

複数機器操作シナリオの共有を用いた機器連携システムの提案

松下 知明[†] 小坂 隆浩^{††} 佐藤 健哉[†]

近年のコンピュータ技術の発展に伴い、さまざまな場面で機器連携システムが導入されている。機器連携とは、ある機器の状態に応じて、他の機器の動作内容が変化することである。家庭では、DLNA や UPnP, Jini, Viiv, Bonjour の技術により機器間での情報交換が可能となり、多くの機器連携システムが利用されている。しかし、このような機器連携システムを利用したいと考えている利用者は、機器連携システムが複雑で機器の操作手順の設定に時間が掛かるなどのユーザビリティが問題となる。そこで、本研究では利用者が容易に機器連携システムを利用できるようにするために、利用者同士が機器の操作手順が記述されたシナリオを共有できるシステムを提案する。提案システムでは、センサや機器などからのイベント情報を利用し、機器の操作手順が記述されたシナリオにより機器連携を実現する。利用者同士が機器の操作手順が記述されたシナリオをネットワーク上で共有することにより、機器の操作手順の設定に時間が掛かるユーザビリティの問題を解決する。

Proposal of a Device Collaboration System with Sharing Operation Scenarios of Devices

TOMOAKI MATSUSHITA,[†] TAKAHIRO KOITA^{††} and KENYA SATO[†]

With the advance of computer technology, many systems that enable device collaboration have been installed in various places in recent years. Device collaboration is a process of establishing consistency among devices on the network to operate a system in unison. Thanks to such technologies as DLNA, UPnP, Jini, Bonjour, and Viiv we are now able to connect devices to a network to allow them to exchange information among themselves and work in collaboration. Although such technologies provide us with great convenience, there is, however, a problem with usability because the procedures for the device operation appear complicated to many users. To solve this problem, We propose a system where users can share scenarios on which operation procedures for each device are written so that users can operate their devices easily without going through trouble. The proposed system enhances the usability of collaboration systems by using event information sent from sensors and devices and following the procedures written on the scenarios that are shared among devices on the network.

1. はじめに

近年のコンピュータ技術の発展に伴い、利用者がより快適に活動を行うために、さまざまな場面で機器連携システムが導入されている。機器連携とは、ある機器の状態に応じて、他の機器の動作内容が変化することである。家庭では、コンピュータに蓄積されたデータを利用して、テレビで写真や映像を見ることができたり、目覚まし時計の時刻に合わせて、エアコンを動作させたりするなど多くの機器連携システムが利用されている。これらの機器連携システムは、機器間での

情報交換を可能とした DLNA¹⁾ や UPnP²⁾, Jini³⁾, Viiv⁴⁾, Bonjour⁵⁾ の技術により実現されている。しかし、このような機器連携システムを利用したいと考えている利用者は、機器連携システムが複雑で機器の操作手順の設定に時間が掛かるなどのユーザビリティが問題となる。ユーザビリティの問題により、利用者が機器連携システムを導入したとしても、実際に利用できない状況が考えられる。

本研究では利用者が容易に機器連携システムを利用できるようにするために、利用者同士が機器の操作手順が記述されたシナリオを共有できるシステムを提案する。提案システムにおいてのシナリオとは、機器を操作するときの条件と機器の操作手順を持っているファイルを意味する。提案システムでは、センサや機器などからのイベント情報を利用し、機器の操作手順が記述されたシナリオにより機器連携を実現する。そ

[†] 同志社大学大学院工学研究科情報工学専攻

Graduate School of Engineering, Doshisha University

^{††} 同志社大学理工学部情報システムデザイン学科

Department of Information Systems Design, Doshisha University

して、利用者同士が機器の操作手順が記述されたシナリオをネットワーク上で共有することにより、機器の操作手順の設定に時間が掛かるユーザビリティの問題を解決する。

2. 機器連携システムの問題点と解決策

機器連携システムが持つ機器の操作手順の設定に時間が掛かるユーザビリティの問題点を述べる。既存の機器連携システムの問題点をまとめると次の3つに分けることができる。

- 共有
設定した操作手順を他の機器連携に応用できない
- 記述
複数の条件、複数の機器操作に対応していない
- 連携
機器が通信機能を持っていないため、機器同士の連携ができない

機器の操作手順の設定に時間が掛かってしまう問題として、一度、利用者がある操作手順に対して行った設定を、次の設定に活かさないことや、初心者の場合にはどのような設定を行えばいいかわからず、習得や学習において機器の操作手順の設定に時間が掛かってしまう。この問題の解決には、操作手順の設定を再利用できる仕組みが必要である。この方法として操作手順の設定を一つのシナリオと考え、このシナリオをネットワーク上で共有する。これにより様々な人がシナリオを再利用することが可能となり、機器の操作手順の設定の時間短縮ができる。

また、機器連携システムは機器同士の連携が行えているが、これは一対一のための連携であり、複数の条件や一度に多くの機器を操作したい場合に対応していない。このため、内部処理として機器の操作手順の設定記述の改善を行う必要がある。

さらに、家電機器などの多くはコンピュータから操作するための通信機能を持っておらず、機器が一つ一つ独立していて機器同士の連携が行えない状況である。この状況改善のために、コンピュータから機器の操作を行える必要がある。

3. システムの設計

2章で述べた3つの問題点を解決するために以下のことを行う。

- 共有
利用者がネットワーク上でシナリオを共有できる機能

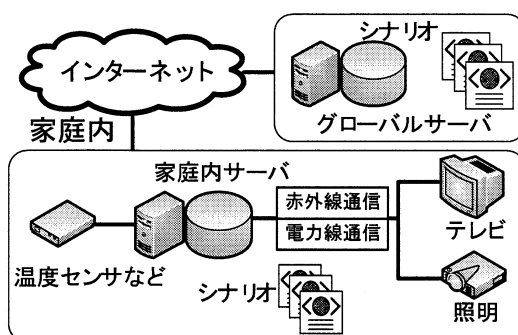


図1 システムの概要

- 記述
シナリオを複数条件に対して、複数の機器操作を行うために定義
- 連携
機器の状態変化に応じて、他の機器が動作できるシステムを構築

これにより、機器の操作手順の設定に時間が掛かるユーザビリティの問題を解決した機器連携システムを作成することができる。

3.1 システムの概要

提案システムは、図1に示すような温度センサや家電機器などからのイベント情報を利用し、機器の操作手順が記述されたシナリオにより機器連携を実現する。

利用者がインターネットを通して、グローバル上のサーバにシナリオを保存することにより、ネットワーク上での共有が可能となる。利用者が共有されたシナリオを取得し、家庭内サーバに登録することで、機器連携を容易に行うことができる。また、取得したシナリオを変更することや変更したシナリオを再度グローバル上のサーバで共有することもできる。

このため、シナリオを利用するためには、シナリオを作成する機能とシナリオを共有する機能、そして、シナリオの内容を分かりやすくするためにシナリオを視覚化する機能が必要となる。

家庭内サーバは、機器を操作するときの条件とその機器の操作手順が記述されたシナリオ、そして、現在の機器の状態や周囲の状態情報であるイベント情報を持っているため、家庭内のセンサや機器を連携させることができる。操作方法には、電力線通信ができるPLC（Power Line Communications）や既存の機器を操作可能にするために赤外線リモコンを用いた赤外線通信を用いる。このとき機器によってはON/OFFなどのボタンが同じである場合があるので、二重に操

作を行うと逆の動作を招いてしまう。また、赤外線が機器まで届かない場合なども考えられるため、機器の操作が正常に行われたかどうかを確認する必要がある。機器の操作には、複数あるためにそれぞれに適した操作を行う必要がある。

このため、機器連携を実現するためには、イベント情報を取得する機能と機器の操作が正常に行われたかを確認する機能、機器連携のためのシナリオを処理する機能、そして、それぞれの機器に適した操作を行う機能が必要となる。

ここで、提案システムに必要となる機能を以下にまとめる。

- シナリオ作成機能
機器の操作手順が記述されたシナリオを作成する機能
- シナリオ共有機能
作成されたシナリオをネットワーク上で共有する機能
- シナリオ視覚化機能
シナリオの内容をより理解しやすくするために、どのような機器連携かを視覚化して表現する機能
- イベント情報取得機能
センサや家電機器からの情報を収集しデータベースに格納する機能
- 機器操作確認機能
機器の多重操作や操作が行われていないことを防ぐために、機器連携による機器の操作が正常に行われたかどうかを確認する機能
- 機器連携シナリオ処理機能
機器連携を行うために、作成されたシナリオを読み込みそれにより行う操作命令を機器操作機能に送る機能
- 機器操作機能
操作命令に従い、PLC や赤外線リモコンなどから適した操作方法で操作を行う機能

また、シナリオのファイルをネットワーク上で共有するために、提案システムでは、クライアントサーバ型を用いる。ファイルをグローバルネットワーク上で共有するため接続方法には、サービス機能を利用するサーバとそのサービスを利用するクライアントで構成されるクライアントサーバ型とネットワーク上でそれぞれのコンピュータがクライアントとサーバの機能を持つピア・ツー・ピア型がある。今回の環境では、シナリオの共有と視覚化のみを行うためグローバルサーバに掛かる負荷が小さく、また、クライアントとサーバ

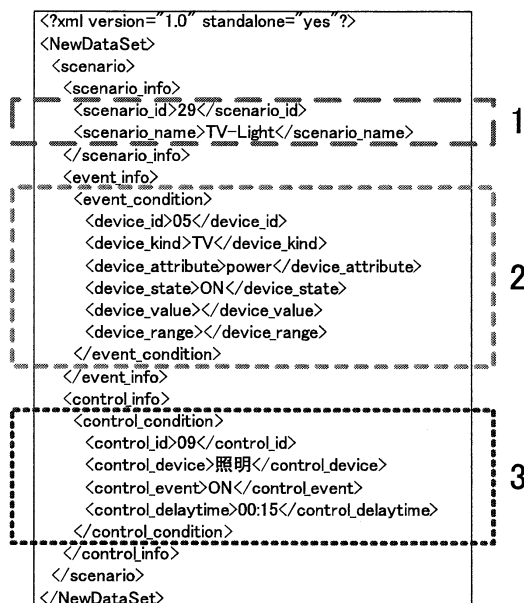


図 2 シナリオの定義

で役割を分けて実装が可能のため、クライアントサーバ型を用いる。

3.2 シナリオの定義

機器連携システムを実現するための機器の操作手順が記述されたシナリオを XML⁶⁾ 形式で記述する。機器連携の実現には、各機器の状態が保存されているデータベースに、シナリオに記述された条件が合致しているかの問い合わせを行い、合致していれば続けて機器操作を行う。このため、シナリオの記述はデータベースに問い合わせを行う条件部分と機器の操作内容が記述された操作部分、そしてシナリオの情報を持つ部分の 3 つから構成される。また、シナリオ内の条件部分および操作部分を増やすことにより、複数条件や機器の複数操作を可能にできる。XML 形式のシナリオを図 2 に示す。

図 2 の 1～3 について説明する。

(1) シナリオ情報部

シナリオを共有した場合の統一 ID とシナリオ名、その他にも作成者情報などシナリオの情報を有している。

(2) シナリオ条件部

device_id は、家庭内においてどのイベント情報を提供するデバイスを示す。device_kind は、主にテレビやビデオ、照明、カーテンなど抽象化されたデバイスの種類を示す。device_attribute

は、上記のデバイスに関係した温度や湿度、電力などの属性を示し、device_state により状態を、device_value は値を示している。また、event_range により温度などの範囲指定することができる。このシナリオ条件部を増やすことにより、複数条件に対応することができる。

(3) シナリオ操作部

control_id は、家庭内において操作する機器を示す。control_device は、テレビやビデオなどを機器の種類を示し、control_event は、機器の操作を示す。また、control_delaytime により経過時間を設定することができる。このシナリオ操作部を増やすことにより、複数操作に対応することができる。

3.3 システムの各機能

3.1 節で述べた提案システムの機能について説明を行う。

3.3.1 シナリオ作成機能

3.2 節で定義したシナリオを作成するための機能である。図 2 で示したシナリオの内容を満たすようにユーザインターフェースから選択することで、シナリオの作成を行えるようにする。作成にあたり必要となる項目を以下に示す。

- イベント情報を利用する機器の選択
- 操作したい機器を操作するときのイベント情報の状態の選択
- 操作する機器の選択
- 操作する機器の操作内容の選択
- 操作開始までの時間を選択

上記の項目を決定することにより、シナリオの作成が行われ、XML 形式で出力される。

3.3.2 シナリオ共有機能

作成されたシナリオのファイルを図 3 で示すようにネットワーク上のデータベースで共有することにより、どこからでもシナリオを利用可能とする。しかし、家庭内サーバのデータベースに登録されている機器 ID は、家庭ごとに設定されているため、ネットワーク上でシナリオを共有する場合は、3.2 節で述べたイベント情報を取得する機器と操作する機器を示す機器 ID の部分を解除する必要がある。このため利用者が利用するためには、シナリオのファイルをネットワーク上からダウンロードした後に、イベント情報を取得する機器と操作する機器を図 2 のように再選択する必要がある。これにより、利用者はデータベース上にあるシ

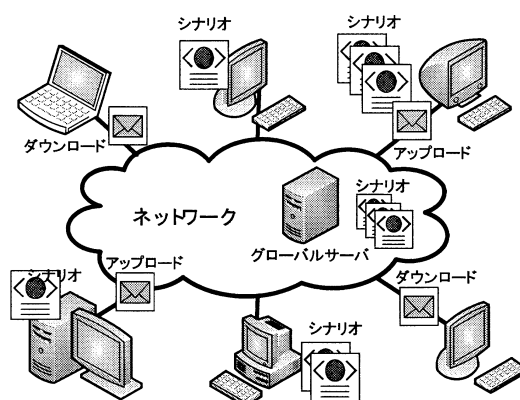


図 3 シナリオの機器設定

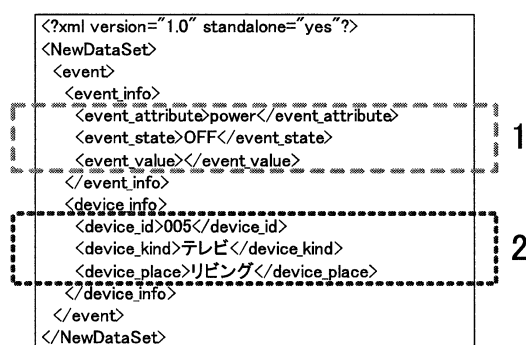


図 4 イベント情報

ナリオを利用して、容易に機器連携を実現することができる。

さらにデータベースを用いることにより、検索も容易に行うことができ、利用者が目的とする機器連携を容易に見ることができる。また、家庭内で登録されている機器で実現可能なシナリオだけを提示する必要がある。この利用者に関係のないシナリオを省くことにより、利用者が求めるシナリオを絞り込むことができる。

3.3.3 イベント情報取得機能

イベント情報とは、センサや家電機器から送られてくるデータである。センサからのイベント情報として、温度センサ、GPS センサ、人感センサなどから得られる情報を想定する。そして、センサと家電機器からのイベント情報を、システムで利用するために XML 形式のデータとして定義することで、家庭サーバのデータベースへの登録を容易にできる。

システムで用いられる XML 形式のデータを図 4 に示す。

図 4 の 1～2 について説明する。

device_id	kind	attribute	state	value	date
03	sensor	temp		22	2008/08/10 14:20:34
03	sensor	temp		23	2008/08/10 14:28:43
05	TV	power	ON		2008/08/10 17:25:51
05	TV	channel	UP	6	2008/08/10 17:27:12
05	TV	sound	DOWN	23	2008/08/10 17:27:52

図 5 データベース上のイベント情報

(1) イベント情報部

event_id は、家庭内で一意な ID である。event_attribute は、温度や湿度、電力などの属性を示し、event_state は、現在の状態を示している

(2) デバイス情報部

device_name は、機器の名前である。device_kind は、テレビやビデオをなどの種類を示し、device_place は、その機器が設置されている場所を示している。

これらの得られたデータを時間ごとにデータベースに格納する。シナリオの条件確認のためには、シナリオの内容により絞り込みを行わなければならない。データベースでは、家庭内の全ての機器情報を扱うため、他の部屋の機器が変化により機器を操作することや、他の部屋の機器を操作することもできる。

3.3.4 機器連携シナリオ処理機能

機器連携の処理は、シナリオの読み込みを行ったあと、データベースの情報と照合を行い、機器の操作を行う流れになる。イベント情報はデータベース上では、図 5 に示すように時間ごとに管理しているため、イベント情報との照合を行う場合は、機器 ID と種類、属性、日時からソートを行い、最新の情報とシナリオの条件部を照合する。

次に機器の操作を行うのだが、機器操作の操作を行う前に、データベースの情報から操作対象の現在の状態とシナリオの操作部を比較し、同じ場合は操作をスキップし、異なる場合はシナリオの操作部の内容を送信し操作を行う。これは、赤外線リモコンの場合、テレビなどの ON や OFF は同じ赤外線信号でやり取りを行うため、二重操作を行うと ON にするはずが OFF にしてしまうことを防ぐためである。

3.3.5 機器操作機能

機器連携シナリオ処理機能から送信されたデータにより、機器の操作を行う。ここで、確認待ちリストに登録してある機器の操作は行わない。確認待ちリストは、機器の操作が行われた後、その処理が正常に行われたかを確認するために、データベース上に登録されたリストである。機器毎の操作方法是、あらかじめデータベースに保存しておく、これは PLC や赤外線

device_id	kind	attribute	state	value
01	LIGHT	temp	ON/OFF	#3ff67f7800f000e....
01	LIGHT	Bright	UP	#3ff67f7800f000e....
01	LIGHT	Bright	DOWN	#3ff67f7800f000e....
05	TV	power	ON/OFF	#####8.....
05	TV	channel	UP	#####8.....
05	TV	channel	DOWN	#####8.....

図 6 テレビのリモコンとデータベース

リモコンなど複数存在する場合が考えられるため、送られたデータの内容により操作方法を振り分けるためである。

また、赤外線リモコンや PLC で機器を操作するためには、信号内に特定の文字列を持たなければならない。そのため、事前にデータベース上に機器の操作に対応した文字列を操作毎に保存する必要がある。例えば、図 6 のようにテレビではリモコンにあるボタン一つ一つに対応した文字列をデータベース上に登録しなければならない。

3.3.6 機器操作確認機能

機器操作が正常に行われたかどうかを判定する。機器操作後、イベント情報の更新が行われると、確認待ちリストを参照し、イベント値が変化したかを判定する。判定により、以下の 2 つの手順を行う。

- イベント値が変化していた場合
確認待ちリストから機器を削除する。
- イベント値が変化していない場合
イベント値が変化していないことをカウントする。ある閾値を超えともう 1 度機器の操作を行うようにする。

3.4 考 察

提案システムより、シナリオの共有、記述、連携のユーザビリティの問題を解決できる。しかし、今回はインターフェースについての設計を行っておらず、提案システムでは使いづらい、使い方を覚えづらいなどの新たなユーザビリティの問題が起これと考えられる。

また提案システムは、従来よりも柔軟な機器連携システムとなり、一定の照度になるまで照明を明るくしたり、ビデオを再生したときにテレビの電源をつけ照明を暗くしたりなどの機器連携を実現することができる。しかし、既存の家電機器自体のイベント情報を取得することができず、現在の機器の状態を家庭内サーバが把握できないので、操作がずれてしまうと全く逆の動作を行ってしまう。このために、既存の家電機器からイベント情報を取得できる方法を導入する必要がある。

4. 関連研究

家電を連携させるシステムは、多く研究されており、ここでは、本研究に関連する周辺分野の従来研究および本研究との相違について述べる。

4.1 多様な機器を赤外線で制御可能な Web サービスの構築

春原らによる研究⁷⁾では、機器連係機能を持たない非情報家電を赤外線を用いて機器連携制御を行っている。これは、赤外線送受信装置を実装し、Web 上から多様な機器を操作できるシステムである。また、ユーザビリティ向上のために、赤外線リモコンの登録にテンプレートを用いて、赤外線信号の対応付けを行っている。この研究は、本研究とは異なり家電の状態変化により、他の家電が動作するといった機能が含まれておらず、本研究が示す機器連携とは異なっている。

4.2 ホームネットワークにおける家電連携サービス作成支援システムの開発

関本らによる研究⁸⁾では、一般のエンドユーザが家電連携サービスの作成を簡単に行える支援システムである BAMBEE の開発を行っている。タッチパネルの GUI 上で家電連携サービスの作成・編集・削除・動作テストを行うことを可能にしている。そして、テレビや DVD プレーヤ、天井照明、電動カーテンなど様々な家電同士を連携させる家電連携サービスを実現している。しかし、家電連携サービスの作成支援のために空気清浄サービスや DVD シアターサービス、お出かけサービスなどを提供しているが、一般のエンドユーザが作成した家電連携サービスを、一般のエンドユーザ同士で共有できない点において本研究と異なる。

4.3 既存家電製品を用いたオートメーションの実現

栗山らによる研究⁹⁾では、PLC と赤外線装置を用いて家電機器の制御を行い、その制御が行われたかどうかを消費電気特性と受信赤外線信号情報を用いて家電機器の状態推定を行っている。これにより、状態監視と状態制御を可能としたホームオートメーションシステム提案し評価している。この研究では、主に家電機器の状態推定とそれにより状態監視を行っており、本研究のように家電機器間での変化により、他の家電機器を操作することまで行われていない。

5. まとめと今後の課題

本研究では、利用者が容易に機器連携システムを利用できるようにするために、利用者同士が機器の操作

手順が記述されたシナリオを共有できるシステムを提案した。提案システムは、利用者が容易に機器連携システムを利用できるようにするために、機器の操作手順の設定に時間が掛かるユーザビリティの問題を解決する。ユーザビリティの問題は、共有、記述、連携の3つからなり、この問題解決のために、シナリオの定義と機器連携システムの設計を行った。機器連携システムは7つの機能からなり、この機能によりシナリオの共有および機器の連携を可能にする。

参考文献

- 1) Digital Living Network Alliance:
<http://www.dlna.org/jp/industry/>
- 2) Welcome to the UPnP Forum:
<http://www.upnp.org/>
- 3) Sun Microsystems - Jini:
<http://jp.sun.com/products/software/consumer-embedded/jini/>
- 4) Viiv テクノロジー インテル:
<http://www.intel.co.jp/jp/products/viiv/index.htm>
- 5) Bonjour Overview:
<http://developer.apple.com/documentation/Cocoa/Conceptual/NetServices/Introduction.html>
- 6) Extensible Markup Language:
<http://www.w3.org/XML/>
- 7) 春原雅史, 河口信夫:多様な機器を赤外線で制御可能な Web サービスの構築, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2008), pp.1708-1723, 2008.
- 8) 関本 純一, 中村 匡秀, 井垣 宏, 松本 健一:ホームネットワークにおける家電連携サービス作成支援システムの開発, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.107, No.525, pp.289-294, 2008.
- 9) 栗山央, 峰野博史, 水野忠則:既存家電製品を用いたオートメーションの実現, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp.265-275, 2008.