

グリッド家電

Grid Appliance Network Design Assistant Layer Framework

澤田 淳二

Junji Sawada

Abstract: These days, network enabled appliance attracts notice. On the other hand, Grid attracts notice as new service platform by uniting technology of many sites. In Grid, there are many approaches to solve issue such as security, resource discovery, communication. If appliance accesses to external network, problems, such as security, resource discovery, communication method, occur. In this research, we develop united and secure communication method for appliances to access external network using Grid technology. We also develop user interface for home user to describe appliances combination rule easily.

1 はじめに

近年、家電をネットワークに接続することで、家電間の連携を実現したり、インターネット上のサービスを利用したりする情報家電が注目されている。一方、世界中に存在するコンピュータや実験装置などを接続することで、各サイトが誇る技術・設備の融合により全く新しいサービスの実現を目指すグリッドが注目されている。グリッドでは、認証・暗号化などのセキュリティや利用可能な資源情報の収集・管理・検索に関する取り組みが多く行われている。その中でも、最も規模の大きなプロジェクトの一つとして、Globus Alliance¹⁾ が開発を行っている Globus Toolkit がある。Globus Toolkit は、グリッド環境で動作するアプリケーションやミドルウェアを構築する際に共通して必要となる、通信方法・資源情報の管理・ユーザ認証などの低レベルなライブラリを提供している。これ以外の技術動向として、Web サービスの発達が増える。Web サービスを用いることにより、サービス間の連携を実現することが容易になっている。最近では、グリッドと Web サービスの融合も進められており、OGSA(Open Grid Services Architecture)²⁾ と呼ばれる仕様が策定されている。OGSA に基づくミドルウェアとして、Globus Toolkit のバージョン 3 が開発されている。

従来の情報家電では、各家電が独自のプロトコルで他の家電やインターネット上のサービスにアクセスしていたため、様々な家電やサービスを連携して利用することが難しかった。また、家電をインターネットに接続し、情報のやりとりをする場合、セキュリティの確保や、他のホームネットワークに存在する家電・インターネット上のサービスの発見をどのように実現するかが問題となる。これらの問題を解決するために、本研究では、Globus Toolkit を利用し、統一かつセキュアなアクセス方法を提供するソフトウェアを開発する。

別の問題として、家電やサービス間の連携を記述する場合、何らかのプログラミング言語が必要になる。しかし、ホームユーザにとって、プログラミング言語は親しみが薄く、自分が行わせたい連携の手順を記述するのは困難である。これを解決するものとして、家電・サービス間の連携を直感的に記述することのできるツールの開発を行う。

これらを用いることにより、各地に存在している家電やサービスを連携させ、様々な利用方法を作り出すことが可能となる。独自に組み合わせた家電の連携機能を利用することにより、ユーザはより使いやすく、より快適に家電を利用することが可能となる。

2 グリッド家電

本研究の最終的な目標は、コンピュータに馴染みの薄いホームユーザが複数のホームネットワーク上に存在する家電やグリッド上のサービスを結びつけ、新たなサービスを作り出すことを容易にする環境を提供することである。これを実現するために、本研究では以下に示す項目を取り扱う。

- グリッドにおける家電の表現方法とアクセス方法
- アクセス時におけるセキュリティの確保手段
- 家電制御プロトコルとのインタフェース
- 利用可能な家電情報の収集
- 家電連携の方法
- 連携ルールの記述方法
- 利用者の認証
- 複数のホームネットワーク間での家電の連携

以降の節ではこれらについてどのように実装すればよいかの検討を行う。

3 家電の表現とアクセス方法

OGSA では、Web サービスの問題点を解決するものとして、グリッドサービスを定義している。Web サービスとグリッドサービスの大きな違いを以下に示す。

- サービスが状態を持つことができる
- 状態の異なる複数のグリッドサービスインスタンスを生成できる
- 様々な付加情報を定義し、所有することができる
- 状態の変化をクライアントに通知することができる

家電を表現する手段として、このグリッドサービスを利用し、グリッドサービスの各インスタンスと各家電を対応づける。家電の利用者や他の家電は各グリッドサービスインスタンスにアクセスすることで家電情報の取得、操作を行う。この様子を Fig. 1 に示す。

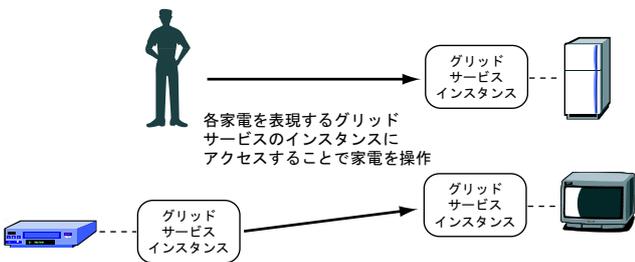


Fig. 1 グリッドサービスを用いた家電の表現

家電をグリッドサービスとして扱うことにより、家電以外のグリッドサービスとのシームレスな連携の実現が期待できる。

4 サービスアクセス時のセキュリティ確保

Globus Toolkit では、GSI(Grid Security Infrastructure) と呼ばれるセキュリティ機能が提供されている。GSIでは、以下に挙げるセキュリティ機能を利用することが可能である。

- 通信データの暗号化
- デジタル署名の付加による整合性の確保
- ユーザ認証やホスト認証によるアクセス制御
- 一度の認証により関連するサービスすべてを利用可能にするシングルサインオン

家庭内のプライベートな情報の送受信における情報の保護や、限定されたユーザやホームネットワークからのみのアクセスを実現するための手段として、この GSI を利用する。

5 制御プロトコルとのインタフェース

家電を制御するためのプロトコルには、UPnP³⁾、Jini⁴⁾、HAVi⁵⁾、ECHONET⁶⁾ など、様々なものが存在し、どれか1つに統一されるということは考えにくい。これに対応するため、家電からの情報取得、操作を抽象化したインタフェース(以後、コントローラと呼ぶ)を定義する。あるプロトコルで制御可能な家電を利用したいという場合は、制御プロトコルに対応するコントローラの実装を用意する。コントローラの実装が提供すべき機能は次の2点である。

- 家電の内部状態を返す機能
- 家電の制御を行う機能

各家電サービスは自分が表現する家電に対応したコントローラの実装に処理を委譲することにより、家電の情報取得、操作を行う。この様子を Fig. 2 に示す。

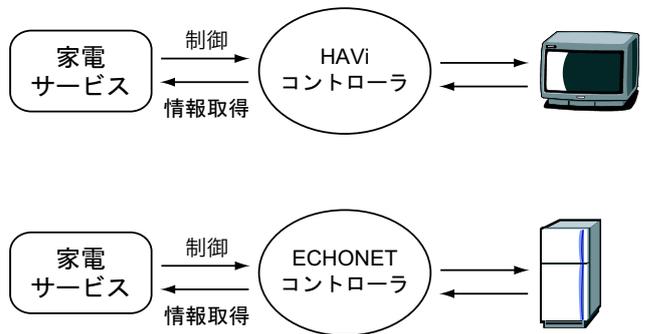


Fig. 2 コントローラを介した家電の操作

6 家電情報の収集

Globus Toolkit では、各グリッドサービスが保持する情報を収集し、ユーザからの問い合わせ要求に対してグリッドサービスの情報や位置を返す Index Service を提供している。

この Index Service を利用することで複数のホームネットワーク上において利用可能な家電の取得を行う。各家電は以下の情報を提供する。

- 家電を一意に特定するための URI
- 現在の家電の状態
- 家電が実行可能なアクションとパラメータ
- 家電で発生する可能性のあるイベントとパラメータ

Fig. 3 に家電情報の例を示す。

```

<GridAppliance>
  <URI>ga://sawada/tv/1</URI>
  <status>
    <param name="power" type="bool">true</param>
    <param name="channel" type="string">8</param>
  </status>
  <availableActions>
    <action name="turnOn" />
    <action name="turnOff" />
    <action name="changeChannel">
      <param name="channelNumber" type="int" />
    </action>
  </availableActions>
  <occurableEvents>
    <event name="powerOn" />
    <event name="powerOff" />
    <event name="changeChannel">
      <param name="channelNumber" type="int" />
    </event>
  </occurableEvents>
</GridAppliance>

```

Fig. 3 テレビに関する情報

7 家電の連携

テレビのリモコンの電源ボタンが押された、電子レンジでの温め処理が完了した、指定された時間になったといったイベントが発生した場合、あらかじめユーザが記述しておいたルールに従い、サービスへのアクセスを行う。これにより、家電やサービス間の連携を実現する。

発生したイベントに対するルールの実行にあたっては、イベントが発生するたびにすべてのルールの中から適切なルールの検索を行うようにすると検索に大きなコストが必要になると考えられる。これを解決する方法として、Observer の概念を導入する。あるイベントを発生させる家電サービスに対する Observer としてルールを登録することにより、イベントが発生した際には登録されている各ルールに対してイベント情報を送信することによりルールを起動する。これにより、ルールの検索コストを大幅に削減することが可能と考えられる。Observer の概念を Fig. 4 に示す。

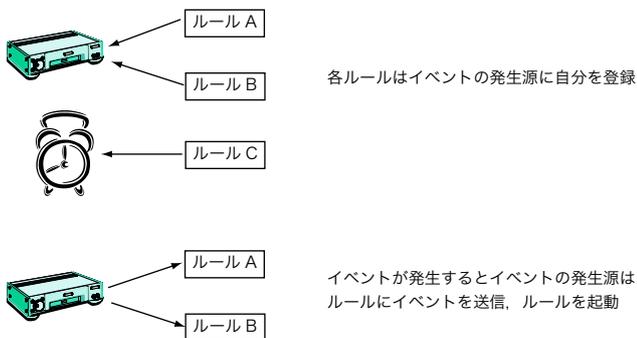


Fig. 4 Observer を用いたルールの起動

8 連携ルールの記述

ユーザが家電・サービス間の連携ルールを作成する際の支援ツールとして、ルール作成支援インタフェースを構築する。このインタフェースでは、各家電・サービスを線で結び、ルールの発動条件となるイベント、実行されるアクションを選択することにより、ルールを記述する。インタフェースの模式図を Fig. 5 に示す。

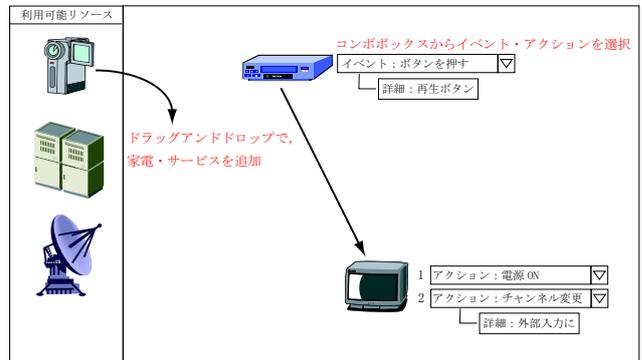


Fig. 5 ルール作成支援インタフェースの模式図

このインタフェースを用いてルールを記述する手順は次のようになる。

1. ルール作成支援インタフェースを起動する
2. Index Service を用いて、家電やインターネット上のサービスの情報を取得され、一覧表示される
3. 連携させたい家電・サービスをドラッグアンドドロップしてルール記述部に追加する。それらを線で結び、ルールの発動条件となるイベント、実行されるアクションを選択する

上記の手順により、Fig. 6 のようなイベントに対するアクションを記述した XML ファイルが生成される。

```

<rule>
  <condition>
    <event uri="ga://shimosaka/hdrecoder/2" name="pressButton">
      <param name="button" type="string">play</param>
    </event>
  </condition>
  <action>
    <control uri="ga://sawada/tv/1" name="powerOn" />
    <control uri="ga://sawada/tv/1" name="changeChannel">
      <param name="channelNumber" type="string">video1</param>
    </control>
  </action>
</rule>

```

Fig. 6 ルール XML の例

9 利用者の認証

家電サービスへのアクセスを行うためには、まず、ホームネットワークに接続し、認証される必要がある。一度認証されれば、ホームネットワーク内にある各家電サービスは個別に認証をする必要なくアクセス可能とする。これを実現するための手段として前述した GSI のシングルサインオン機能を利用する。

10 複数ホームネットワーク間での家電の連携

複数のホームネットワーク間で連携を行う場合、ホームネットワーク間の認証が問題となる。これを解決する方法として、GSI のホスト認証を利用し、ホームネットワークの認証を行う。これにより、一度あるホームネットワークで認証されれば、別のホームネットワークに存在する家電サービスにアクセスする際に再び認証を行う必要はなく、ホームネットワークをまたがった家電の連携を行うことが可能となる。これを実現するための処理手順を以下に示す。

1. ユーザ A はホームネットワーク α に認証されている
2. ホームネットワーク α はホームネットワーク β に認証されている
3. ユーザ A はホームネットワーク β 上にある家電 B にアクセスできる

11 おわりに

本稿では、複数のホームネットワーク上に存在する家電やグリッド上のサービスを結びつけ、新たなサービスを作り出す方法について検討を行った。家電をインターネットに接続する場合、セキュリティの確保やサービスの発見が問題となる。これらを解決するために Globus Toolkit を利用することを検討した。また、ホームユーザが容易に家電・サービス間の連携を記述するためのインタフェースについても検討した。今後は各コンポーネントを実装し、有効性の検討を行う予定である。

参考文献

- 1) The Globus Alliance.
<http://www.globus.org/>
- 2) Ian Foster, Carl Kesselman, Jeffrey M. Nick, Steven Tuecke. The Physiology of the Grid –An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration–. Jun, 2002.
- 3) UPnP Forum.
<http://www.upnp.org/>

- 4) Jini Network Technology.
<http://www.sun.com/software/jini/>.
- 5) Home Audio/Video Interoperability.
<http://www.havi.org/>.
- 6) ECHONET CONSORTIUM.
<http://www.echonet.gr.jp/>.