時計

図 2 グループの種類

ネットワーク上に分散したサービスの連携を記述する言語として、BPEL4WS[1]がある。BPEL4WSでは、サービスをプロセスとしてXML形式[3]で記述する。XML形式でプロセスを記述することを参考にして、連携動作を記述するスクリプトを提案した。

スクリプトの記述例を図 3 に示す。図 3 は、Room1 の範囲において DVD プレイヤを再生したら、TV がビデオモードになり、3 分後に Room1 内の照明が消灯するという連携動作である。

```

<script>
  <scenario number="1" app_sum="3" range="Room1">
    <-appliance extent="one" order="0">
      <name>DVD1</name>
      <function>play</function>
      <time/>
    </appliance>
    <-appliance extent="one" order="1">
      <name>TV1</name>
      <function>video</function>
      <time>3min</time>
    </appliance>
    <-appliance extent="group" order="2">
      <name>LIGHT</name>
      <function>small</function>
      <time/>
    </appliance>
  </scenario>
</script>

```

図 3 スクリプトの記述例

### 3.2 提案したスクリプトと HNS-SOA との互換性

我々が提案したスクリプトを HNS-SOA の提供する枠組み内で表現するには、スクリプトから各家電機器特有の SMI 定義ファイルを作成する必要がある。

#### SMI 定義ファイル作成ノードの導入

提案したスクリプトから SMI 定義ファイルを作成する機器として、SMI 定義ファイル作成ノード (以下、SMIC ノード) を導入した。SMIC ノードは、特定の機能を持たず、処理能力、記憶容量において高性能な機器が適している。家庭内において、SMIC ノードには、パーソナルコンピュータ (以下、PC) が適切だと考えた。PC は、

スクリプトと各家電機器の情報をデータベースに持ち、これらをもとに、各家電機器特有の SMI 定義ファイルを作成し、家電機器に提供する。HNS-SOA に PC を導入したシステムの構成を図 4 に示す。

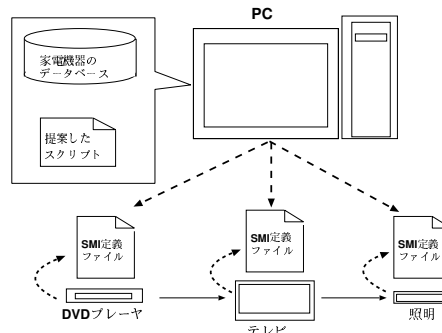


図 4 HNS-SOA に PC を導入したシステムの構成図

#### 各家電機器の情報の整理

PC は各家電機器を区別し、把握しなければならない。家電機器を区別、把握するために PC がもつ必要な情報を以下に示す。

- 家電機器の ID
- 家電機器のサービスの URI
- 家電機器の公開メソッド
- 家電機器が連携動作において関与する範囲
- 家電機器が属するグループ

#### SMI 定義ファイルの作成方法

PC はスクリプトを解析し、解析されたデータと各家電機器の情報から、各家電機器の SMI 定義ファイルを作成する。スクリプトの解析には、XML 文書を解析する DOM パーサ [2] を用いる。SMI 定義ファイルは、スクリプトがもつ、時間とグループの情報が存在しないので、これらの情報は直接 SMI 定義ファイルに反映できない。ここでいう時間とは、家電機器が次の家電機器を呼び出すまでの時間をさし、グループとは、家電機器が属するグループをさす。スクリプトにこれらの情報が存在する場合、SMI 定義ファイルの特別な作成方法が必要である。図 3 のスクリプトを例に SMI 定義ファイルの作成方法を図 5 に示す。

図 5 中のスクリプトは、時間の情報、グループの情報をもっており、SMI 定義ファイルの特別な作成方法を用いる。SMI 定義ファイルの特別な作成方法を以下に示す。

#### 時間の情報

家電機器が次の家電機器を呼び出すまでの時間の情報は、SMI 定義ファイルに反映できない。解決方法として以下のような方法がある。

- 家電機器が時間を測る
- 連携動作にタイマを用いる

前者は、家電機器が時間を測り、次の家電機器を呼び出すことで実現されるが、家電機器の機能を追加する必要があり、好ましくない。後者は、時間を測る機能をもつタイマを家電機器間に追加することで実現される。家電機器がタイマを呼び出し、タイマが時間を測り、次の家電機器を呼び出すように SMI 定義ファイルを作成、変更する。

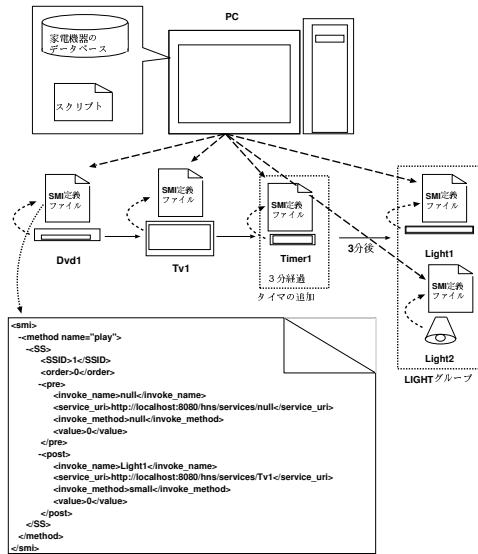


図5 スクリプトから SMI 定義ファイルへの作成方法

### グループの情報

グループ単位での連携動作の指定は、SMI 定義ファイルに記述できない。グループ指定されている家電機器を連携動作可能にするためには、あらかじめグループ内で連携動作を定めておく必要がある。我々の提案したシステムでは、PC がグループ内の連携動作の情報を持っている。定められた情報をもとに、家電機器がグループの先頭の家電機器を呼び出したさいに、グループを含めた連携動作をすることができる。グループを呼び出す家電機器、グループに属する家電機器の SMI 定義ファイルを作成する。

## 4 考察

本研究で提案したシステムの妥当性を考察する。加えて、提案した家電機器システムの一般化について考察する。

### 4.1 提案したシステムの妥当性に関する考察

以下の点から、提案したシステムの妥当性について考察する。

- 連携動作の変更方法
- 家電機器の追加方法
- システムの耐故障性

### 連携動作の変更方法

HNS-SOA ではユーザが、能動的に連携動作の変更ができない。図6のような連携動作の変更があったさいの連携動作の変更方法について考察する。HNS-SOA では、

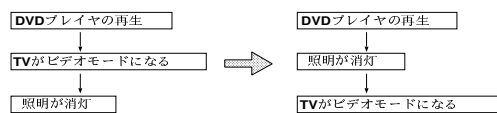


図6 連携動作の変更例

連携動作を変更するさいに、連携動作に関する家電機器すべての SMI 定義ファイルを手作業で変更しなければならない。我々が提案したシステムにおける連携動作の変更方法を図7で示す。

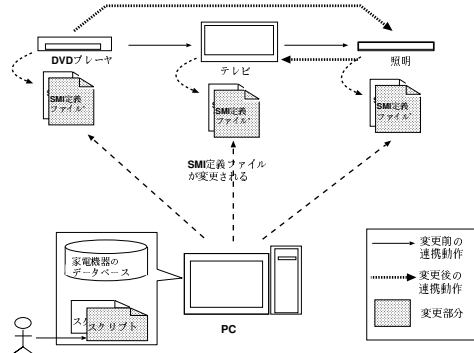


図7 連携動作の変更方法

連携動作の変更の手順を以下に示す

- PC がもつスクリプトの変更
- 連携動作を記述したスクリプトをもとに、SMI 定義ファイルの作成
- 各家電機器の SMI 定義ファイルの差し替え

提案したシステムでは、HNS-SOA で分散されている連携動作の変更が、PC のスクリプトの変更だけに局所化できた。連携動作の変更のさいに、各家電機器の SMI 定義ファイルがユーザが手を加えることなく変更できるので、提案したシステムが妥当であることを確認した。

### 家電機器の追加方法

新しくネットワークに追加される家電機器は連携動作に必要な SMI 定義ファイルを持っていない。HNS-SOA では、家電機器がネットワークに追加されたさいに、SMI 定義ファイルを作成、提供する機器が存在しない。よって、家電機器の追加は困難である。

提案したシステムでは、家電機器が新しくネットワークに追加されたさいに、PC がスクリプトをもとに SMI 定義ファイルを作成し、家電機器に提供する。図8のような家電機器の追加があったさいの家電機器の追加方法について考察する。ここでは、テレビが新しくネットワークに追加されたさいの例をあげる。

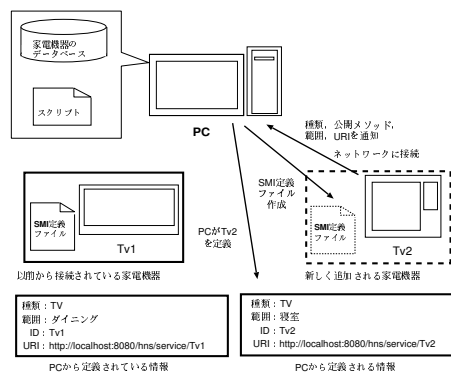


図8 家電機器の追加方法

家電機器の追加の手順を以下に示す。

- ネットワーク内に新たに家電機器が追加された事を PC が感知
- 追加された家電機器の連携動作に必要な情報を PC のデータベースに登録
- 追加された家電機器に関連する連携動作が存在する場合は SMI 定義ファイルを作成し、各家電機器に提供

HNS-SOA と比較して、追加された家電機器の連携動作におけるプラグアンドプレイを可能にしていることから提案したシステムが妥当であることを確認した。

### システムの耐故障性

HNS-SOA では、家電機器が故障したさいに、故障した家電機器以降の連携動作ができない。提案したシステムでは、故障した家電機器が存在したさいに、SMI 定義ファイルを作成しなおし、家電機器に提供する。図 9 のような家電機器が故障したさいの耐故障性を保証する方法について考察する。

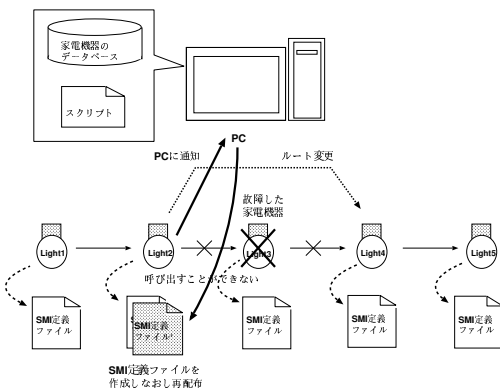


図 9 耐故障性の実現方法

耐故障性を実現する手順を以下に示す。

- 家電機器の故障の発見
- SMI 定義ファイルの作成
- SMI 定義ファイルの変更

連携動作をするさいに、故障している家電機器の公開メソッドを呼び出すことができない。このさいの例外処理として、家電機器が PC に通知することで、家電機器の故障が発見できる。

故障した家電機器を確認した PC は家電機器のもつ SMI 定義ファイルを、故障した次の家電機器の公開メソッドを呼び出すように変更し、作成する。

PC は、作成した SMI 定義ファイルを家電機器に提供し、既存の SMI 定義ファイルを変更する。SMI 定義ファイルを変更された家電機器は再度、SMI 定義ファイルをもとに、連携動作の続きを行う。

家電機器が故障したさいに、故障した家電機器を取り除いた連携動作を実現し、耐故障性を保証をしたことから、提案したシステムが妥当であることを確認した。

### 4.2 提案したシステムの一般化に向けての考察

我々は、HNS-SOA 上で、家電機器の連携動作がカスタマイズ可能なシステムを提案した。提案したシステムの一般化に向けて必要な点を抽出した。

- ネットワーク上で分散されている家電機器のサービスをユーザの要求に応じて組み合わせ、連携動作として記述する
- 連携動作をもとに各家電機器特有の SMI 定義ファイルを作成、提供する

上記の 2 点をふまえたシステムを構築することで、実現方法に関わらず、連携動作がカスタマイズ可能なシステムが構築できると考える。

本研究で提案したシステムでは、ユーザの要求に応じて連携動作を組み合わせる一例として専用スクリプト言語を提案した。スクリプトの記述には BPEL4WS などの標準の記述言語を用いることも可能であると考えられる。提案したシステムでは、家電機器に提供する SMI 定義ファイルを作成する機器の一例として PC を導入した。PC に限らず、ユーザと HNS-SOA の仲介機能をほかの機器にもたせることも考えられる。

## 5 おわりに

本研究では、HNS-SOA 上で、家電機器の連携動作がカスタマイズ可能なシステムを提案した。きめ細かな連携動作を記述するスクリプトを提案した。スクリプトから SMI 定義ファイルを作成するノードを導入し、HNS-SOA の枠組み内で連携動作を実現した。システムにおける連携動作の変更、家電機器の追加、耐故障性からシステムの妥当性を考察した。加えて、提案したシステムをもとに、家電機器連携システムの一般化に向けての考察をした。

以下の 4 点を今後の課題とする。

- スクリプトを作成可能なユーザ支援環境の実現
- 標準的なプロセス記述言語として BPEL4WS を用いたスクリプトの提案
- 家電機器の SMI 定義ファイルの変更方法、管理方法の提案
- 連携動作の整合性を検証する方法の提案

## 参考文献

- [1] Business Process Execution Language for Web Services, Version 1.1.  
<http://www-128.ibm.com/developerworks/library/specification/ws-bpel/>, Dec. 2005.
- [2] Document Object Model(DOM).  
<http://www.w3c.org/DOM>, Dec. 2005.
- [3] Extensible Markup Language(XML).  
<http://www.w3c.org/XML>, Dec. 2005.
- [4] 井垣宏, 中村匡秀, 玉田春昭, 松本健一, "サービス指向アーキテクチャを用いたネットワーク家電連携サービスの開発," 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 2, pp. 314-326, Feb. 2005.
- [5] W3C Web Service Activity.  
<http://www.w3c.org/2002/ws>, Dec. 2005.
- [6] What is Service-Oriented Architecture?.  
<http://webservices.xml.com/pub/a/ws/2003/09/30/soa.html>, Dec. 2005.