

# ユビキタスサービスのための情報基盤技術

いそ としき いそだ よしのり  
磯 俊樹 / 磯田 佳徳  
あおつじ きよたか すずき ひろき  
大辻 清太 / 鈴木 裕紀  
くらかけ しょうじ すびむら としあき  
倉掛 正治 / 杉村 利明

NTTドコモ

ユビキタス環境に遍在する多数のサービスの中から、ユーザの望むサービスに容易にアクセス可能とするための情報基盤技術、ならびにユーザがサービスを利用する際に、センサネットワークを用いて状況把握を行い、サービスを快適に利用可能とする情報基盤技術について説明します。

## ユビキタスサービス基盤技術の重要性

近年、「いつでも、どこでも、だれでも」コンピュータネットワークを快適に利用でき、そのうえでサービスを受けられることが期待されています。

これを実現するためには、実世界に遍在するコンピューティングリソースやその他の機械・モノに関するサービスを発見し、ユーザの置かれた状況に合わせて快適にサービスを利用可能とする技術が極めて重要となります。

## ユビキタス・ディスカバリ・サービス(UDS)プラットフォームとは

UDSはユビキタスサービスの根幹である「現実世界のモノとネットワーク上のサービスを結びつける」ためのサービスプラットフォームです(図1)。

これは主に次の要素技術から構成されています。

(1) モバイル環境下でも「モノ」を同定できる技術

どこでも「モノ」を同定するために、視点方向によらず不変な特徴量(幾何学的不変量)に基づいて「モノ」のIDをコード表現したVisualtag(ビ

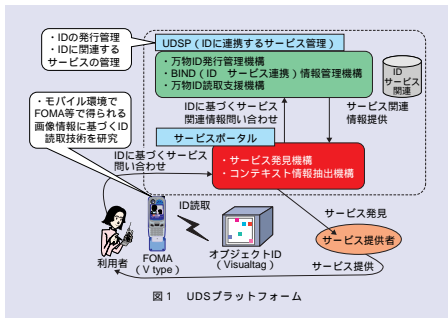
ジュアルタグ)<sup>(1)</sup>と照明条件にロバスト(頑強)な画像処理を駆使した読取方式を導入することで、バーコード等の従来のIDコードに比べて読取距離や読取角度に制約が少ない条件のもと、携帯端末付属カメラを用いて手軽にモノを同定することが可能です。また、携帯端末搭載レベルのカメラで撮影された画像に対しても、照明条件に応じた画像処理を施すことで安定に特徴抽出でき、特別な読取装置を必要としません(図2)。

(2) 万物ID管理・利用のための要素技術

「万物ID」という既存コード体系も包含して統一管理できるID管理方式を導入することで、既存のバーコードやRF-IDもそのまま扱うことが可能です。

(3) IDに関連するサービス管理のための要素技術

「BIND情報チケット」というあらゆるモノに関連する多様な情報が表現できるサービス記述方式を提案するこ



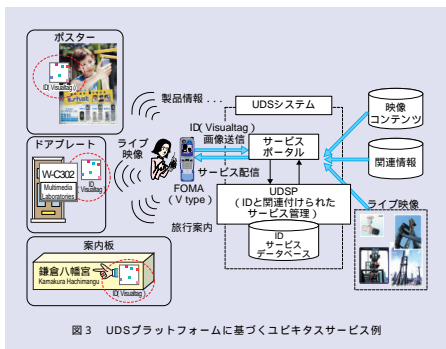
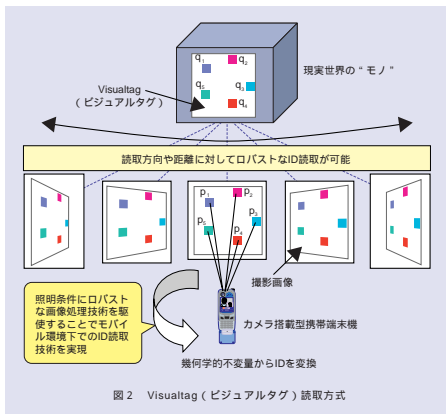
とで複数のサービスを結び付けたり、ユーザの嗜好や位置情報等に応じてサービスを提示したり、各サービスの利用権限の制御などが自由にできます。

### UDSプラットフォームを用いた ユビキタスサービス例

ここでは、UDSプラットフォームにおける処理について、その上で動作するユビキタスサービスを例にとって説明します。

図3は、モバイル環境下でのユビキタスサービスの一例です。例えばユーザが街中で興味のあるポスターを目にしたとき、現実世界のモノの1つであるポスターからサービス提供を受けるまでは、次のようになります。

まず、ユーザがポスターに添付してあるビジュアルタグを携帯機搭載カメラで読み取り、その画像データをUDSプラットフォーム(UDSP)へ送信します。UDSP内にある「サービスポータル機構」は、ユーザのコンテキスト情報(iエリアの位置情報など)を取得し、画像データをUDS内にある「万物ID読取管理機構」へ送信します。万物ID読取管理機構では、画像データから幾何学的不変量を解析し、UDS内にある万物ID発行管理機構へ送信します。すると、万物ID発行管理機構で、幾何学的不変量と対応付けられたコードとして万物IDを抽出し、UDS内にある「BIND情報管理機構」へ送信します。BIND情報管理機構は、万物IDと関連付けられた複数のサービスを検索し、「サービスポータル」へ送信します。サービスポータルでは、ユーザのコンテキストに基づき最適なサービスをユーザへ提示し、ユーザは必要なサービス(例えば、CM映像情報提供サイトや購買情報サイトへの接続)が選択できます。



また、別の例としては、ディスプレイなどの装置を設置しなくとも、行先案内板に添付してあるビジュアルタグを携帯機搭載カメラで読み取り、UDSPへ送信することで、行先の案内

映像やライブ映像を見ることができるようなサービスも可能です。他にも定期券のIDと時刻表情報を結び付けたり、プレゼントのメッセージカードのIDと音声データを結び付けたりといっ

たサービス（My Info-Attachmentサービス）も実現できます。

### 実世界情報基盤と知的ユーザ支援

インターネットは人間の生活に欠かせない情報基盤となっていますが、実世界とは異なる仮想世界を構成しているといえます。一方、カメラをはじめとしたセンサや携帯電話がインターネットに接続され、人間の活動に密着した情報を取り込む動きが加速しています。また、ユビキタスコンピューティングに代表されるように、環境の至るところに計算資源やセンサを遍在させる動きも活発化しています。将来のインターネットは、実世界の多様な人間の活動情報を取り込んだ実世界情報基盤へと進展していくと考えられます（図4）。この実世界情報基盤を利用することで、ユーザの状況に合わせたサービスの提供などの知的ユーザ支援を実現することが期待されます。

### ユビキタス実験ハウスとユーザ支援プロトタイプシステム

ユーザを知的に支援するシステムを実現するためには、単に携帯端末や環境側のシステムの能力を向上させるだけでなく、環境、携帯端末、人間との相互作用を促進することが重要であると考えています。そこで、一般の住居と同等の建物（実験ハウス）において、携帯端末と環境側のシステムが協調し、ユーザの知的支援の実現に向けたプロトタイプシステムの構築と実験を進めています<sup>(2)</sup>。実験ハウス内でのユーザはセンサを搭載したノート型PC、もしくは携帯電話（以下、双方を指して携帯端末）を持って行動し、この携帯端末上にユーザの状況に合わせたサービスが提供されます（図5）。

#### (1) 視覚センサネットワーク

家屋内には2種類のカメラが設置されています。天井に16台設置されたカ

メラは、円錐状のミラーをカメラで撮像することで歪みのない広画角の画像を取得することができます。この天井カメラで取得された画像を差分処理することで人間の領域を抽出し、ユーザの位置の検出を行っています。そして、複数カメラから得られたユーザ位置情報を統合することで複数人の位置追跡をリアルタイムで行っています。壁面に25台設置したカメラは全方位視覚センサと呼ばれるもので、水平方向360度の範囲を撮影することができます。このカメラでは、天井カメラによって検出された位置からユーザにもっとも近いカメラを選択し、その画像をユーザ活動の俯瞰情報として保存する機能やユーザの動作認識機能を提供します。

#### (2) 仮想タグ

ユーザの位置や時刻に応じてユーザと環境がさまざまな相互作用を持つことを可能とするために、家屋内には仮

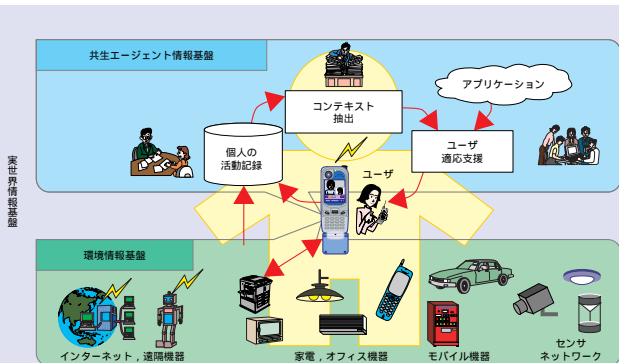


図4 実世界情報基盤



図5 ユーザ支援プロトタイプシステム

想的なタグ（仮想タグ）を設置しています。この仮想タグは、5W1H形式（いつ、どこで、誰が、誰に、何を、どのように）で各ユーザがサーバ上に設定します。この条件に合致した情報がユーザ本人や他のユーザの携帯端末に対して提供されます。例えば、リマインド情報として、ユーザの忘備録（薬を飲む、傘を持って帰るなど）、リコメンド情報としてユーザへのお勧め情報（天気予報や電車の時刻表など）が配信されます。また、実験ハウス内のTVなどの機器の操作インタフェースもリコメンド情報として提供されます。これ以外にもコミュニケーション情報として、ユーザと環境との対話形式の情報もユーザに対して提供されます。この対話は、直接ユーザの支援に

結び付かない情報ですが、この対話情報からユーザの趣味嗜好の情報を抽出するということを想定しています。

### (3) 携帯端末

ユーザが実験ハウス内でノート型PCを持ち歩く場合は、ノートPC上に搭載された全方位カメラの画像、加速度センサの情報、およびマウス操作やキーボード操作の情報が取得され、無線LAN（11 Mbit/s）を介して活動情報サーバに送信されます。ユーザが利用する端末が携帯電話の場合は、iアプリを利用してリコメンド情報がリスト形式で表示されます。このリストを選択することでユーザは各種情報へのアクセスや家電制御を行うことができます。また、リマインド情報はPC上ではポップアップウィンドウ、携帯電

話の場合はメールとして配信されます。コミュニケーション情報はノート型PCの場合のみサポートされており、ユーザはポップアップウィンドウで提示された対話フェーズに対する応答フェーズの選択や任意のテキストを応答として入力することで環境との相互作用を行います。環境および携帯端末上のセンサ情報だけでなく、この相互作用の情報もユーザの活動情報として活動情報サーバに蓄積されます。

### (4) 活動情報サーバ

それぞれのユーザから送信される情報はXML (eXtensible Markup Language) 形式で活動情報サーバに蓄積されます。活動情報サーバは、ユーザからの活動情報を参照するリクエストに対して、情報を配信する機能も提供します。

## 実装アプリケーション

誰もが自分の過去の行動や他者の行動を参照したい場合があります。そこで実験ハウス内では記録されたユーザの活動情報を本人、もしくは他者が参照可能とするウェアレス通信を実現しています。ユーザは対象とするユーザ名や時間範囲、キーワードを入力することで過去の情報や現在の他のユーザの情報を参照することができます（図6）。このような場合、プライバシーの問題が重要です。そこで、参照するユーザや開示する情報の種類、再生レート等を記述したプロトコルを定義し、情報の配信を行っています。

これ以外にも、仮想タグを用いたユーザへの情報配信というアプリケーションを高度化するためにユーザの長時間の活動情報の収集実験と解析を進めています。図7(a)はあるユーザの10分間の移動軌跡、図7(b)は複数ユーザの7時間の移動軌跡を表してい



図6 ユーザの活動情報の検索・参照

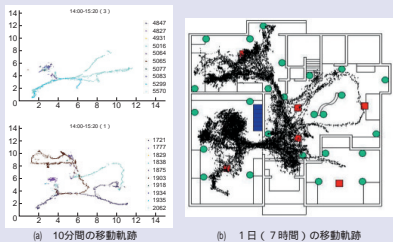


図7 ユーザ移動軌跡



(上段左から) 磯 俊樹 / 磯田 佳徳 /  
鈴木 裕紀

(下段左から) 倉掛 正治 / 杉村 利明 /  
大辻 清太

ます。これらの実験からユーザ共通、もしくは各ユーザ固有の活動パターンを確率モデルなどによって表現する試みを進めています。

### 今後の展開

2種類のユビキタスサービス実現のためのコア技術の研究を紹介しました。今後は、知能化技術やセンサネットワーク技術の課題に取り組んでいきます。

### 参考文献

- (1) T.Iso, S.Kurakake and T.Sugimura: "Visualtag Reader: Image Capture by Cell phone Camera, " IEEE ICIP '03, to be appeared, 2003.
- (2) 磯田・太田・杉村・石黒: "日常生活空間における人間活動情報の収集とユーザ支援システム," 情報処理学会第64回大会, 6G-01, Vol.3, pp.341-342, 2002.

多様なサービスが存在するユビキタス社会では、サービスを効率的に発見し、状況に応じて利用することが重要になります。さらなる高度化のために状況依存型、文脈依存型のサービス発見・カスタマイズ方法などを検討していきます。

問い合わせ先  
NTTドコモ

マルチメディア研究所  
モバイルエージェント研究室  
TEL 046-840-3810  
FAX 046-840-3788  
E-mail iso@mml.yrp.nttdocomo.co.jp