

ユビキタスネットワークにおけるサービス資源検索のための サービスレジストリの考察

瀬戸 英晴[†] 江上 公一[†] 松尾 周平[†] 井垣 宏[†] 中村 匡秀[†]

[†] 神戸大学 〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

E-mail: [†]{seto, egami, matsuo}@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}{igaki, masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp

あらまし 将来的なユビキタスネットワークにおいては、ネットワークに偏在する多種多様なサービス資源をユーザ要求やコンテキストに合わせて動的に組み合わせ、適応型サービスを実現するサービス提供基盤が期待される。本研究では、ユビキタスネットワークにおけるサービス資源を効率的に検索するためのサービスレジストリ「ユビレジ」を提案する。ユビレジでは資源が提供する全てのサービス操作を、源泉、変換、吸収という3つのサービスタイプに分類し、その操作が物理空間とIT空間のどちらで提供されるかを明確にする。また、各サービス資源には物理ロケーションおよび目的キーワード情報を付加し、サービス資源を物理的な場所や目的で検索できる工夫を行っている。これらのアイデアに基づき、本論文ではユビレジのデータモデリングを行うと共に、データへアクセスするためのユビレジAPIを設計・実装した。ケーススタディとして、ホームネットワークにおける環境引き継ぎサービスを取り上げ、提案法の有効性を示す。

キーワード サービス資源, サービス発見, ホームネットワーク, UDDI, Web サービス

A Proposal of Service Registry for Discovering Service Resources in Ubiquitous Network

Hideharu SETO[†], Kouichi EGAMI[†], Syuhei MATSUO[†], Hiroshi IGAKI[†], and Masahide
NAKAMURA[†]

[†] Kobe University Rokkoudaicho 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo, 657-8501, Japan

E-mail: [†]{seto, egami, matsuo}@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}{igaki, masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp

Abstract In the future ubiquitous network, it is expected to realize an adaptive service platform, which dynamically integrates various service resources to provide adaptive and context-aware services. This paper presents a service registry, called *Ubi-Regi*, in order to support efficient and dynamic discovery of service resources in the ubiquitous network. Ubi-Regi categorizes every service operation into one of three types: Source, Transformation or Sink service, to define the scope of the operation within the real and IT worlds. Also, it associates every resource with the physical location and the goal keywords, so that the resource can be searched by place or purpose. This paper first conducts data modeling of Ubi-Regi. We then design and implement Ubi-Regi APIs as data accessors. We demonstrate its feasibility through a case study of the environment migration service in a home network system.

Key words Service Resources, Service Discoverability, Home Network, UDDI, Web Service

1. はじめに

近年、身の回りの様々なモノや設備にプロセッサを埋め込みネットワークに接続して、多様なサービスを実現するユビキタスネットワーク [1] の研究・開発が盛んである。

ユビキタスネットワークでは、センサや家電、携帯、情報コンテンツ、車等、様々なモノがそれぞれ独自の機能をネット

ワークに公開する。これらの機能をネットワークを介して連携することで、高付加価値なユビキタスサービスを実現する。ここで、各モノの機能はユビキタスサービスを実現するための資源（サービス資源と呼ぶ）と捉えることができる。

現在こうしたサービス資源はサービスごとに閉じた形で固定的に利用されることが一般的である。将来的には、ネットワークに偏在する膨大なサービス資源を「いつでも、どこでも、誰

にでも」利用可能とし、時々の状況や個人の要求にあわせたユビキタスサービスをオンデマンドに作成可能とするプラットフォームの実現が期待されている [2]。これに関して、SOA やクラウドコンピューティング技術の適用が有望視されている [3] [4]。

このようなプラットフォームの実現においては、ユビキタスネットワーク上に偏在する多種多様なサービス資源をいかに検索・発見できるかが課題となる。例えば、あるユーザが「朝出かける際に天気予報を読み上げてくれるサービスが欲しい」と思ったとする。このサービスの実現においては「外出を検知するセンササービス」、「天気予報を取得するサービス」、「天気予報を音声に変換するサービス」、「音声を出力するスピーカーサービス」等のサービス資源が必要である。しかしながら、自分の目的にあったこれらのサービス資源をユーザ自らが手動で即座に発見し、利用・管理することは極めて困難である。

そこで本研究では、ユビキタスネットワークにおけるサービス資源を効率的に検索するためのサービスレジストリ (ユビレジ) の構築を目的とし、レジストリに必要なデータ項目・データ構造の考察を行う。

既存のサービスレジストリの代表例として、Web サービスを検索する UDDI [5] が知られている。しかしながら、ユビキタスネットワークにおいては、サービス資源が物理空間に密接に結びついていることから、IT 空間に閉じた従来の Web サービス検索では限界がある。例えば家の 1 階のリビングにあるスピーカから音声を出力してほしい場合、宅内に数多く存在するスピーカサービスの中から目的の場所にあるスピーカサービスを検索しなければならない。

提案するユビレジではまず、ユビキタスネットワーク上のサービス資源を、源泉 (Source)、変換 (Transformation)、吸収 (Sink) の 3 つのサービスカテゴリに分類し、サービス資源と物理 / IT 空間との対応を明確にする。次に、サービス資源を扱う際のデータ項目として、従来のサービスの名称、機能などの項目に加え、新たに階層構造で表現される物理ロケーションを付加した。さらに本研究では、ユビレジにアクセスするための API の設計・実装を行う。この API を用いて、カテゴリや場所、目的 (機能) 等をクエリとして外部プログラムからサービス資源を検索できるようになる。提案法の有効性を示すため、ユビレジを用いて「ホームネットワークにおける環境引き継ぎサービス」を実現するケーススタディを行う。

2. 準備

2.1 ユビキタスサービスとサービス資源、サービス操作

本稿におけるユビキタスサービスとは、ユビキタスネットワークに接続された様々なモノの機能を利用して実現される付加価値サービスを指す。代表的なものにホームネットワークシステム (HNS) における家電連携サービスがある [6]。HNS は、家庭内にある家電や設備、各種センサを家庭内ネットワークに接続したシステムである。これらの機器をネットワーク越しに連携し、付加価値機能を実現したものが HNS 家電連携サービスである。例えば、TV、DVD、カーテン、照明、サラウンド

スピーカーを連携して、ワンタッチで映画館の雰囲気の中で映画を視聴できる「DVD シアターサービス」や、ユーザの帰宅をドアセンサで検知して、部屋照明をつける「お帰りサービス」などがある。

また、サービス資源とは、ユビキタスサービスを実現するために利用するモノを指すものとする。上記 HNS の例では、TV やカーテン、ドアセンサなどは全てサービス資源となる。サービス資源は必ずしも実体のあるモノに限らない。翻訳システムやメール送信ソフトウェアといった情報システム・ソフトウェアもユビキタスサービスのサービス資源になりうる。

通常 1 つのサービス資源は複数の振る舞いを機能として提供する。これらをサービス操作と呼ぶ。例えば、エアコンというサービス資源は、暖房、冷房、除湿といったサービス操作を持つ。ユビキタスサービスは、サービス資源が公開するこれらのサービス操作を、目的に応じて組み合わせることで実現される。

2.2 本研究で想定するユビキタスサービス

従来多くのユビキタスサービスでは、サービスが利用するサービス資源と操作があらかじめ静的に決まっている。今後、より多くのサービス資源がネットワークに接続されてくると、無数のサービス資源を動的に組み合わせ、時々の状況やユーザの要求にあわせた「いまだけ、ここだけ、あなただけ」サービスを生成するしくみが期待されている [2] [7]。

上記の実現において、多種多様なサービス資源の相互接続性を確保するために、サービス指向アーキテクチャ (SOA) の考え方が有効である。サービス操作をデバイスや実装に非依存な「Web サービス」としてネットワークに公開し、これらを組み合わせるさらなるサービスを構築する。我々の研究グループでも従来型の家電を Web サービスでラップし、家電連携サービスを実現する HNS (CS27-HNS) [3] を開発している。SOA の考え方を利用することで、機種やベンダーに依存せずに家電の操作を実行でき、インターネット上の情報サービス資源とも連携動作させることが可能である。

また、大量のサービス資源にアクセスする仕組みとしては、クラウドコンピューティングの技術が有望であると考えられる。ユビキタスネットワークに接続された多種多様なモノを「サービス化された資源」として考える (X as a Service, XaaS)。

本研究では、上記で述べたような将来のユビキタスネットワーク / サービスを想定している。各サービス資源とその操作はサービスとしてネットワークに公開されており、標準的な手段 (例えば Web サービスなど) で呼び出し可能であるものと仮定する。また、それらのサービス資源がネットワーク上に無数に存在し、利用可能となっているものとする。

2.3 本研究のスコープ

本研究では、前節で述べた将来のユビキタスネットワークを対象とし、ネットワーク上に存在する膨大かつ多種多様なサービス資源をいかに管理し、検索するかに議論の焦点を当てる。目的の達成のために、ユビキタスネットワークのためのサービス資源レジストリ「ユビレジ」を開発する。

我々が従来行ってきた CS27-HNS のサービス開発では、サービス資源はすべて既知であり、サービス操作を呼び出すための

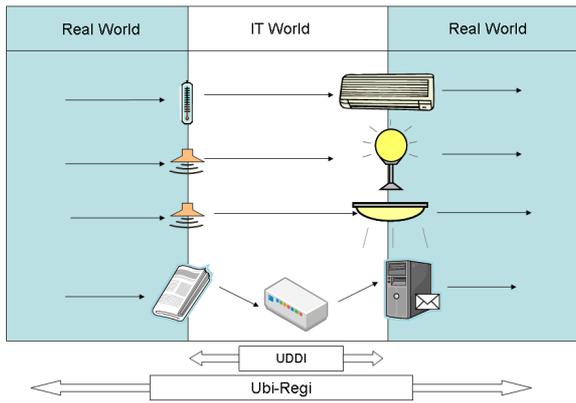


図 1 既存のサービスとユビキタスサービスの関与する領域の違い

エンドポイントをプログラム中で固定的に記述していた。そのため、サービス資源が新しく公開される度に、それぞれのコードを追加・修正し、リリースし直す必要があった。したがって、サービス資源を動的に追加することや、未知のサービス資源と連携することは設計上不可能であった。ユビレジを用いることで、サービス資源を動的に検索・調達できるようになるため、これらの既存の課題が解消できると考えられる。

2.4 関連技術

関連技術として、Web サービスを対象としたサービスレジストリ UDDI が提案されている [5]。UDDI では、業種や名称、機能、対象、技術仕様などで Web サービスを検索でき、主に電子商取引の分野で期待されている。しかしながら、ユビキタスサービスは、物理空間と IT 空間の双方に関与するという特徴を持っているため、そのままの適用は困難である。図 1 に概念図を示す。図において、アイコンはサービス資源、矢印は資源間のデータフローを表す。センサやテレビといったサービス資源は、ユーザのいる物理空間と情報処理が行われる IT 空間の境界に位置するサービス資源である。

UDDI は、IT 空間上で完結するサービスを対象とするレジストリであったため(図 1 の下部、UDDI の矢印範囲)、UDDI に記述される内容は、サービスのエンドポイント、サービスの機能、サービスの利用方法などに限定されていた。物理空間と IT 空間の双方に関与するサービス資源を扱うには(図 1 の下部、ユビレジの矢印範囲)、UDDI の仕様では情報量が不足しており、そのまま適用することは困難である。例えば、その資源が建物内のどの場所にあるかといった物理的な場所についての情報が必要となってくる。

3. ユビレジ (ユビキタスサービス資源レジストリ)

3.1 キーアイデア

ユビキタスネットワークにおけるサービス資源の特徴を考え、我々は下記のキーアイデアに基づいてユビレジの設計を行った。(K1) サービス操作の分類: 資源が提供する全てのサービス操作を、源泉 (Source)、変換 (Transformation)、吸収 (Sink) の 3 種類のカテゴリに分類する。

(K2) 物理ロケーションの付加: Source サービス, Sink サービス

の登録情報として、物理空間情報を付加する (K3) 目的キーワードの付加: サービス操作に対し、その操作の目的となりうるキーワード群を付加する

3.2 サービス操作の分類

2.4 で述べたように、ユビキタスネットワークにおけるサービス資源は、物理空間と IT 空間の双方に関与することが多い。このことに着目し、我々は資源が提供するサービス操作を次の 3 種類のカテゴリに分類することを提案する^(注1)。

(C1) Source サービス: 物理空間の情報や環境を源泉として、それらを IT 空間へのデータとして取り込むサービス。例えば、温度や湿度を取得するセンササービスや、社会のニュースをデジタルデータで提供する RSS サービス等が相当する。

(C2) Transformation サービス: IT 空間上のデータを加工・変換し、再び IT 空間上のデータとして出力するサービス。テキストを音声データに変換する音声合成サービスや、英語テキストを日本語へ翻訳する英日翻訳サービス等が相当する。

(C3) Sink サービス: IT 空間のデータに基づき、物理空間の情報や環境に作用するサービス。部屋の温度を暖めるエアコン暖房サービスや、テキスト情報をメールでユーザに送信するメール送信サービス、音声データを音声出力するスピーカーサービス等が相当する。

図 1 の左側境界, 中央, 右側境界にそれぞれ位置するサービス操作は, Source, Transformation, Sink に対応付けられる。

上記のカテゴリを用いることでサービス操作が果たす役割が明確となり、検索が行いやすくなる。ユビキタスサービスは、基本的に Source, Transformation, Sink の順でサービス操作をつなげることで実現できる。ユビレジの利用者は、カテゴリごとに、名称や機能に合致したサービス資源・操作を検索し、目的のユビキタスサービスの構成要素として利用する。センサを使いたければ Source サービス、出力デバイスが欲しなければ Sink サービスといった具合に検索を行う。なお、UDDI で管理されてきた従来型の情報 Web サービスは、基本的には Transformation に分類されることに注意されたい。

3.3 物理ロケーションの付加

Source および Sink サービスは物理空間と密接に結びついていることから、そのサービスが物理空間内のどの場所に作用するか、といった場所についての情報が必要となる。例えば、エアコン暖房サービスが複数あった場合に、各エアコンが建物内のどこにあるかがわかっていないと、どのサービスを使うべきか判断できない。

そこで、Source および Sink サービスに関しては、サービスを提供する資源が配置されている物理的な場所を表す物理ロケーションを付加することにする。物理ロケーションの定義においては、文献 [9] を参考に、物理世界の建物、部屋、モノ等の空間的な包含関係に基づき、それぞれに対応する場所エンティティの木構造として表現する。図 2 に例を示す。この例は、あるユーザの宅内の物理ロケーションをモデル化したものである。

(注1): 提案する分類は、ソフトウェアの構造化手法における STS 分割法 [11] からヒントを得ている

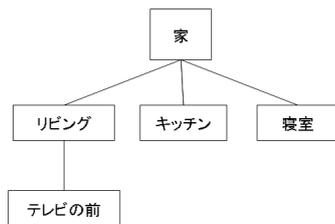


図 2 物理ロケーションの木構造

家の中には、リビング、キッチン、寝室(という場所)が含まれており、リビングにはテレビの前(という場所)がある。

サービス資源をこれらの場所エンティティに紐付けることで、場所をクエリとする検索が可能となる。先のエアコン暖房サービスの例でも、サービスを異なる物理ロケーションに紐付けることで、欲しい場所のサービスを検索できるようになる。また、木構造でモデル化することにより、場所の包含関係を用いた検索が可能となる。図 2 の例では、「家の中にある全てのエアコン」を検索することや、「テレビの前にある人感センサをリビングの人感センサとして使う」といったことが可能となる。

3.4 目的キーワードの付加

サービス操作を検索するには、3.2 で定義したサービスカテゴリに加えて、その操作に密接に関連したキーワードがあれば検索精度が向上する。ユビレジでは、サービス操作を目的で検索することを想定し、サービス操作の目的となりうるキーワード(目的キーワード)を定義することにする。

目的キーワードの定義方法は様々なやり方が考えられるが、ユビレジでは Source, Sink サービスが作用する環境プロパティ名(温度や湿度など)や、Transformation サービスの入出力属性名、または機能名をキーワードとして採用する。

例えば、エアコンの暖房サービスや、ファンヒーターのオンサービスには、「温度、室温、室内温度、気温」といった環境プロパティを紐付けておく。こうすることで、ユビレジのユーザがエアコン、ファンヒーターといった具体的な機器名を指定しなくても、「部屋の温度を上げたい」という目的から、「温度」をキーワードに持つ Sink サービスを検索することで、上記 2 つのサービスが検索できることになる。

3.5 ユビレジのデータモデリング

以上の議論を踏まえて、ユビレジのデータモデリングを行った。図 3 に文献[10]の表記法に従った ER 図を示す。四角はデータエンティティ(テーブル)を表しており、エンティティ名、CRUD、キー、属性のスキーマが並ぶ。エンティティの下部にはインスタンスを併記している。エンティティ間の関連として、(+)は親子関係を、(+ ...)は参照関係を表す。紙面の都合上、部分的に正規化を崩したモデルを掲載している。データモデルは、大きく 3 つの部分に分けられる。以下、順を追って説明する。

3.5.1 物理ロケーション定義

3.3 で議論した物理ロケーションを、「ロケーション (LOCATION)」テーブルで管理する。このテーブルは、主キーに物理ロケーションの ID を、属性として木構造における親ロケーシ

ョンへの参照、および、自身のロケーションの説明キーワードのリストから構成される。図中のインスタンスは、図 2 に示す木構造を表現している。

3.5.2 目的キーワード定義

目的キーワードは「キーワード (KEYWORD)」テーブルで管理される。このテーブルは、主キーにキーワードの ID、属性としてキーワードおよび類義語のリストから構成される。図 3 中のインスタンスでは、K002 が温度に関するキーワードを保持している。類義語登録により、「温度、室温、室内温度、気温」といった様々な検索ワードでヒットするよう工夫している。

3.5.3 サービス資源定義

サービス資源は、「サービス資源 (SERVICE_RESOURCE)」「サービス操作 (SERVICE_OPERATION)」「パラメータ (PARAMETER)」という 3 つのテーブルで定義される。

まず、SERVICE_RESOURCE テーブルは、各サービス資源の ID、その資源を性質付けるクラス(家電の種類や情報サービスの大まかな種別など)、資源のエンドポイント URI、物理ロケーションへのリンク、資源の説明で構成される。資源 ID は個々の資源インスタンスごとにつけることに注意されたい。同じテレビでも、リビングにあるテレビは「tv01」、寝室にあるテレビは「tv02」のように区別する。資源クラスの定義方法は現在考察中であるが、HNS オブジェクトの標準的なデータモデル[8]等を参考にする予定である。図 3 中のインスタンスでは、tv01 がリビングにあるテレビであり、物理ロケーションは L002、エンドポイントが Web サービスの URI <http://cs27-hns/tv.wsdl> で与えられている。

各資源が公開するサービス操作は、SERVICE_OPERATION テーブルで定義される。資源 ID と操作名を主キーとし、サービス操作のカテゴリ (Source, Transformation, Sink)、戻り型、操作説明、目的キーワードのリストで構成される。一つのサービス操作が、複数のキーワード(群)に紐付け可能であることに注意されたい。図 3 中のインスタンスにおいては、tv01 の on 操作はテレビの電源をオンにする操作であり、実世界に作用する Sink サービス、戻り値は void で、映像と動画に関連することを表している。一方、tempSensor01 の getValue 操作は、実世界から情報を取得する Source サービスであり、戻り値は Temperature で、温度(室温、室内温度、気温)に関連するサービスであることを表している。

また、サービス操作の中にはパラメータを必要とするものもある。これは PARAMETER テーブルで管理される。資源 ID と操作名、パラメータ名を主キーとし、パラメータの型、定義域、パラメータ説明で構成される。図 3 中のインスタンスでは、tv01 の setChannel メソッドは、パラメータ channel が必要であり、その型は Channel 型、定義域は 100 ~ 200 であることを示している。

3.6 ユビレジ API

ユビレジを外部プログラムから容易に利用できるように以下の API (getService()) を定義する。getService() は、引数にサービスカテゴリ、資源クラス、物理ロケーション、目的キーワードに関するクエリをとり、クエリに合致するサービス操作



図 3 ユビレジのデータモデル

のリストを返す。

インターフェース:

```
getService(category, class, location, keyword);
```

引数:

- category: Source, Transformation, Sink のいずれか
- class: 資源クラス (機器名, サービス名など)
- location: 物理ロケーション
- keyword: 目的キーワード

戻り値:

クエリに合致するサービス操作オブジェクト (ReturnObject)

の配列

ReturnObject の詳細を表 1 に示す。ReturnObject はフィールドとして、メソッド名 (method)、エンドポイント (endPoint)、場所 id のルートからのパス (locationIDpath)、場所名のルートからのパス (locationNamePath)、資源クラス (classID)、戻り値の型 (returnType)、サービスの詳細 (description)、引数の情報 (parameterObject[]) を保持している。ParameterObject は表 2 で示した構造となっており、フィールドとして、引数の

型 (type)、引数名 (name)、引数としてとり得る値 (domain)、引数についての詳細 (description) を保持している。

表 1 ReturnObject

フィールド	詳細	例
method	メソッド名	setChannel
endPoint	エンドポイント	http://cs27-hns/tv.wsdl
locationIDPath	場所 id のルートからのパス	L001/L002
locationNamePath	場所名のルートからのパス	家/リビング
class	資源クラス名	TV
returnType	戻り値の型	void
description	サービスの詳細	テレビのチャンネル設定
parameterObject[]	引数についての詳細	

表 2 ParameterObject

フィールド	詳細	例
type	引数の型	int
name	引数名	channel
domain	引数としてとり得る値	[100..200]
description	引数の説明	テレビのチャンネル

3.7 実装

以上の議論に基づいて、ユビレジの実装を行った。具体的には、ユビレジ本体は MySQL によるデータベースを構築した。

データとしては、研究グループで開発している CS27-HNS のサービスデータを登録した。一方、ユビレジ API は REST-Web サービスとして実装した。実装に利用した技術の諸元を下記に示す。

開発環境: Eclipse3.4.0

API 実装: Java

DBMS: MySQL 5.1

Web サーバ: Apache Tomcat 5.5

Web サービスエンジン: Apache Axis 2.1.3

4. ケーススタディ: HNS 環境引き継ぎサービス

ユビレジの有効性を確認するため、HNS における「環境引き継ぎサービス」に対する適用ケーススタディを行う。環境引き継ぎサービスとは、ユーザがリビングから寝室に移動した際、リビングの環境を寝室に引き継ぐサービスである。サービスのシナリオは、以下のとおりである。

(1) ユーザがリビングを退室したことを検知すると、サービスはその時のリビングの温度、照度を取得する。

(2) 引き続きユーザが寝室に入室したことを検知すると、サービスはリビングの環境とできるだけ同じ環境を再現すべく、寝室内の機器を操作する。

このサービスを実現するためには、まずはじめに、以下の Source サービスが必要である。

so₁: リビングの温度を取得するサービス

so₂: リビングの照度を取得するサービス

so₃: 寝室の温度を取得するサービス

so₄: 寝室の照度を取得するサービス

so₅: リビングの入退室を検出するサービス

so₆: 寝室の入退室を検出するサービス

これらのサービスによって、ユーザのリビングから寝室間への移動を検出し、そのときの温度、照度を取得することができる。これらのサービスを検索するために、ユビレジにクエリを与えて検索する。以下の例は、so₁ を検索するためのクエリである。

```
qo1 = {category=> "Source", class=> "ANY", location=>"リビング", keyword=>"温度"}
```

いま、ユビレジに図 3 で示されたインスタンスが登録されているとすると、qo1 により「tempSensor01 の getValue 操作」が見つかる。他の Source サービスに関しても同様に、location と keyword を変更することで検索できる。

次に、Sink サービスとして以下のサービスが必要である。

si₁: 寝室で照度を変更するサービス

si₂: 寝室で温度を変更するサービス

例として、si₁ を検索する場合のクエリを示す：

```
qi1 = {category=> "Sink", class=> "ANY", location=> "寝室", keyword=> "照度"}
```

qi1 により、寝室の照度を変更するサービスである「ceilLight の on 操作」と「tableLight の on 操作」の 2 つのサービス操作が検索される。同様に si₂ を検索する場合は、上記の目的を「温度」にすればよい。ここまでの検索により「環境引き継ぎサー

ビス」の実現に必要なサービス操作が取得できた。

後は、「リビング照度>寝室の照度 であるならば、ceilLight の on 操作を実行する」といったサービスロジックを組むことで「環境引き継ぎサービス」を実現できる。このように、ユビレジを利用することで、サービスカテゴリ、物理ロケーションと目的キーワードから、UDDI では不可能であった物理空間上のサービスを動的に調達することができる。

5. おわりに

本論文では、ユビキタスネットワークにおけるサービス資源を動的に検索・調達するためのサービスレジストリ「ユビレジ」を提案した。ユビレジではサービス操作をその役割に基づいて 3 つのタイプに分類し、物理 / IT 空間との対応を明確にした。また、物理ロケーションおよび目的キーワードの付加によって、ユーザの意図に沿ったサービスを調達しやすくなることを示した。このアイデアに基づき、ユビレジのデータモデリングおよび API の設計・実装を行った。

今後の課題としては、まず資源クラスの定義方法を考察することを考えている。これにより機器やサービス単位での検索がより簡単になると予想される。また、クラウド環境を想定したアプリケーションから実際にユビレジを利用することで、その評価を行っていききたい。

謝辞 この研究の一部は、科学技術研究費(若手研究 B 18700062, 20700027)、およびパナソニック電工株式会社の助成を受けて行われている。

文 献

- [1] M. Weiser, "The Computer for the 21st Century," Scientific American, Vol.265, No.3, pp.94-104, Sept. 1991
- [2] 井上 真杉, 実藤 亨, "地域・個人適応サービスの実現を目指すユビキタスセンサネットワークプラットフォーム 新世代ネットワークを担う新しいモバイルの世界", 情報処理 vol.50, no.9, pp.895-905 September 2009
- [3] M. Nakamura, A. Tanaka, H. Igaki, H. Tamada, K. Matsumoto, "Constructing Home Network Systems and Integrated Services Using Legacy Home Appliances and Web Services," *International Journal of Web Services Research*, vol.5, no.1, pp.82-98, January 2008.
- [4] 江上 公一, 井垣 宏, 中村 匡秀, "ユビキタスクラウドによる適応型ユビキタスサービスの提案と評価," ウィンターワークショップ 2010・イン・倉敷, vol.2010, no.3, pp.59-60, January 2010,
- [5] UDDI Version 2.0, <http://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/cc465684.aspx>
- [6] パナソニック電工株式会社, "ライフィニティ", <http://denko.panasonic.biz/Ebox/kahs/>
- [7] 森川 博之, 南 正輝 "実空間指向ユビキタスネットワーク" 電子情報通信学会論文誌, vol. J88-B, no. 11, pp. 2137-2146, November 2005(Invited Paper).
- [8] 江上 公一, 井垣 宏, 中村 匡秀, "ホームネットワークシステムにおけるサービス開発を容易化するネット家電標準データモデル," 電子情報通信学会 OIS 研究会, vol.OIS2008-75(2009-3), pp.75-80, March 2009.
- [9] 佐藤 一郎, "スマートスペースのプログラミングモデル", 情報処理学会論文誌, Vol.45, no.12, pp.2655-2665, 2004.
- [10] 渡辺幸三, "販売管理システムで学ぶモデリング講座", 翔泳社, 4798117048, 2008
- [11] T. DeMarco, "Structured analysis and system specification", In *ACM Classic Books Series*, pages 409-424. Yourdon Press, 1979.