

ユビキタスサービス合成機構を用いたユーザコンテキストウェア型 情報提供アプリケーションシステム

横畑 夕貴[†] 徳永 徹郎[†] 浜田 信[†] 武本 充治[†]

[†]日本電信電話株式会社 NTT ネットワークサービスシステム研究所

〒180-8585 東京都武蔵野市緑町 3-9-11

E-mail: [†]yokohata.yuki@lab.ntt.co.jp

概要 将来のユビキタスネットワークにおけるサービスの提供を柔軟に行うことを目指して、ユビキタス SOA の研究開発を行っている。ユビキタス SOA においては、ユビキタスネットワークにおいて利用可能な様々なデバイス・機能といったサービスの実体を抽象化した部品を、同じく抽象化されたシナリオにしたがって組み合わせることで、目的となるサービスを実現することを目指している。ユビキタス SOA は、実際のサービス提供を意識したシステムであるため、サービスを実現するアプリケーションの実装も行っている。本稿では、試作したシステムのフィージビリティや必要機能の検証を目的とした、実証実験の取り組みについて述べる。

キーワード ユビキタスネットワーク, web service, アプリケーション, 実証実験

User-Context Aware Information Provisioning System on Ubiquitous Service Coordination Mechanism

Yuki YOKOHATA[†] Tetsuro TOKUNAGA[†]

Makoto HAMADA[†] and Michiharu TAKEMOTO[†]

[†]NTT Network Service Systems Laboratories, NTT Corporation
3-9-11 Midori-cho, Musashino-shi, TOKYO 180-8585 Japan

Abstract

To establish flexible service-provisioning in ubiquitous network environments, we are studying Ubiquitous Service Oriented Architecture (ubiquitous SOA). The ubiquitous SOA-based systems composes the service elements, which are abstracted of actual and usable entities, for example, devices or functions, based on the abstracted service scenarios and obtains the target services. Because the research project of ubiquitous SOA is close to actual service provisioning, we have been developing the applications, which provide the examples of services. This paper describes the field trial with the application system. The aim of the field trial is to evaluate the feasibility of the system and functions of ubiquitous SOA.

Keyword Ubiquitous network, web service, application, field trial

1. はじめに

ユビキタス環境の現状について触れると、組み込みコンピュータ技術の進歩に伴い、Web のような仮想空間に閉じた機能だけでなく、情報家電・センサなど実空間に関連した様々な機器がネットワークに繋がりがつある。更に、デバイスの標準化動向として、デジタル家電や PC などのネットワーク機器の相互接続を目的とした UPnP (Universal

Plug and Play) や DLNA (Digital Living Network Alliance), 最新機能の追加, ユーザ毎のカスタマイズを可能にする OSGi (Open Service Gateway initiative) 等の標準化活動が活発になっている。さらに、Web 技術に関しては、Web Service がエンタプライズアプリケーションとして多くの企業に広まりつつある。

一方、日本国内におけるブロードバンド加入者数は 2006 年 11 月時点で 2,136 万人 (米国・中国に次ぎ 3 位), 3G 携帯電話の契約者は 2006 年 2 月時点で 4592 万件 (全契約数の半数以上) となっていることから、数年内にユーザは

いつでもどこでもネットワークに繋がり、携帯電話によって自分の位置情報を把握できるようになる。実世界においてユビキタスサービスを実現させるには、ユーザの状況をリアルタイムかつ正確に把握すること、またその状況に合わせてユビキタスネットワークに遍在している様々な Web Service、デバイス、コンテンツ等の膨大な情報からその場その時の状況に最適なものを選択する技術が期待される。

この課題に対してわれわれはこれまで、Semantic Web や SOA のコンセプトを応用して、ユーザの位置、嗜好、履歴等のユーザコンテキストに適応して、ネットワーク内に遍在する多種多様なネットワーク機器や Web サービスを、ネットワーク内から動的に発見し、組み合わせるサービス合成技術[1][2]を確立してきた。通常の SOA では厳密な記述である BPEL[3]を用いるため、ユーザコンテキストに沿ったサービスの提供や、サービスのカスタマイズは想定されていなかった。これに対しユビキタス SOA は、コンテキストウェアでカスタマイズ可能サービス提供を目指す。

そして昨年度、技術のフィージビリティを検証するために、情報提供サービスの実証実験を約一ヶ月間、一般の被験者を対象にして実験を行った。実験期間中、開発したシステムが正常動作し続けたことから、実験としては成功であった。しかしながら、技術の評価は、コンテキスト(瞬間の場所のみ)に応じた端末(ディスプレイのみ)の切り替えが可能であることを示したに留まり多様なコンテキストへの対応、サービス評価に関して課題が残った。

本稿では、技術のフィージビリティとユーザビリティを総合的に評価するための実証実験の技術課題について報告する。

2. サービス合成の概要

サービス合成技術は、一般ユーザが、ユビキタスネットワーク上に遍在するサービス、デバイス、コンテンツを自由に合成して、自分用のカスタマイズサービスを実現できる基盤である。合成対象であるサービス要素 (Service Element: 以降 SE) は、ネットワークサービスコンポーネント技術のデファクト標準となっている Web サービスと UPnP デバイスとしている。これらはインタフェース (以降 IF) 情報などのサービス記述をネットワークに公開していることを前提とする。ユーザは、受けたいサービスシナリオをサービス設計図 (Service Template: 以降 ST) に記述する。ST には、呼び出される SE のネイティブな IF ではなく、IF の意味情報であるメタデータによりフローが記述される。合成エンジンは、ST を解釈し、ユーザの位置や嗜好情報などから最適なサービス要素を動的に発見、結合し、ユーザに「その場その時の状況に最適なサービス」を提供する。本サービス合成技術の強みは、ユビキタスアプリケーションを個々に作っていくのではなく、ユーザの状

況・リクエストに応じてサービスを動的に合成し、ユーザのニーズに応じたサービスを提供できることである。

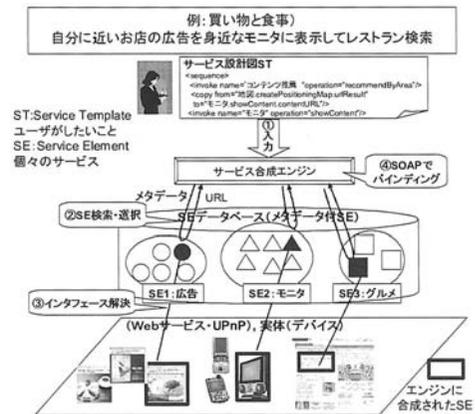


図1：サービス合成の概略図

コンテキストの把握方法について考えると、ユーザに関するコンテキストはユーザに近いところで管理することがコスト的にも低く、また、ユーザにも受け入れやすいと予測されるので、将来的には、ユーザの持ち歩く携帯端末でユーザコンテキストの把握とサービス合成を行う方法が有力であると考えられる。また、ユーザの持ち歩く携帯端末としても、携帯電話の技術の進展により、これらの機能を実装できるようになることも予測できる。しかし、当面はネットワーク中にユーザコンテキストも含めたコンテキスト管理機能とサービス合成機能を実装する方法で、実際のシステムを提供し、ユーザの反応を見て行く予定である。

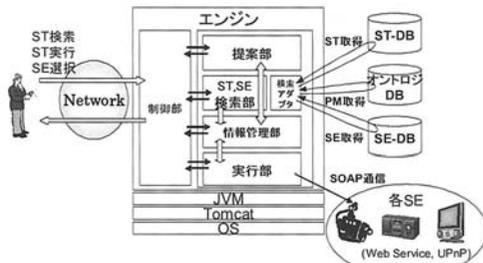


図2：サービス合成エンジンの機能ブロック

図2にサービス合成エンジンの機能ブロックについて示す。ST、SE 検索部は検索アダプタにより様々な検索機能が利用可能となっているが、それらの検索機能を利用して、ST、SE を検索してくる機能である。提案部は、検索されてきた SE から適切な SE を決定する機能である。実行部は、SE にて指示され、決定された SE の意味情報を用いた抽象的な記述を具体的なオペレーション名に変換して、SE

を呼び出す機能である。これらの動作中に必要な情報は、情報管理部にて管理される。

これらの動作を、順に示すと以下ようになる。

1. ST 検索：ST-DB から ST を検索
制御部⇒検索部⇒ST-DB⇒検索部⇒制御部
2. SE 検索：ST を解析し、カテゴリ名などを条件にオントロジ DB から Semantic Web のプロセスモデルを取得し、それを元に SE-DB から該当する Service を取得（※SE 開発者はプロセスモデルのファイルを参照して Web サービスを作成する。）
制御部⇒検索部⇒オントロジ DB⇒情報管理部⇒検索部⇒SE-DB⇒情報管理部⇒検索部⇒制御部
3. SE 決定：提案部にて、位置・嗜好情報などのユーザコンテキストや時刻など他のコンテキストから各 SE を採点付ける。その後、ユーザの優先順位のポリシーに従って最高点の SE を提案し、制御部にて SE を決定する。
制御部⇒提案部⇒制御部⇒情報管理部⇒制御部
4. ST 実行：実行部にて Semantic Web Service のプロセスモデルで記述された process を WSDL (Web Services Description Language)[4]に grounding し、SOAP で各 SE を実行する。（※grounding ファイルは、PM ファイルの情報と WSDL ファイルの情報をマッピングするファイルであり、SE 開発者が作成する。）
制御部⇒実行部⇒制御部

ユビキタス環境でのサービス合成を実現するに当たっては、1. どのような SE が実際に利用可能であるかを事前に予測することはできないため、抽象的な記述をサービス提供時に具体的な命令に変換する意味情報を利用したフロー記述とその解釈実行と 2. コンテキストを利用しての適切な SE の決定の 2つを実現することが必要になる。本稿では、これらの内、後者について重点的に述べる。

■ コンテキスト反映機能部の実装

前項で、エンジンの提案部において、コンテキストから適切な SE を決定すると述べた。コンテキストとは、ユーザの動的な位置情報、履歴データ、静的な嗜好情報やスケジュール、ユーザのまわりのネットワーク環境、騒音・照度・温度などの環境情報などあらゆるものが定義できるが、実現したいサービスの形態ごとに異なるので、一般的には決定できない。

一例として、ユーザの位置とそれによって利用可能な出力端末を SE として決定する動作について説明する。出力端末が、ショッピングモールや駅の構内にキオスク端末として設置される場合を考えると、そのキオスク端末ごとにエリアが定義できる。システムが取り扱う位置コンテキストとしてどこのエリアにユーザがいるかという論理的な取り扱いをすることも可能である。この場合、サービス合成エンジンにより作り出されるアプリケーションとして

は、エリアは直接的な値であり、外部から与えられる。

しかし、一般的には、緯度経度でユーザのコンテキストを把握しておき、そこからキオスク端末までの距離を毎回求め、それによって、アプリケーション上でエリア相当のものを取得することもできる。

また、常にあるコンテキストからのみ SE を決定するばかりではない。例えば、位置コンテキストによりユーザ位置に近いデバイスを選択していても、表示コンテンツに音声が含まれている場合は、音声再生の機能を持つデバイスを優先すべきである可能性もある。

これらの例を考えるだけでも、ユーザコンテキストに応じて、SE を適切に選択することは非常に難しい。さらに、ユーザコンテキストの、特に位置が変更になった場合にも、サービスを継続していくように SE を適切に選択することは重要であり、難しい課題である。

3. コンテキストウェア型情報提供サービスに関する実証実験

3.1 実験の目的

コンテキストに基づく適切さは、状況や人の特性に依存し一意に決めることはできない。そこで、ネットワークに繋がったデバイス機器を持つユーザが街を歩いている環境における情報提供型サービスが、コンテキストウェア型サービスであると考えられる。実証実験の目的は、その実現可能性について検証することである。

今後の実用化に向けて、我々は、ユーザの趣味・嗜好や状況に応じたサービスが実現可能かを評価し、ユーザの意見をシステム開発に反映させるため、青森県五所川原市のショッピングセンター「エルムの街」にて、2006年2月から1ヶ月間にわたり実証実験を実施した[5][6][7]。この実験の位置づけは、サービス合成の特徴である 1. サービス追加・削除の容易性、2. ユーザが他の場所に移動しても、身の回りの環境（電子機器・情報）に応じてサービスを実現することが可能なカスタマイズ性の 2点を検証することであった。本年度は実験の反省を踏まえ、コンテキストとデバイスの種類が多様な状況を作り出し、技術検証を行うとともに、サービス評価も併せて行うことが目的である。

■ 昨年度実験の反省と課題

技術の評価観点は、大きく以下の 4点であった。

- サービス合成エンジンの実行性能・安定性が実用的か。
⇒実施期間中に大きなトラブルは発生しなかったこと、また最大同時利用者数が 20 人、マシンの平均処理時間はユーザイベント通知するのに 1.33 秒、表示端末に画像を出力するまでの総処理時間で 5 秒前後、最後のアンケートによると遅延に不満を持ったユーザは 2割であったことを総じて鑑みると、実行性能に問題はなかった。
- サービス合成エンジンがユーザ状況に応じて、適切なデバイス、サービスを合成できるか。

⇒実験では、ユーザの位置情報をもとに、店内 20 台のモニタからユーザに最も近いモニタを選んで表示した。また、内容によって表示機器として PDA を選択することも可能であった。サービス合成エンジンのログ結果より、モニタの検索と選択に 0.3 秒しかかかっておらず、ユーザ状況に応じた SE 選択が十分に可能であることを検証できている。

一方で、以下の反省点が挙げられた。

- ・月間約 2,200 人の被験者に参加していただいたが、お一人に何度も利用していただけなかったこと
- ・実験中に扱ったコンテキストは、サービス提供時のユーザの位置のみで、それに応じて切り替えた端末はディスプレイのみであったこと。つまりユーザひとりひとりにカスタマイズ性をもっと出すべきであったこと
- ・約 4 割の被験者がアンケートで携帯端末の利用を希望したこと

そこで、コンテキストとデバイスの種類を増やし、以下の技術的観点でシステム更改した。

1. 様々な機器やユーザが NW に繋がるというユビキタス環境を前提とするために、「様々な属性や嗜好を持ったユーザが、様々な場所にいる状況」での、情報提供サービス」を行う。(課題 1)
2. 実際のサービス展開をする上で非常に重要な、ユーザの利用できる端末と期待するサービスの関係や、ユーザ情報の公開許容と期待するサービスの関係と言った、サービス評価について、評価を行う。(課題 2)
3. 情報の信頼性、情報発信者と受信者のインタラクションなど、実験コミュニティの活性化に関する評価を行う。(課題 3)

更に、情報提供サービスを技術的観点から分類すると、以下ようになる。

- **閉域型／閉域型**：提供される情報が、あらかじめサービス提供者（実験運営者）が準備できるものか、あるいはサービス提供者以外の方（被験者の場合もあり）が提供するものかの違い
⇒取り扱うデータの管理方法が異なる。
- **狭域型／広域型**：限定されたエリアでサービスを提供するのか、あるいは特定エリアを外してサービスをとるという違い。
⇒被験者を実験フィールドで一元管理するのか、被験者が自発的にサービス提供エリアに入ってくるかの差でありユーザ管理形態が異なる。

2005 年度の実証実験は、閉域・狭域型であったため、データの範囲の予測性やユーザの管理などが容易であった。これを一般的な広域・開放型の環境においても、我々の技術のフィジビリティを見ることが必要である。

3.2 2006 年度実施の実証実験

前項で挙げた課題に対して本実験で検証すべき基本的課題について考察した。

課題 1 に対して：

- ① ユーザの様々な属性や嗜好に適応させるため、「位置情報」だけでなく、「時間」、「Web 上のコミュニケーション履歴」、「本人のポリシー」など動性の高いコンテキストに基づいた情報ソースの切り替えが必要であると考え、その機能を追加した。
(※本人のポリシーとは、新着情報優先・音声情報を優先・近いお店の情報を優先、といった優先順位を決定するための指針。)
- ② 銀座と弘前のマルチロケで実験を実施することにより、各ロケの地域文化に適した情報推薦方法やコミュニティ形成過程の違いが学習可能であると考え、広域実験とした。

課題 2 に対して：

- ① 昨年度は準備された据え置き端末のみであったが、本実験では携帯端末も含む。位置情報を取得するために無線 LAN・GPS 機能が搭載された、PDA・携帯電話を利用し、広域エリアの実験を目指した。
- ② 次期実証実験では、ユーザのまわりの騒音情報によって出力メディアを切り替える（画像／音）ことや、内容によって出力先を切り替える（携帯端末／公衆端末）ことを検討している。ユーザの場所や情報内容に一番適した端末を複数用意する予定である。
- ③ 自分の位置情報に基づくサービスが便利である一方、個人情報を取られているようで不安な側面があるとの意見も多い。現状は、実験で得られた個人のデータはサーバ内に蓄積しており、サーバのセキュリティ対策を施しているが、今後決済機能などが付加されたサービスにおいては個人情報の扱いについてセキュリティ議論が必要になる。またユーザ情報の公開許容に関しては、該ユーザとインタラクションの多いユーザの情報が実験現場でも閲覧可能になっているが、本実験の結果を踏まえて再度議論したい。

課題 3 に対して：

情報コミュニティの活性化するための手段として、本実験では以下の 3 つの施策を入れた。

- ・情報発信を双方向にする
- ・コンテンツの更新頻度を高くする
- ・情報の信頼性を高める

ユーザ参加型で街にロコミを残せるような仕組みを導入し、情報がインタラクティブに流通することを目指した。また情報発信者が実験関係者か被験者かを判別可能で、かつ被験者による評価を公開することで情報の信頼性を高めた。また SNS サイトを立ち上げ、ユーザ同士のコミュニケーション履歴から「人のつながり」を抽出する。ユーザと他のユーザとの関係と言った、かなり動性の高いコン

テキストも対象にし、関連する投稿記事を優先的に閲覧する機能を設けた。

以上の課題を解決することにより、ラボでは抽出できな

3.3 実験内容

本実験では、被験者の方々に携帯端末を貸し出し、実際に銀座／弘前の街を散策していただき、被験者の位置情報が切り替わるタイミングで観光やショッピングに適した街のガイド情報を提供する。また、情報は SNS サイトとも連携しており、他の被験者の方が書き込む情報誌に載っていない新鮮な情報や、いきつけのお店、おすすめスポットなど、SNS サイト上の口コミ情報を現地で閲覧することも可能である。被験者に対して、リアルタイ

ムユーザの嗜好性、コミュニケーション履歴、動線データなどを蓄積し、配信する情報の信頼性・質を高めることができる。と考える。

ムにピンポイント情報を発信することにより、購買意欲の向上を促すことができる。図 3 に実証実験のサービスフロー図を、図 4 にユーザ端末に表示される画像例を示す。推薦される情報ソースはユーザポリシによって決定される。推薦結果が最上位の情報から順に表示される。また右上にある設定変更ボタンにより、ポリシの変更が可能である。情報に対する他の被験者からの評価を見ることができ、被験者もその場で評価することができる。

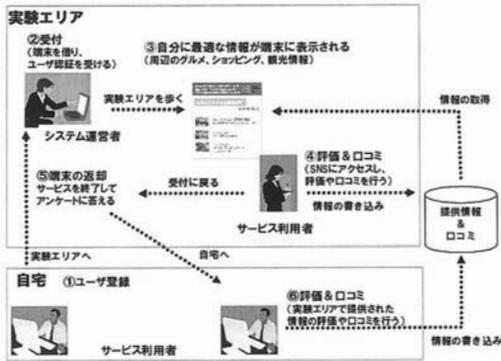


図 3：実証実験のサービスフロー図

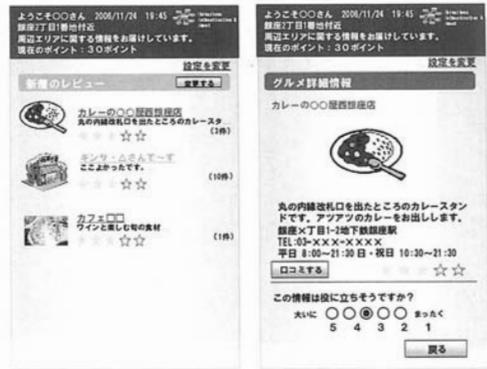


図 4：推薦情報表示例

3.4 システムの動作フローと構成図

次に、図 5 を使って、システムの動作について述べる。

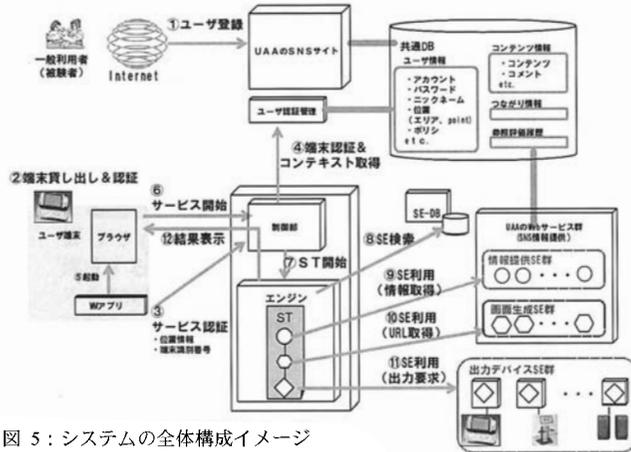


図 5：システムの全体構成イメージと動作フロー

- 1: ユーザ登録：被験者はインターネットアクセスで SNS サイトにアクセスし、ユーザ ID を受け取る。
- 2-4: 現地で端末を貸し出す際、端末 ID とユーザ ID を紐付ける。その後ユーザ端末がエンジンの制御部に位置情報と端末識別 ID を送信すると、認証が行われユーザ情報が DB 内に格納される。
- 5-7: ユーザ端末上のアプリが起動すると、エンジンの制御部より ST 開始の指示が出る。
- 8-11: ST に記述された処理に従って、SE-DB から SE を検索し、各 SE の URL を取得する。
- 12: ユーザ端末に出力要求を出し、結果を表示する。

3.5 実験の評価

実験評価は以下の観点で行う。

● サービスの連続性に関する評価（課題1）

- ・SE 選択の適切評価

→実験中のコンテキスト設定変更履歴をログ解析

- ・エンジンの性能評価、連続稼動

→エンジンのログ解析

- ・SE 切り替えのタイミング、頻度、カスタマイズに関するユーザ評価

→実験後のアンケート調査

● システム評価

- ・システムがユーザコンテキストに基づいて決定した情報が役立ったかどうか（課題1）

→ユーザの動線履歴をログ解析

→5段階のユーザ評価を時間、場所との依存関係を分析

→実験後のアンケート調査

● 地域差に関する評価（課題1）

- ・各ロケの地域文化に適した情報推薦方法

- ・コミュニティ形成過程の違いに関して

→サイトの更新頻度、コミュニケーション履歴の分析

● 利用端末と提供サービスに関する評価（課題2）

- ・自宅PCや携帯端末との連携の必要性

- ・ユーザインタフェース、プライバシー保護の観点から最適な端末の選択の必要性

- ・出力メディアの自動選択に対する評価

→実験後のアンケート調査

● サービス評価（課題3）

- ・コミュニケーション履歴から形成されたつながり関係と情報に対する評価の相関

- ・情報の信頼性・満足度

→情報に対する満足度調査（5段階のユーザ評価）と情報発信者の関係を分析

→実験後のアンケート調査

● コミュニティ評価（課題3）

- ・インタラクティブな情報流通が行えたか

→コンテンツ・レビューの更新頻度の分析

- ・被験者のコミュニケーション履歴の分析

4. まとめと今後の展開

ユビキタスネットワークにおいて利用可能な様々なデバイス・機能といったサービスの実体を抽象化した部品を、同じく抽象化されたシナリオにしたがって組み合わせることで、目的となるサービスを実現することを目指した取り組みについて述べた。本稿では、実サービスを実現するアプリケーションの実装と試作したシステムのフィージビリティや必要機能の検証を目的とした、実証

実験の取り組みについて述べた。本実験で得るデータは長期的な取り組みにより信頼度が高まる情報も含まれるため、今後の活動に期待していただきたい。

今後の展開としては、より多種の端末に対応し、汎用的な情報提供サービスとすることである。現状はユーザの位置情報を取得するためにGPSや無線LAN対応の端末機種に限定しているが、位置情報を取得する機器類は環境依存性が高い。今後は、それぞれの場所における精度に応じて位置情報の取得手段を切り替える機能が必要となるので早急に対処する。また、これまではサービス提供時のユーザ位置や時刻に基づいて選択していた情報であったが、今後はユーザの履歴情報など時間方向に拡張をした場所情報を扱う予定である。今後は、この知見からシステム全体のユーザビリティ、スケーラビリティの更なる向上に努め、ユビキタスサービス市場の創造に貢献していきたいと考えている。

謝 辞

本研究の一部は、平成18年度総務省「ユビキタスネットワーク認証・エージェント技術の研究開発」の研究助成によるものである。

参考文献

- [1] 武本充治他, "ユビキタスコンピューティング環境に適したサービス提供アーキテクチャにおけるサービス合成方式とその実装", 情報処理, vol.46, No.1, pp418-433, Feb.2005
- [2] M. Takemoto et al., "The Ubiquitous Service-Oriented Network (USON) — An Approach for a Ubiquitous World Based on P2P Technology", P2P2002, pp.17-21, Sep. 2002
- [3] BPEL web site, <http://www-106.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-bpel/>
- [4] WSDL: W3C Note, "Web Services Description Language (WSDL) 1.1," Mar. 2001, <http://www.w3.org/TR/wsdl>
- [5] 山登庸次他, "買物支援サービス実証実験を通じたユビキタスサービス合成技術の検証", 情報処理, vol.48, No.2, 2006
- [6] Yuki Yokohata et al., "Ubiquitous Services - The Technology providing ubiquitous services and evaluation with a field trial", i2comM2006, pp.115-122, Sep. 2006
- [7] 石芳正他, "ユビキタス環境における P2P エージェントプラットフォームを用いた情報推薦機構の提案と実装", DPS 研究会, Jun. 2006