

## 機能協調型家電ネットワーク基盤“ゆかりコア”おける 環境適応型機能バインド機構

多鹿陽介<sup>1</sup> 沢田篤史<sup>2,3</sup> 山崎達也<sup>3</sup> 美濃導彦<sup>2,3</sup>

1 (株) 東芝 研究開発センター

2 京都大学 学術情報メディアセンター

3 独立行政法人 情報通信研究機構

E-mail: 1: yosuke.tajika@toshiba.co.jp

本稿では、家電、センサ、ロボットなどの生活支援機器がそれぞれ分散して設計される環境で、それらの複数機能の連携・協調による生活支援サービス構築に適した機能の環境適応型バインド方法を提案する。サービスに必要な機能を、機能実体特定型と機能属性特定型に分類し、後者について、サービスの構成情報およびその制御シナリオを記述したサービス記述と連携し、所望の機能を環境に応じて動的にバインドし、かつ、それを統合制御するサービスインタフェースを動的に構築する方法を示す。さらに、提案方式に基づいて試作したシステムである、“ゆかりコア”の概要およびそこでの適用例を示す。

## A Method for Adaptive Function Discovery and Binding on Distributed and Cooperative Appliance Network Architecture “UKARI-Core”

Yosuke Tajika<sup>1</sup> Atsushi Sawada<sup>2,3</sup> Tatsuya Yamazaki<sup>3</sup> Michihiko Minoh<sup>2,3</sup>

1 Toshiba Corporate R&D Center

2 Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

3 National Institute of Information and Communications Technology

E-mail: 1: yosuke.tajika@toshiba.co.jp

In this paper, we propose a method for constructing an adaptive service by discovering and binding required functions on distributed and cooperative appliance network architecture; UKARI-Core, which supports to create real life services using home appliances, environmental sensors, and home robots. When building a service, functions are categorized into entity-based and attribution-based, and in the latter case function elements are dynamically discovered and connected to transfer user media data to a destination based on a service description, which is build from service topology and service control logics. Firstly, research backgrounds and motivations are shown then we introduce the overview of the architecture and discuss the proposed method. Finally we show the overview of experimental system and example of the applications using the proposed method.

### 1. はじめに

近年、多様なデジタル家電が開発され、またホームネットワークの進展により、デジタル家電のネットワーク化による新しいサービスの実現の検討も盛んである[1]。そして、さまざまなニーズに基づき生活支援アプリケーションが実現されている。しかし、現状、それぞれ独立に設計される家電機器やセンサなどに統一的な連携メカニズムは存在せず、家庭内機器を統一的にネットワークシステム化することは容易ではない。家電機能の連携メカニズムを実現する場合、ネットワーク

ととしては、インターネットの進展により、プロトコルとしてTCP/IPが主流であり、それをを用いた相互接続は普通となっている。しかし、その上位では、白物家電を制御するECHONET™[2]など、家電の種類別にそれぞれ規格がある程度で、すべてを統合するための基準は存在しない。そのため、異種機器を統合したシステムを構築する場合には、現状、各方式のブリッジ化などで実現されている程度にすぎない。また、その設計においても、機能インタフェースの定義からその連携メカニズムまでをすべてアプリケーションとして記

述することが強いられ、製品サイクルが短くなってきている現状、その開発負担の低減が課題となってきた。

我々は、家庭の情報化を進めるにあたり、さまざまな家電機器を用いて生活支援サービスを実現するために、異種機能を統合的に利用するアプリケーション構築の負担を軽減する開発支援環境の実現を目指している。本稿では、まず始めに、上記目的に向けて実現した機能協調基盤“ゆかりコア”の概要を説明する。そして、分散配置された機能を統合してサービス実現する際、サービスに必要な機能を、機能実体特定型と機能属性特定型に分類し、後者について、サービスの構成情報およびその制御ロジックが記述されたサービス記述に基づき、所望の機能を環境に応じて動的に発見、バインドし、かつ、それを統合制御するサービスインタフェースの動的構築方法を示す。最後に、実装システムおよびそのアプリケーション例を示す。

## 2. 機能協調型家電ネットワーク構築基盤：ゆかりコア

### 2.1. 背景

現在の家電機器では、商品としての付値を高めるために、高機能化、多機能化が進められている。ネットワーク化も多機能化の一環として考えられる。しかし、現状では、それらの多くの機能やそれらを操作するユーザインタフェースは、その機器単体での動作のみにとって最適化され設計されており、結果として、機器単体を遠隔制御することや、インターネットから機器単体へ情報を取り込むといった単純なアプリケーション程度しか実現されていない。

ここで、家庭内に複数存在する機器に搭載された機能の中には重複するものも多い。例えば、テレビチューナの機能はテレビにもビデオデッキにも搭載されており、関連する製品を買うたびにユーザの要望の有無に関わらず家庭内に導入される。

もし、これらの機能を機器の枠を越えて連携させることができれば、家庭全体での機能重複の無駄を省くことや、故障中の機能を他の機器が持つ機能で代替すること、利用環境に応じて機能の組合せを適応化してサービスを実行する、機器単体では不可能なサービスを機能連携にて実現することが可能となる。

このような機能協調の枠組を、家電だけでなく、住宅設備やセンサ基盤、対話ロボットと組み合わせることにより、好みの機器や機能を利用したサービスを展開し、ロボットとの音声対話によって機能連携サービスを簡単に利用するといった、よりユーザを指向したサービスの提供が可能になると期待できる。

### 2.2. 概要

上記背景の元、オープンな分散システムおよびその構成要素であるネットワークドアプライアンス（以後 NA と示す）により、図 1 に示すような構成で、家電やセンサの機能を協調・連携させたサービスの実現を支援する開発基盤として“ゆかりコア”を開発した。その第 1 目的は、物理的に分散された機能をネットワーク連携し、それらをあたかも単体の家電を操作するように利用できるようにする環境を構築することである。その家電のことを拡張型ネットワーク家電 ANA (Augmented Networked Appliance) と呼ぶ。

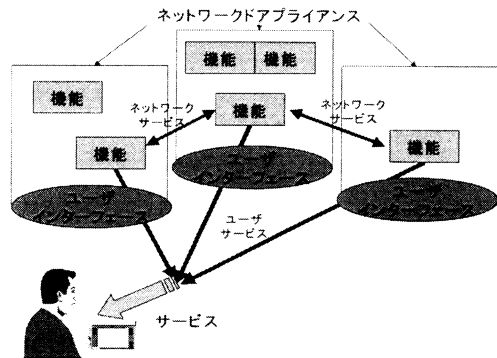


図 1 異種分散機能統合によるサービス提供

ゆかりコアは、家電機能の設計と各機能を利用したサービス設計を独立して行えること、サービス設計時に各家電の実機能の動作詳細を理解していなくてもサービス構築を可能とするのが特徴とする。その特徴は、機能連携サービスの記述方法、およびそれに基づいた分散機能の統合方法により実現されている。

### 2.3. 機能連携サービスの実現方法

ゆかりコアは、以下に示すようなユーザシナリオに基づいたサービス設計を支援する。

- (1) ユーザ、もしくは、ユーザの意図を踏まえた機器、例えばホームロボットなどが、家（ホームドメイン）に対してサービスの要求を発行する。
- (2) 家は、すべての NA の機能から最適なサービス構成を抽出し、そのネットワーク環境のセットアップを行う。
- (3) サービス利用に対するインタフェースを構成する。

ここで、目的を満たすサービスとして、ユーザインタフェースも含めて最適な機能の組合せにて設計され

たサービスをANAサービスと呼ぶ。提案方式は、個別のANAサービスに対し必要な機能を、実機能を指定する手法ではなく、役割や必要条件を列記することで表現し、稼働時にそれを実空間の実機能とバインドすることでサービス環境を構築する手法である。

ゆかりコアでは、分散型機能協調基盤が備えるべき点として、アプリケーションに依存しない機能記述の枠組み、および、機能連携サービスを形式的に記述する枠組みを定義し、それに基づき、機能発見、バインドメカニズムを実現した。前者の記述をNA記述、後者をサービス記述と呼ぶ。

### 2.3.1. 機能の類型化

家庭で用いられる機器が搭載する機能を用いて連携サービスを実現するためには、まず家電の実機能をソフトウェアから制御可能とするための設計が必要である。そこでは、それぞれの機能を特定するための名前付け、利用するためのアクセス方法、情報入出力のためのデータ型などを決める必要がある。一般には、各機能は家電設計者により設計され、さまざまな形態にて実現されるものであり、名前、アクセス方法、データ型などがさまざまであるため、上記機能を用いてサービスを実現する設計者は、それらをすべて把握しておかないと設計は出来ない。

例えば、Webのメカニズムで上記を実現するには、例えば、各機能のアクセス手法やデータ型を、例えばWSDLにて規定し、その記述を機能設計者、サービス設計者が両方把握しているという前提の上その関係が成立している。しかし、一般には、その枠組み上で直接連携サービスを記述するためには、個別機能のインタフェース情報などが直接用いられるなど、連携サービスの記述が複雑になることや、事前に固定された機能しか利用できないなどの課題がある。

ここで、我々は、家電を用いた機能連携システム構築においては、機能を類型化することで、直接個別機能を指示することなく連携サービスを記述することで、その課題を解決できると考えている。機能の分類方法にはさまざまな考えられるが、ゆかりコアでは、機能を、機能実体特定型と機能属性特定型とに分類する。前者は、機能自体を事前に把握し、その実体を指定することで利用する型である。特定の機器からの状態通知や、特定機器への制御がこれに相当する。後者は、機能の振る舞い属性を指定することで、それを満たせば機能実体を制限する必要はない場合である。例えば、ユーザにサービスを提供するために直接用いられるデータを扱う機能はそれに該当する。前者をUE(User and Environment)、後者をFE(Function Element)と呼ぶ。その分類の様子と制御ロジックとの関係を図2に示す。

後者について、さらにその機能の類型化を、家電機能の共通機能の抽出とその類型化を目指して実現されたアーキテクチャAMIDENによる考え方をを用いる[3][4]。その分類方法を表1に示す。AMIDENの考え方は、機能を、扱うデータのメディアの種類およびその操作の種類の種類により分類するものである。例えば、ユーザに映像で情報を伝えるためには、TVのディスプレイを通じても良いし、携帯電話の画面を通じても良いはずである。その場合、ユーザに映像を通じて情報を提供する機能を、Mc(映像を消費するFE)として類型化し、そこに含まれる実機能のどれを用いてもサービス実現可能とする考え方である。

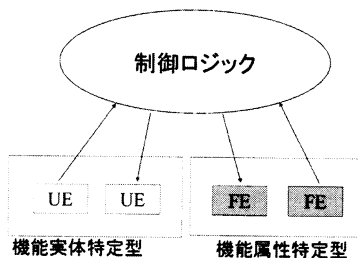


図2 機能の分類

表1 メディアと操作の種類による機能分類

	Generate	Consume	Mix	Transform	Store
Movie	Mg	Mc	Mm2...	Mt,	Ms
Image	Ig	Ic	Im2...	Alt,Tlt, ...	Is
Audio	Ag	Ac	Am2...	IAt,...	As
Text	Tg	Tc	Tm2...	ITt,...	Ts
Numeric	Ng	Nc	Nm2...	INt,...	Ns
Boolean	Bg	Bc	Bm2...	IBt,...	Bs

### 2.3.2. NA記述

NA記述とは、NA自体、およびNAに実装されているFEの詳細仕様記述である。NA記述は、NA名(およびそのフレンドリ名)とFE記述のリストから構成される。FE記述は、FEのIDやその名、FEタイプなど、FEが扱うメディアに依存しない仕様と、Encodingや画像サイズなどメディア別に指定される仕様から構成される。

### 2.3.3. サービス記述

サービス記述は、サービス全体における各機能の役

割の関係を示すサービストポロジ記述と、サービス実行時に必要な制御メッセージのシーケンスを記述するノードシナリオ記述から構成される[5]。

### (1) サービストポロジ記述

サービス単位で、サービス実行上の各機能の役割(ロール)、属性条件、およびその相互の論理接続関係を記述する。サービスは1つ以上のロールから構成され、必要な機能要素を属性として保持する。図3に例を示す。この例では、サービスに3種類の機能が必要とされる。それぞれは固有の機能を特定しているわけではなく、必要な要求条件が属性別に記述されている。実際に本サービスが指定された場合、実空間の中から本条件を満たす機能を発見し、それぞれの役割にバインドする。

### (2) ノードシナリオ記述

ノードシナリオ記述とは、サービストポロジ記述にてロールとして定義された各インスタンスに対する、実行時の制御シーケンス記述である。それは、各機能に対する制御および機能からの非同期イベントの組合せで構成される。実環境にてサービス環境が構築されると、シナリオ記述に基づきメソッドを具現化したコントローラの実行モジュールを生成する。そのインタフェース単位をアクションと呼ぶ。アクションを呼び出すと、状態に基づきコントローラから各機能を制御するメッセージが転送される。

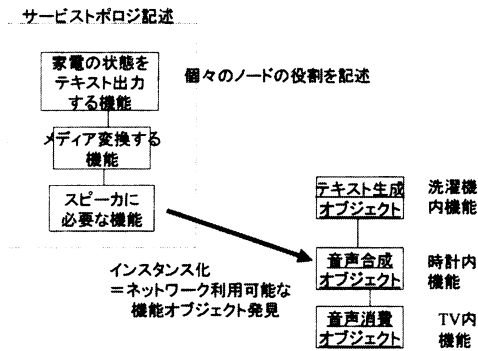


図3 サービストポロジ記述

## 3. 機能発見・バインド方法

ゆかりコアでは、前章で述べた NA 記述に基づき各家電機器が各機能を配備し、制御ロジック搭載機器でサービス記述に基づきそれらを発見、バインド・統合することでサービス環境を構築する。本章ではその方法について説明する。

## 3.1. サービス構築方法

サービス自体は、複数の機能の連携により実現されるが、その連携メカニズムの構築方法を示す。

まず、2.3.1に示したように、機能を、ユーザデータを扱うFEと環境とのインタフェースであるUEの機能に分類して扱う。UEとは一般に設計された機能に対するソフトウェアのProxyであり、そのIDやアクセス方法、データ型を個別に定義したものである。特定の機能の制御やイベント通知を期待する場合にはそれを利用する。UEにはユーザインタフェースも含まれる。ゆかりコアでは、UEからのイベントによりFEを連携させるサービスを起動し、UEからのアクション操作によりFE間のユーザデータの転送を制御するものである。その関係を図4に示す。

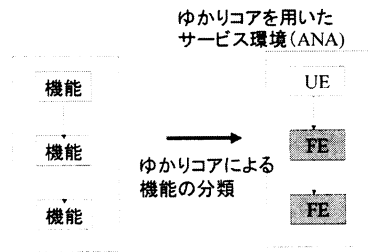


図4 ゆかりコアによる機能の分類 (FE と UE)

## 3.2. FE 連携方法

サービス構築とは、サービス記述に基づき実環境からFEを発見することと、機能間のデータ通信に必要な通信パスを構築することを意味する。具体的には、サービス記述に基づき、バインドした実機能に対し、サービスのコントローラからの指示を伝えるパス(制御パス)、および、機能間でデータを受け渡すパス(データパス)を設定すると共に、制御パスを使って機能連携を指示するコントローラのインタフェースを構築する。ユーザは、個別に機能にアクセスするのではなく、サービスのコントローラに指示することで、コントローラの指示により ANA サービスが動作する。サービスインタフェースが、あたかも1つの機能オブジェクト操作をしているのと等価にすることで、操作の複雑度を軽減させた。その様子を、図5に示す。

## 3.3. 環境適応を考慮した機能選択

コンテキストウェアシステムなど、ユーザの位置や関係に応じた機器や機能選択などが実際のサービス構築で期待される。ゆかりコアでは、それらの制御入力をUEとして受け入れ、UEからユーザ情報や位置情報などの提供を受けて、最適なFE選択をする。



## 4.2. 応用例,および実験

実装したシステムを,センサ類を事前に装備している実験ルーム(ユビキタスホーム)[6]に設置し,システムを動作させた.実応用例として以下の2種類のサービスを実現した.

### (1) 洗濯状態通知 ANA サービス

洗濯機の動作状態をユーザに通知する ANA サービス.洗濯機自体は自身の動作状態をテキストにて通知する機能のみを有する.イニシエータは,洗濯機からの状態変更通知を UE から受け,サービス記述に基づきサービスを起動する.ユーザへの通知をテキスト表示することが望ましい場合には,洗濯機の状態通知機能と,テキスト表示可能な機能を発見・接続し,サービスインタフェースを構築する.

### (2) 冷蔵庫在庫表示 ANA サービス

冷蔵庫の中身を画像として最寄りの画像機器からユーザに表示する ANA サービス.冷蔵庫自体には庫内画像をキャプチャするカメラ機能と, ID タグで食品在庫をタグ情報として管理する機能を搭載する.また,実験環境内の各部屋には TV およびエリア型 RFID を設置し,ユーザと TV との関係を管理する機能(UE)を ANA と連携させ,所望するユーザの近くの TV と冷蔵庫をリンクし,必要なデータを転送するサービスインタフェースを構築する.サービスを起動する UE は,ユーザインタフェースを搭載するホームロボットに搭載し,そこからの指示によりサービス構築する.アプリケーションは単にサービス,およびサービスインタフェースを指示するだけで,ANA により機能連携のサービスが実行されることを確認した.

これらのサービス実験に加え,サービスセットアップ,実行中の動作を可視化するツール“ゆかりビューア”も同時に実装した.これは,イニシエータとレスポンス間のプロトコルのイベントをスニフして表示するものである.その様子を図 9 に示す.

## 5. まとめ

本稿では,機能協調型家電ネットワーク基盤“ゆかりコア”の概要,およびそれを用いた環境適応型機能バインド機構を示した.検証を目的としてその基礎実装を行い,複数のサービス記述を用いて実際にサービス環境構築を行えたことを確認した.今後は,実際のシステムを組み込み実装しその稼働を確かめ,性能評価を進める.また,現状のサービスシナリオ記述の枠組

みを超えて汎用記述可能なアーキテクチャ[7]の検討,導入を進める.

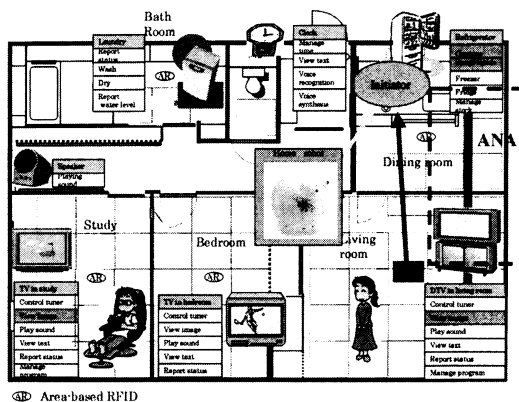


図 9 ゆかりビューア

## 文献

- [1]寺本他,“Web アプリケーションサーバ連携ホームネットワークシステム,情報処理学会,第4回情報家電研究会(IAC-4),Nov,2002
- [2]ECHONET <http://www.echonet.gr.jp>
- [3]多鹿他”ホームネットワークに適した単機能分散型ネットワークドアプライアンスアーキテクチャ”,情報処理学会論文誌,Vol.44, No.9,pp.2320-2333,Sep.2003
- [4]AMIDEN研究会: AMIDENアーキテクチャ仕様書第2版,May,2004
- [5]多鹿,沢田,美濃,釜江,“単機能分散型ネットワークドアプライアンスアーキテクチャにおける統合サービス記述の検討”,電子情報通信学会 信学技報 SS2002-53,Mar. 2003
- [6]美濃導彦,“ゆかりプロジェクトの目的と概要”,情報処理学会第66回全国大会,3TTC-2, Mar.2004
- [7]沢田,多鹿,山崎,美濃,“機能協調型家電ネットワークのためのサービスシナリオ記述方式”,情報処理学会 第145回ソフトウェア工学研究会 (to be appeared),Aug. 2004

「本論文に掲載の商品の名称は,それぞれ各社が商標として使用している場合があります。」