



# 4

## ライフログに基づく 実世界でのコンテンツ利活用

木俵 豊<sup>1</sup> 是津耕司<sup>1</sup> 河合由起子<sup>2</sup>  
水口 充<sup>2</sup> 宮森 恒<sup>2</sup> 柏岡秀紀<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> (独)情報通信研究機構 <sup>2</sup> 京都産業大学)

ライフログはユビキタスネットワーク・コンピューティング環境における新たな情報利活用技術の情報源となりつつある。ライフログは実世界におけるユーザの行動履歴を記憶の拡張として活用されている。ウェアラブルコンピュータを使って、ユーザの周りのさまざまな情報を取得する手法も提案されているが、このような情報は意図せぬ他人の情報を取得してしまうこともあり、プライバシーの問題なども発生している。一方、デジタルコンテンツを実世界で利用する場合の情報端末の操作や音声による発話および対話記録もライフログとして重要な情報源である。これらは、ユーザごとの興味に基づいた実世界のイベントや特徴を表現していることが多く、実世界アノテーション情報としても有益である。つまり、有効なライフログとして活用するためには、その情報の生成・発信、管理、分析、提示する技術開発が重要となる。本稿では、実世界におけるコンテンツ利活用に着目したライフログの活用について述べる。

### 概説

ライフログはユーザの生活情報を取得して日常生活にかかわるさまざまな状況を振り返り、ユーザの行動支援や知的活動支援に利活用することを目的として収集されている。そのため、ユーザの記憶の拡張としてウェアラブルコンピュータなどを用いてユーザの身体に装着したカメラやセンサから、ユーザの周辺で発生する日常の出来事を詳細に取得する研究が行われている。しかし無制限にユーザの周辺画像などを取得することで、意図しない人物や情報が画像などで取得されることも多く、プライバシーの問題などが発生している。このような手法で記録されたライフログでは、ユーザが意識しなかった周辺の情報を含む詳細な情報を取得しているため、その場で気がつかなかった出来事を発見できる可能性を持つが、無意識に記録された膨大な情報の中からユーザにとって有益な情報を見つけることは容易ではない。

一方、現在は一般的なユーザでも実世界において興味のあるものや出来事に会った場合に、デジタルデバイス进行操作して「携帯で写真を撮る」「録音する」「携帯電話のメモに書き込む」などの作業を自然に行い、その情報を記録し、さらには、ブログ等のCGM (Consumer Generated Media) やメールを通じて発信・共有している。特に携帯電話などで発信される日常生活での出来事などの情報は、ユーザがその場所、その時間に感じたことが記録されているためライフログとして有益なものである。

これまで、ライフログの研究においてはユーザの記憶の拡張という観点から自らの行動の振り返りなどに焦点があてられていた。しかし、CGM 上に出現している各個人の活動に基づく実世界の情報をライフログとして捉えると、その情報は人々の生活の記憶として捉えることができる。このような情報を時空間情報とともに発信しやすい仕組みを作り上げ、さらに発信された情報を用いて自らの行動支援に活用できる仕組みを作り上げることがライフログを活用した新しいコンテンツ利活用やユーザの行動支援の実現に繋がる。

たとえば、図-1 に示すように、個人が実世界での活動情報を時空間情報と共に「生成・発信」することで、場所や発信者の情報を多面的な情報として「管理」し、情報分析基盤を作り上げる。さらに、そこからユーザの求めるサービスに基づいて「分析」し、その結果を適切なデバイスに適切な形で「提示」することによって、ユーザに新たな行動を想起させることができるようになる。これは、まさにライフログの効果的な利活用であると言える。

本稿では、実世界におけるブログ情報やコンテンツ利活用のログ、実世界の出来事やものに対するアノテーション情報もライフログの一部として捉えて、ユーザの行動支援を行うための重要な要素技術である生成・発信技術、管理技術、分析技術、提示技術について我々の研究開発内容について紹介する。

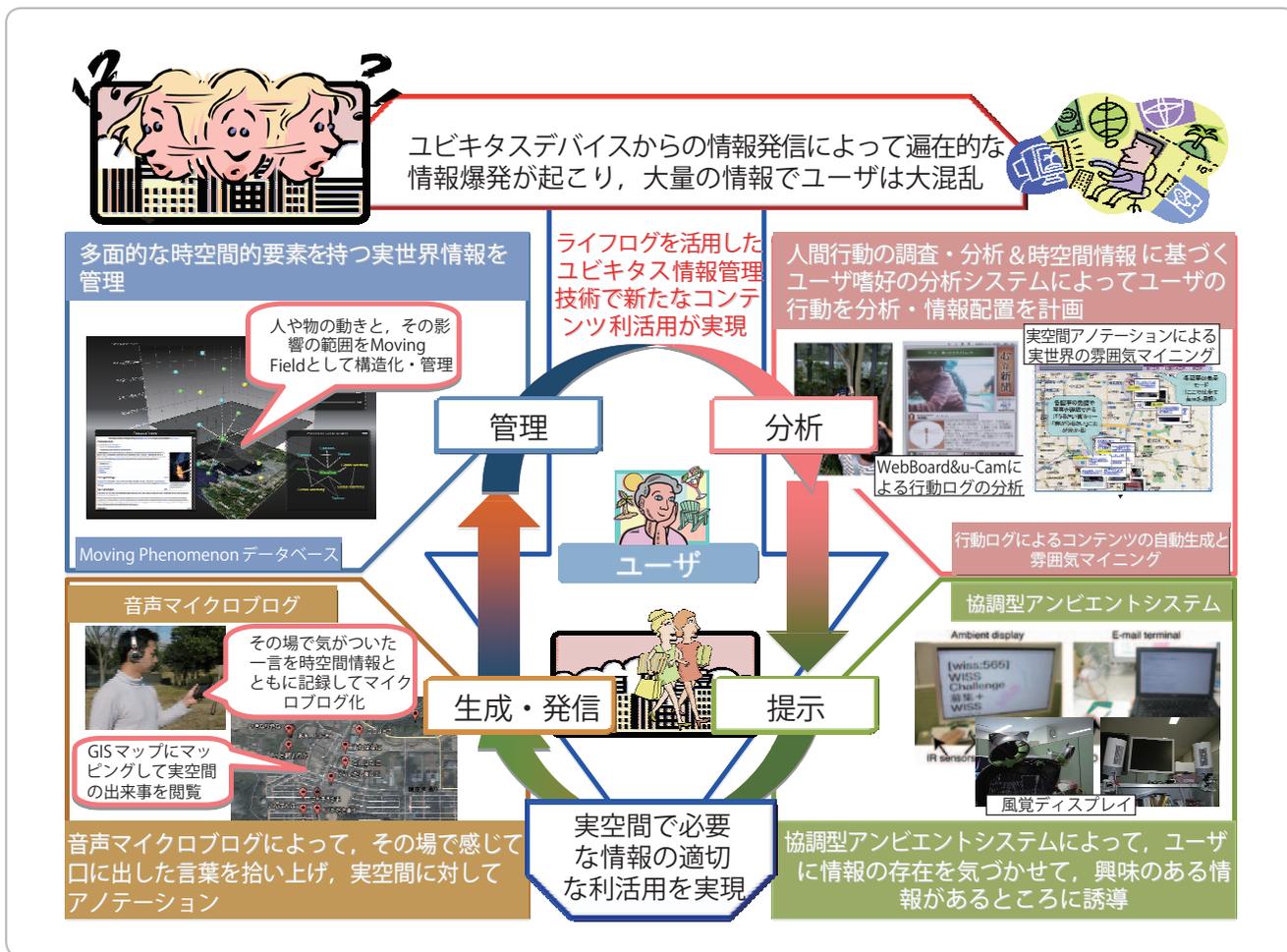


図-1 実世界情報の分析サイクル

### 実世界におけるユーザーの行動に基づく情報生成

ユビキタスコンピューティング環境の発展により多種多様な情報がさまざまな環境で利用できるようになりつつある。ユーザーが実世界で興味のある「もの」や「出来事」に出会ったときには、その情報を携帯端末に記録するだけでなく、その端末を通じて検索エンジンなどに問い合わせ、さらに関連する情報を取得するような動作を自然に行うようになってきている。

その結果、ユーザーは得られた情報によって興味を広げ、また自らの行動の対象を絞り、次の行動へと移っていく場合が多い。このような多種多様な情報を提供する携帯端末の操作ログは、そのユーザーの興味や実世界の状況をより正確に判断する重要な情報となる。これらの情報アクセスを実現する携帯端末においては多くの場合、キーボードを利用した入力とディスプレイへの情報の表示によって入出力が行われる。しかし、このような入出力方式はユーザーの自然な行動を制約している場合も多い。我々はこの制約の解消を目指して音声入力によるシステム開発を行っている。

一方、ユビキタスコンピューティング環境においては、実世界に多様なデバイスが埋め込まれることが想定されている。カメラもその1つとして考えられるが、監視カメラとしての色合いが強く拒否反応を示すユーザーも多い。しかし、自らの行動の記録として有益な活用方法を提供できれば、ユーザー自らの行動を思い起こす過去の記録として利用できる。我々はユビキタス環境におけるコンテンツ利活用システム WebBoard を開発しているが、そのシステムの一部として実世界埋め込みカメラの利活用技術を開発している。

#### ■ 音声マイクロブログ

CGM を利用したサービスは多様化しているが、中でもチャットのような手軽さでユーザーの何気ない一言をブログとして発信するマイクロブログが注目を集めている。その代表的なサービスとしての Twitter<sup>9)</sup> は、日常生活におけるユーザーの感じたことや思い付いたことを表現する場になっている。このマイクロブログはその手軽さから街中などから携帯で書き込まれるケースもあり、携帯デバイスに内蔵された GPS 情報から時空間情報と共に発信することで実世界に対するアノテーションの役

## 4 「ライフログに基づく実世界でのコンテンツ利活用」

割を担うことができる。しかし、携帯デバイスのキー入力で文字として入力するという行為は必ずしも容易ではなく、思い付いたときにその内容を記述するには適さない。そこで、実世界で感じたことをストレスなく記録することを目的とする音声認識技術をベースとした音声マイクロブログを開発している。本システムは、後述の音声対話システムでも用いられている音声認識技術を用いて、ユーザが音声で発話した内容を文字情報に変換し、時空間情報と共に Twitter へアップしたり、時空間情報を用いて Google Maps 上に記述する機能を開発している。これまでに 14 人の被験者実験を行いその有効性について検証を進めているところである。

### ■ 音声対話システム

我々はユーザが携帯端末と音声対話することでユーザが必要とする情報を見つける同調的対話システムの研究開発を進めている<sup>1)</sup>。現在開発中の音声対話システムは、以下の3つの構成要素からなる。

- (1) 音声を中心とした入力モジュール
- (2) 対話制御モジュール
- (3) 利用者への情報提供としての出力

音声マイクロブログは、ユーザの何気ない一言を実世界アノテーションとして利用するが、この音声対話システムでは対話履歴を記録してライフログの1つとして利用する。ユーザと端末との対話履歴にはユーザが必要としている情報を出力するための経緯が残されている。したがって、実世界でこの対話システムを使用した場合には、この入出力のモジュールの記録が、必要な情報にアクセスするための明示的な行動ログとなり、ユーザのライフログの1つとして有益なものとなる。このログは、ユーザが意識的に記録しているものではないが、実世界でのユーザの意図／興味を反映していると考えられる。また、対話モデルに基づいた問合せ等により、ユーザが求めているものが絞り込まれた情報が現れるため、無作



図-2 音声対話システム

為に取得される従来のログとは異なりユーザの意図がより明確になる。そのため、さまざまな利活用が期待される。

現在、構築しているシステムは、図-2に示すような携帯可能な小型のPC単体で動作し、その構成モジュールの概略は図-3のようになっている。音声を中心としたインターフェースによる対話システムとして開発しているが、画像・動画処理など、音声以外のインターフェースによる入出力を含むシステム構成となっている。

対話システムへのユーザの発話は、挨拶、質問、情報提供、などのタイプに分類され、発話タイプに応じてシステムは、情報の提示や関連項目の質問、推薦などを行う。この対話の際に利用される情報源は、インターネット上でアクセスできる情報だけでなく、そのユーザがそれまでに発話したさまざまな対話のログも含めている。また、後述している実世界情報の分析から得られる情報をシステムから提示する情報の一部として扱うことにより、その時間や場所に依存した最新の情報でユーザの興味を促進させることが可能となり、対話による有益な情報提供が実現できる。

対話システムの記録には、実空間でのユーザの発話時刻、GPS等による位置情報等を加えたデータとして記録できるとともに、ユーザの意図した発話に応じて、シス

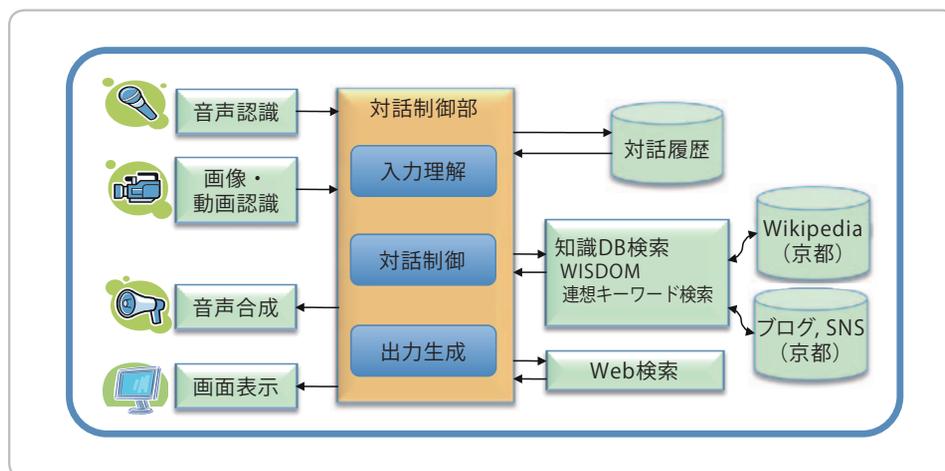


図-3 システム概略図

テムがどのような情報を提示し、継続的な対話の流れの中で、どのような情報に興味を示したかなども記録されている。

### ■ 埋め込みカメラ u-Cam と WebBoard

ユビキタスコンピューティング環境は、多様なデバイスを実世界に埋め込むことを可能とするためデジタルコンテンツの利活用方法を大きく変える可能性を秘めている。我々は RFID (Radio Frequency Identification) によってデジタルコンテンツを取得し、ユーザと共に移動しながらさまざまなデバイスに転送、そのコンテンツを多様なデバイスで活用できる情報流通基盤を開発している。さらに、その流通基盤上で実世界に埋め込まれたコンテンツを利活用する WebBoard と、実世界の映像をキャプチャするユビキタスカメラ“u-Cam”, 各デバイス間でコンテンツの送受信を管理する Private Area Network 管理デバイス開発を行っている。

WebBoard をその情報流通基盤上で活用すると、取得したデジタルコンテンツをインタラクティブに操作し、最終的にはデジタルコンテンツの取得から操作までの行動ログからレポートを自動生成することができる。また、u-Cam は、実空間に埋め込まれたセンサに対するユーザの積極的な情報取得をトリガとしてその状況を撮影する。具体的には、u-Cam 周辺の物体に設置された RFID タグもしくは RFID リーダが、ユーザが持つ RFID リーダもしくは RFID タグで読み取られた瞬間にその時間や場所、ユーザ情報等と共に u-Cam の周辺を撮影する。つまり、u-Cam はユーザの行動ログを携帯デバイスではなく、実世界に埋め込まれたデバイスによってキャプチャすることを目的としており、以下の特徴を持つ。

- (1) ネットワーク上に分散された複数のデバイス（読み取りセンサ、カメラ、および写真を保存するストレージ）の連携による撮影・保存
- (2) ユーザの意図に基づくユーザ駆動型撮影
- (3) 周辺環境に埋め込まれた u-Cam のカメラ群によるユーザを中心とした撮影
- (4) 行動履歴と周辺情報のアノテーション

本システムで利用する RFID タグにはユーザもしくは u-Cam の ID 情報が書き込まれており、各 ID に対するプロフィール（氏名、物体名、設置位置、撮影の制約情報など）はサーバ側で管理される。この情報によって u-Cam はプライバシーを保護する機能を付与できるため、ユーザが希望すれば撮影を拒否することも可能としている<sup>2)</sup>。また、各 RFID に格納された情報により、カメラで撮影した画像にユーザや物体の周辺情報がメタデータ

として付与される。これにより、画像解析では困難な人物の特定やユーザの行動に関する分析・アノテーションだけでなく、時間的な場の状況変化の分析・アノテーションも可能となる。また、これらの撮影された画像やアノテーションを集約した後に関連する情報を組み合わせ、ユーザの生活に密着した内容とすることで、過去の出来事や実世界での行動を振り返りやすい、いわゆる記憶に残るようなマルチメディアコンテンツの生成・提供を可能としている<sup>4)</sup>。

このような環境を実現するためには、RFID をはじめとするデバイスとユーザとのインタラクションに基づいてコンテンツを探索し、送信する仕組みが必要不可欠である。我々が開発している Private Area Network 管理デバイスは、RFID タグからの情報に基づいて情報流通を制御することが可能となっている。このデバイスは RFID リーダと無線 LAN のインタフェースを持っており、ユーザがこのデバイスで RFID タグを読み取ると、そのタグに対応するデジタルコンテンツを格納するサーバを探索する。そして、発見したサーバからコンテンツのデータフォーマットなどの情報を受け取った後に、そのコンテンツを再生できるデバイスを探る。対応するデジタルコンテンツのサーバと再生デバイスを特定できれば、そのデバイス間で一時的に構築する仮想的なデバイス転送ネットワークを用いてコンテンツを転送する<sup>3)</sup>。

これらの成果を用いて 2005 年に NICT けいはんな情報通信融合研究センターの一般公開で仮想的な昆虫採集・壁新聞作りという子供を対象としたアプリケーションを開発して実験を行っている。当日、一般公開に来場した子供 9 人とその家族を被験者として実験を行った。

図-4 に、実験の状況を示す。

実験のシナリオは夏休みの代表的な宿題である昆虫観察を想定した以下の通りである。まず最初に被験者となった子供たちは庭で RFID タグ内蔵の昆虫カードを探す。そして発見した昆虫カードを、虫眼鏡を想定した PDA に装着した RFID リーダで読み取って、その場で昆虫の詳細情報を“観察”する。このとき、PDA は RFID タグを読み取る動作をトリガにして、u-Cam を制御する。その結果、子供がデジタル昆虫を“採取”する瞬間（正確には採集風景）が u-Cam によって撮影される。次に Private Area Network 管理デバイスを、昆虫採取網を模したデジタル昆虫の取得デバイスとして利用する。被験者が取得デバイスで昆虫 RFID カードを読み取ると、その取得デバイスは、デジタル昆虫をサーバから検索し、虫かごに取り付けられた PDA へ転送する。つまり、この動作によって被験者の子供達はデジタル昆虫を“捕獲”することになる。さらに、その PDA 付き虫かごを屋内に持ち帰り

## 4 「ライフログに基づく実世界でのコンテンツ利活用」



図-4 WebBoardによるアクセスログと u-Cam 画像を用いた行動ログレポートの自動生成

WebBoard にデータ転送することで、捕獲した昆虫をじっくりと鑑賞でき、関連情報の検索などもできる。これらの一連の動作を行った後に、新聞アイコンをクリックすることで、被験者がデジタル昆虫を“採取”、“捕獲”、“観察”、“検索”した動作を行動ログとして取り出し、新聞スタイルの行動レポートを作成する。

このような、ある一連の行動履歴を収集して自動的にレポートを発信することは、ある日の出来事をまとめて発信する一種の実空間指向型ブログとして捉えられる。このシステムでの実験は、ユーザの機器操作をライフログの生成と見なし、それを元にして新たなデジタルコンテンツを生成する技術の有効性を確認した。

### 実世界情報の管理

実世界情報の利活用においては GIS (Geographic Information System) が一般的に使われるようになってきている。これまで実世界情報の管理では、従来、センサなどを使って観測した環境データを管理することに主眼が置かれていた。一方、Web の世界においては、たとえば Twitter に代表されるマイクロブログや RSS に位置情報を加えた GeoRSS によるニュース配信などにより、多数のユーザからインターネットに情報が発信されつつある。その結果、遠く離れた場所であっても実社会で起きていることが、情報端末を通してほぼリアルタイムに取得できるようになっている。また、Google Maps に代

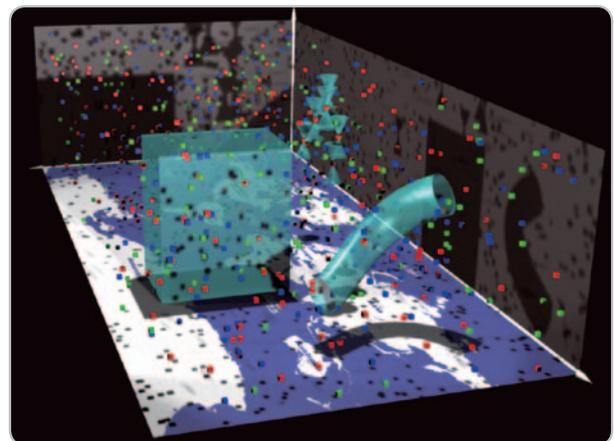


図-5 Moving Phenomenon DBMS

表される地図アノテーションの普及により、実空間に紐づけられた膨大なユーザが生成するコンテンツも利用可能になっている。したがって、実世界情報の管理では単なるセンサ情報などだけでなく、このような実世界に紐づけられたユーザが発信するコンテンツまで考慮する必要がある。

実世界のユーザの行動ログのみならず、その周りの状況を反映したあらゆる情報、計測データから写真、ニュース記事まで、多種多様なデータを統一的に扱えるようにする目的で、我々は自然や社会の中で起きる「現象 (phenomenon)」に基づいてデータ管理を行う手法を提案している。たとえば、「台風〇号」という自然現象は、定点観測されている気象観測データがある一定の条件(気圧、風速等)を満たしている間実体化し、それまで単なるデータの時空間系列 (GIS の用語で field data) であったものが「台風〇号」という名前を与えられ、「中心気圧」や「暴風域」、「軌跡」など台風固有の属性が与えられる (同、object data)。我々は、field data に対し〈時間、空間、属性値〉の組合せに制約条件をかけて抽出されたレコード集合を、時空間的幾何演算によって集約しオブジェクトデータに変換する手法を提案している。このようにしてオブジェクト化された GIS データの間には、さまざまな意味関係を定義することができる。たとえば、台風の通過した周辺地域で起きた災害・被害 (洪水や倒木、交通遮断やイベント中止、デマの流布など) は、この台風オブジェクトと因果関係や伴行関係でつながれる。特徴的なのは、これらの関係が常に時空間属性を有することである。このように、オブジェクト化して表現されたさまざまな現象を定義し、GIS データを現象オブジェクトで抽象化し、現象オブジェクト間の時空間属性つき関係を定義、操作するためのデータベース管理システムとして Moving Phenomenon DBMS を提案している<sup>7)</sup>。図-5 に、Moving Phenomenon DBMS を視覚

化した例を示す。図-5では、空間( $x, y$ 軸)と時間( $z$ 軸)の3次元で時空間を表し、色分けされた各点は、それぞれ異なる情報源からの個々の実世界情報(環境観測データやGeoRSS ニュース記事など)を表す。チューブ状のオブジェクトは、ある台風の中心の軌跡に沿って一定の範囲内に含まれる実世界情報を抽出するのに用いられる。同様に、箱状の領域は、条件指定した実世界情報を含む最小領域(Minimum Boundary Box: MBB)を表し、コーン状の領域は、ある実世界情報を起点に事前、事後の影響範囲を表現するのに用いられる。このように、時空間領域内での幾何操作により、さまざまな実世界情報を統一的に管理することができる。この情報管理手法は、実世界の情報の基本属性である時間と位置の情報を考慮しつつ情報の広がりや影響の範囲などの管理が容易となるためライフログを管理するには必要不可欠な管理技術として研究・開発を進めている。

## 実世界情報の分析

Moving Phenomenon DBMSなどで管理された実世界情報から、ユーザの行動支援に結びつけるためには実世界で観測された多様な情報を分析して使える形にしなければならない。我々は、実世界の情報を集約する雰囲気マイニング手法の研究開発を進めている。この手法では音声マイクロログなどで得られた実世界における短い記述などの情報からその時間と場所の特徴、つまり「雰囲気」を表す言葉を発見することを目的としている。さらに、ライフログの取得や利活用環境として必要不可欠なユビキタスコンピューティング環境における分析手順を統合化するグローバルナレッジグリッドの開発を進めている。

### ■ 雰囲気マイニング

音声マイクロログや音声対話システムをはじめとして、多様な携帯端末の行動ログやユーザが生成した情報の発信、管理が実現できると、さまざまな人々の大量の情報が時空間情報属性を持って出現することになる。その人々が発信する実世界情報は一般に膨大かつ多種多様となるため、それらを効率よく利活用するには何らかの形での分析・集約処理が必要となる。

これまでにも、レストランやホテル等について人々が感じたことが実世界に関する評判情報として発信され、口コミ検索や評判検索の形で利用されてきた。しかし、これまでの評判情報は、特定の店や住所等に紐付けられた特定の対象物に対する評判であり、実世界における任意の領域に対応した情報ではない。

我々は、街の任意の時空間的な範囲における特徴的な

イベントや状況を把握しやすくするため、雰囲気メタファとして集約・提示するシステムを提案している<sup>6)</sup>。ここで、雰囲気メタファ $A$ は、時空間範囲 $R$ 、その範囲内の特徴量の集約 $F$ を要素とする集合として定義され、これを地図上に射影することで、各範囲に対応する街角や時代が持つ雰囲気(賑わいや佇まいを含む)を直感的に把握できるとされる。時空間的な領域形状に依存せずに特徴が表現されるため、道の凍結など日常生活における重要情報を効率よく取得できることが期待できる。

たとえば、携帯端末等でさまざまな場所から発信される位置、時刻、発話情報を入力データとして利用することを想定すると、雰囲気メタファ $A$ は以下のように構成できる。

$$A = \{R, F\} \text{ where } R = \{t, c, r\}, F = \{l\}$$

ここで、 $t, c, r$ はそれぞれ時区間、時区間に含まれるデータ群の空間的な中心位置、時区間に含まれるデータ群で $c$ から最も離れたデータまでの距離を表し、 $l$ は発話を集約したラベル(文字列)を表す。

このような雰囲気メタファは、たとえば、以下の手順で生成される。

#### (1) 位置情報に基づくクラスタリング

ある時区間 $t$ (週, 月単位)に含まれるデータの位置情報に基づきクラスタリングを行い、各クラスタについて中心位置 $c$ 、距離 $r$ を得る。

#### (2) ラベル生成

各クラスタに含まれる発話テキストから名詞、形容詞、感動詞を抽出し、出現頻度の最も高い形容詞/感動詞および名詞から「形容詞/感動詞+名詞」の形でラベル $l$ を生成する。

#### (3) 雰囲気メタファの提示

異なる時空間詳細度で雰囲気メタファ $A$ を生成し、各 $A$ を中心 $c$ 、半径 $r$ の円、および、ラベル $l$ として地図上に表示する。

図-6, 7に、14名の被験者が音声マイクロログを用いて実験期間の1カ月間に残した発話内容と位置を集約した雰囲気メタファの表示例を示す。画面左上のカレンダーでは、該当時区間を1週間、1カ月単位で選択でき、画面右上では、表示する雰囲気メタファの数(表示クラスタ数)や記事表示モードを選択できる。記事表示モードとは、各利用者が発信した発話内容や写真(記事)およびその位置を表示するかどうかを選択するものであり、図-6では各記事の発信された位置が、図-7においては、位置だけでなく発話や写真が表示されている。

たとえば、図-6の地図左下の雰囲気メタファのラベルは「うるさい東寺」となっているが、図-7で各記事の

## 4 「ライフログに基づく実世界でのコンテンツ利活用」

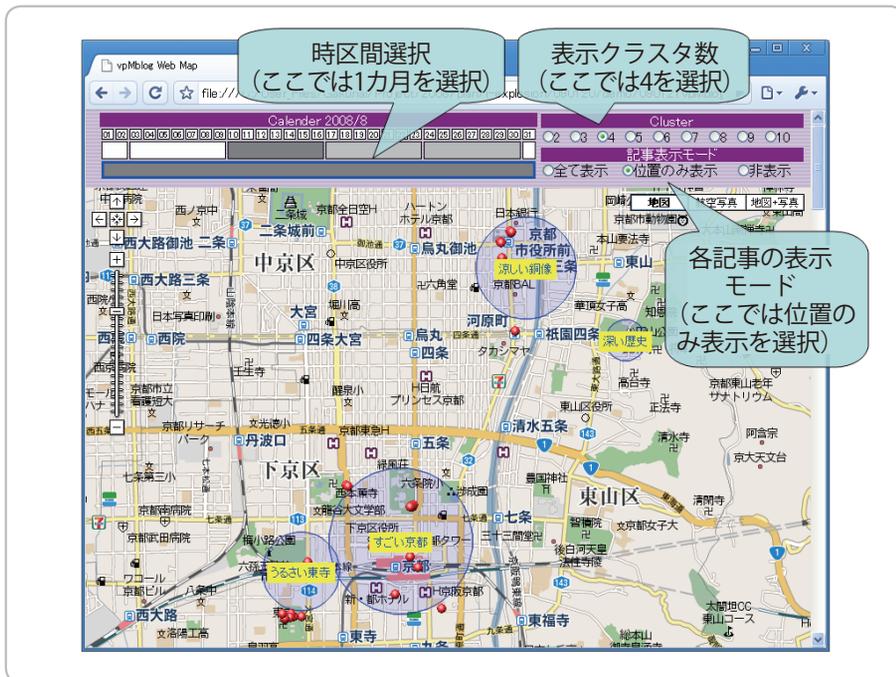


図-6 雰囲気メタファによる集約・提示の画面例(1)

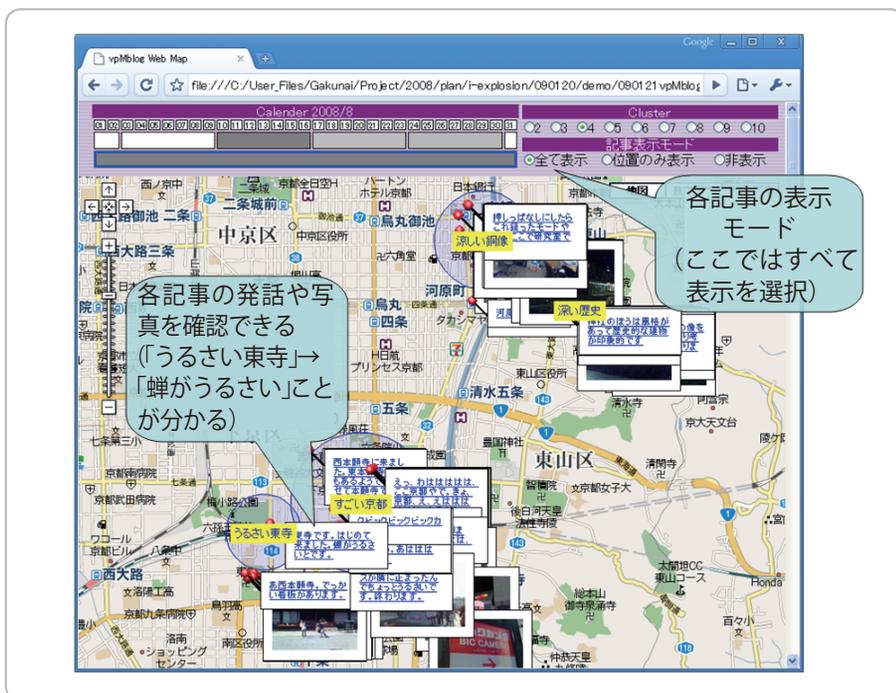


図-7 雰囲気メタファによる集約・提示の画面例(2)

発話を参照すると、「東寺です」「蝉がうるさいです」等の発話を確認でき、その場所で起きている事象の特徴をつかむことができる。他にも「寒い凍結」などのラベルから、道の凍結状況を把握することができ、日常生活上重要な情報を効率よく取得できることが実験結果から明らかになっている。このような複数利用者のライフログの利活用は、任意の利用者がある地域での行動を決定したり、状況を確認する際に有用であると考えている。

### ■ グローバルナレッジグリッド

このような情報生成から分析・提示にいたるまでストレスなく情報を流通させて利活用を図るためには先進的な情報分析基盤が必要となる。我々が研究開発を行っているグローバルナレッジグリッド(図-8)は、Web 2.0技術により実世界へと領域を広げつつあるWebを、実世界情報の分析基盤としてさらに進化させることを目指している<sup>8)</sup>。その特徴は、

- ワークフローではなく、データ駆動型の制御構造を有すること

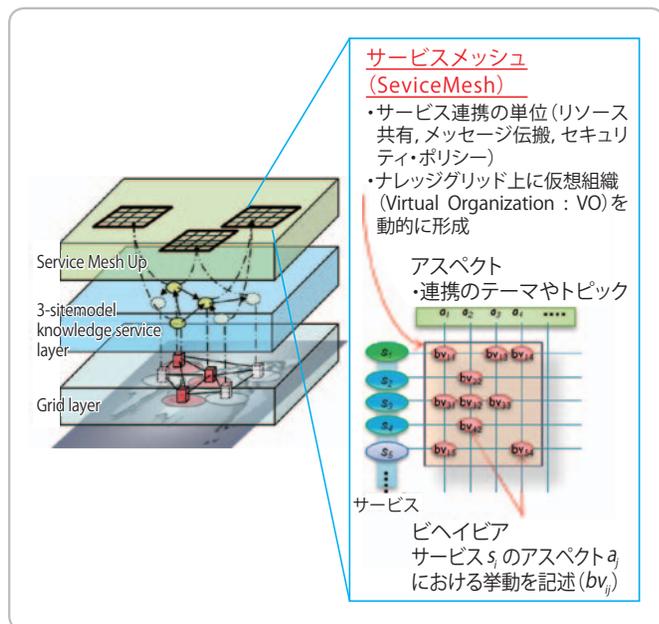


図-8 グローバルナレッジグリッドの概要

- 分析の応用システム(=アプリケーション)ごとに、グリッドノードの仮想グループ (virtual organization : VO) を形成し、セキュアな情報資源および計算資源の共有を行えることである。

たとえば、地球温暖化問題は、網羅する範囲が広く、かつ我々の実世界での活動と密接な関係を持っている。気候変動に端を発し、自然環境、生態系はもちろんのこと、医療、経済、教育、文化など、ほぼあらゆる分野のあらゆる活動に関係を持つ。一方で、時間・空間的局所性を持つことも知られている。この種の問題を扱う上での特徴は、時間、場所、話題に応じて、必要なデータや分析モデルと分析処理、分析結果の提示方法までが影響を受け、かつ変化し続けることである。このような問題は、データを中央に集中させ既定のワークフローで一括処理する従来のデータマイニングでは対応できない。

グローバルナレッジグリッドでは、グリッドアーキテクチャに基づき、各ノードに分散配備された情報資源と計算資源(データ、分析モデル・分析処理、分析結果提示)を対象に、ユーザが欲しい情報とそれぞれの資源の依存関係を記述する。逆に見れば、各種資源がユーザが欲する情報を「共通の関心事 (common interest)」とし、それへのかかわり(依存関係)に基づいて横断的に繋ぎあわされていることになる。グローバルナレッジグリッドでは、これをアスペクト(局面)と呼び、アスペクト内で共有される「共通の関心事 (common interest)」をアスペクトプロパティと呼ぶ。各資源はグローバルナレッジグリッド上のサービスとして抽象化され、各サービスのアスペクトプロパティへの依存関係は、アスペクトプロパティの

変化に応じそのサービスを起動するための起動条件、起動時に行う処理(ビヘイビア)、および終了時に行う終了処理として記述される。こうしたアスペクトの集合体を、グローバルナレッジグリッドではサービスメッシュと呼び、1つのアプリケーションを構成する。この作業を、(従来のサービスマッシュアップと対比し) サービスメッシュアップと呼ぶ。図-8にサービスメッシュの概念図を示す。

サービスメッシュの実行時には、メッシュに含まれるサービスが配備されているノード間で、仮想ネットワークを構成し、以後この仮想ネットワーク上で他のメッシュを構成する仮想ネットワークとは隔離されたセキュアな環境で、資源共有と分散実行を行う。

### 実世界における情報提示

我々は日々実世界で発生するさまざまな出来事に気が付き、知識として獲得しながら生活している。これまでは、それらを情報として残して、自分を含めて多くの人々の間で利活用することが困難であったが、デジタルデバイスの進化によってライフログとして記録して発信を行うことが可能になっている。このようなライフログとしての実世界情報は、時空間的な範囲で特徴付けられるために、その内容は意味的に偏在している情報である。つまり、それらの情報は空間的かつ時間的な周辺情報と共に分析されて、その場所や時間で活動するユーザに提供されることが重要となる。

たとえば、先に述べたような街角の雰囲気情報を例にとると、旅行に行く前に地図上で閲覧するだけでなく、実際にその地に立っているときに周辺の情報を得ることも有用な利用方法である。

このようなライフログを活用したユーザの行動支援を目的として、実世界上での情報提示を可能にする携帯電話サービスやウェアラブルコンピュータなどの利用が多数提案されている。携帯電話などの携帯端末は比較的安価で普及率が高いためサービス開始への障壁が低いメリットがあるが、小型の画面ばかり注視して実世界を疎かにしがちで、特に風光明媚な観光地などではもったいない感もある。ウェアラブルコンピュータと拡張現実感技術の組合せによる、シースルー型のヘッドマウントディスプレイにアノテーションを重畳表示する研究も多数あるが、まだまだ機器が特殊で一般的には利用しづらいのが現状である。

もう1つの方向性として、実世界内にユビキタス的に存在するディスプレイの利用が挙げられる。ディスプレイの薄型化、大画面化、高輝度化などに伴い、街角や電車内などのさまざまな場所で情報ディスプレイを目にす

## 4 「ライフログに基づく実世界でのコンテンツ利活用」

るようになってきた。上述の個人用機器と比べると、公共のディスプレイでの提示内容のユーザ適応化は難しいというデメリットはある。しかし、情報が在るべき場所に表示されていて、ユーザはそれを見るだけでよい、という単純かつ縛りがない関係は、実世界内での情報利用にとって有益である。より詳細な情報やユーザに応じた情報を提供するためには、対話的な操作や個人用機器を併用すればよい。

このようなライフログを活用した情報利活用のための要素技術として、公共ディスプレイを用いた我々の取り組みを以下に紹介する。

### ■ uNaviBoard による実世界ナビゲーション

実世界においてユーザを目的地に誘導する目的で、現在は携帯デバイスなどを用いて画面上のマップなどに現在地を表示しながら移動方向などを示すシステムが利用されている。このようなシステムにライフログシステムなどで生成された情報を配置して周辺地域の情報を提供することは有益な手法と考えられる。しかし、実際の利用においては携帯端末の画面を凝視する場合もあり、移動しながらの閲覧は時には危険を招くこともある。一方、将来のユビキタス情報社会においてはデジタルサイネージとして、ディスプレイ装置が実世界に埋め込まれ広告情報等が配信されることが予想されているが、それらの装置を連携させることにより、ユーザの移動支援においても実世界における情報提示装置として提供できる。

たとえば、ユビキタス・ネットワーク技術によって、実世界に設置されたディスプレイ群がネットワークで繋がり仮想3次元世界を共有した上で、実世界情報を提示しながら仮想3Dキャラクタをディスプレイからディスプレイへと移動させることも容易になってきた。そのようなシステムを使うことで、実世界におけるデジタルコンテンツとのインタラクションを通じてユーザ間のライフログデータを交換したりそこから得られた情報によって、ユーザ支援できるような技術が構築できると考える。我々は、仮想3次元デスクトップ Croquet<sup>10)</sup>と番組作成マークアップ言語 TVML<sup>11)</sup>を組み合わせた uNaviBoard と呼ばれる情報提示装置を開発しており、2005年7月31日の NICT 施設一般公開で実証実験を行っている<sup>5)</sup>。実験の様子を図-9に示す。この実験システムでは、NICT の実際のフロアを Croquet 上の仮想空間として構築しており、さらにその仮想空間を複数のコンピュータで共有している。ディスプレイには、実世界で見える風景と同じものが仮想空間として見えており、ユーザは仮想空間内に表示された情報から実世界の部屋で開催されているイベント情報などを閲覧することができる。その仮想空間内を TVML によって振舞いを記述さ



図-9 Croquet with TVML による実世界ナビゲーションの実証実験の様子

れた仮想キャラクタが歩き回ること、結果として複数のディスプレイ間を仮想キャラクタが渡り歩いてユーザを目的地に案内するサービスを実現している。

このようなシステムは携帯端末を持たないユーザに対して、そのユーザの行動履歴を取得したり、またライフログに基づく行動支援を行うことを実現することが可能となる。本実験では多くの来場者、特に小学生の子供たちに利用され、ユーザの行動履歴を有効に取得する可能性について確認できた。

### ■ 情報の気付きと理解の支援のための風の利用

実世界中に配置されたディスプレイを介して情報を提示する際には、見えない場所でも有用な情報を提示してもユーザは気付くことができないという問題がある。前節で述べたような複数のディスプレイの連携によるユーザの誘導はこの問題に対する解決手段の1つである。本節ではもう1つの解決手段として、視覚情報を別のモダリティで補完する方法について述べる。

視覚情報の補完のためには、視覚情報に次いで主要な情報伝達手段である聴覚情報を利用する方法がまず考えられる。しかし、聴覚情報には環境的な騒がしさの問題がある。また、聴覚情報の持つ意味を理解するにはかなり注意を払って聞き、理解しなければならないという制約もある。

ところで、我々は実世界の中では五感を総動員させて周囲の状態を知覚している。たとえば車を運転する際には見えたり聞こえたりする情報だけでなく、加速度や振



図-10 風覚ディスプレイの設置例

動を通してカーブの度合いやエンジンの状態を感じ取っている。あるいは料理の際には味見をしたり温度や匂いを感じることは欠かせない。これらの視覚・聴覚以外の知覚は、情報源への注目を促し、メインの情報の獲得を支援する役割を果たしている。車の運転の際には振動からエンジンの回転が大きくなったことを感じればメータ類に視線を配るし、料理の際には匂いの変化で調理の過程を確認する。

このように、我々は大量の情報に囲まれながらも、さまざまな知覚情報を通じて意識を集中すべき情報を選択している。同様に、多様な知覚を積極的に利用することで情報を日常生活の中で利用する際の閲覧や取捨選択を支援できると考えられる。

たとえば風による触覚は、従来の触覚ディスプレイと異なり非接触型であるのでユーザは器具を装着したり触れたりする必要がない、温度や匂いといった他の感覚に比べると制御が比較的容易であるという利点がある。風によって表現可能な量は風量と風向である。特に、風向により方向を表現できるという特徴は、詳細な情報が提示されている場所や、情報に関連している場所を指し示すなど、実世界を対象としたユビキタスコンピューティングにとって有用である。

そこで情報メディアとしての風の可能性を模索するために、まず、風量をコンピュータから制御できる風覚ディスプレイを試作した。市販の直流ファンをパルス幅変調によって回転速度を40段階で制御できるようにしたもの、および市販の扇風機の風量スイッチ(3段階)をリレーで切り替えるように改造したものの2種類である。

図-10は2台の風覚ディスプレイの設置例である。これらの装置を利用した風量および風向きの知覚に関する評価実験を行った結果、風量や風向を正確に知覚することは困難であるものの、ある程度の誤差を許容する用途や相対的な比較においては十分に利用可能であることが確認できた。

これらの風覚ディスプレイを使って、情報の所在の指示、補助的な情報の提示の2種類の利用形態に関していくつかのアプリケーションを試作した。

前者については、マルチディスプレイの作業環境下で、

デスクトップ上に複数置かれている継続的な情報ツールが発する通知(たとえば新着メールやスケジュールの開始など)に対し、どの画面を見ればよいかを風で気付かせる例を試作した。この例は比較的狭い室内環境を想定しているのでそのままの形では屋外環境には適用できないが、たとえばディスプレイの前を通りがかった人に風で閲覧を促すなど、応用可能性は広いと考えている。

後者については、情報の「重み」を体感させるために、Webページ中のリンク先の情報の重要度、電子掲示板の賑わい度合い、入力中の数値の大きさを、それぞれページランク、単位時間あたりの書き込み数、数値の桁数に応じた風量で表現する例を実装した。この用途は時空的な範囲とは直接的には関係していないが、情報を体感させることは実世界内での直感的な情報利用に有益であると考えている。

実際に風を情報提示に利用する際には、装置の制約やノイズ、風の伝達に要する遅延、風の知覚特性、疲労感などといった課題が残されている。しかし、情報を体感、あるいは情報の存在に気付かせて実世界中に配置された詳細情報への誘導を行うといった手法は風に限らず、さまざまな五感メディアにも応用可能である。

## 今後の展望

人の行動ログ、いわゆるライフログの活用については、さまざまな可能性を秘めているが十分な利活用が行われているとは言えない。また、ユーザの行動ログであっても他人の行動ログが含まれていることもありプライバシーの観点から注意を払う必要がある。

我々は、従来のウェアラブルコンピュータのように身体に装着して詳細な周辺の情報を取得した行動ログではなく、音声対話を中心とした機器の操作履歴や外部の機器にはユーザが許可した情報だけを取得させることによって、プライバシーの問題を回避し、その実世界情報の特性を活かした管理手法や情報分析基盤を行っている。さらには、埋め込みディスプレイやデバイスによるインタラクティブかつ情報の存在を気付かせる提示方式についても研究開発を行っている。

プライバシー保護の観点からも、今後はこのような行動ログからの管理や分析、提示という技術がより注目を集め、ユビキタスデバイスによって街中のあらゆる場所で発生する遍在的な情報爆発に対応する新たなコンテンツ活用技術として注目を集めていくものと確信している。

**謝辞** 本研究は一部、文部省科研「特定領域研究」情報爆発時代に向けた新しいIT基盤技術の研究(課題番号:

## 4 「ライフログに基づく実世界でのコンテンツ利活用」

21013050, A01-24: 偏在性に着目したユビキタスコンテンツ利活用技術の研究開発)による.

### 参考文献

- 1) Nakamura, S. : Spoken Language Technologies for Universal Communication, Proc. of the First International Symposium on Universal Communication (2007).
- 2) He, S., Kawai, Y., Kidawara, Y., Zettsu, K. and Tanaka, K. : u-Cam : A User-driven Control Mechanism for Ubiquitous Cameras and Its Content Management, Proc. of the 7th International Conference on Mobile Data Management (MDM'06).
- 3) Kidawara, Y. and Tanaka, K. : Cooperative Device Browsing through Portable Private Area Network, Proc. of the 7th International Conference on Mobile Data Management (MDM'06).
- 4) Kidawara, Y., Uchiyama, T. and Tanaka, K. : An Environment for Collaborative Content Acquisition and Editing by Coordinated Ubiquitous Devices Proceedings of The 14th International World Wide Web Conference (WWW2005), pp.782-791.
- 5) Kidawara, Y., Yamamiya, T., Hayashi, M. and Tanaka, K. : Croquet with

- TVML : Scripting and Generating Croquet 3DWorlds by TVML, The Fourth International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing (Jan. 2006).
- 6) 宮森, 水口, 河合, 是津, 木俵 : 雰囲気メタファによる街の偏在情報の集約・提示システムの検討, 電子情報通信学会第14回Webインテリジェンスとインタラクション研究会, WI2-2009-24, pp.101-102 (2009).
  - 7) Kim, K. S., Zettsu, K., Kidawara, Y. and Kiyoki, Y. : Sticker : Searching and Aggregating User-Generated Contents along with Trajectories of Moving Phenomena, Proceedings of International Conference on Mobile Data Management, Taipei, Taiwan (May 2009) (to appear).
  - 8) Zettsu, K., Nakanishi, T., Iwazume, M., Kidawara, Y. and Kiyoki, Y. : Knowledge Cluster Systems for Knowledge Sharing, Analysis and Delivery among Remote Sites, Information Modelling and Knowledge Bases XIX. IOS Press, pp.282-289 (Mar. 2008).
  - 9) <http://twitter.com/>
  - 10) <http://www.opencroquet.org/index.php/Main Page>
  - 11) <http://www.nhk.or.jp/strl/tvml/index.html>

(平成21年5月8日受付)

木俵 豊 (正会員) | [kidawara@nict.go.jp](mailto:kidawara@nict.go.jp)

1990年神戸大学大学院工学研究科修士課程修了。同年(株)神戸製鋼所入社。1999年神戸大学大学院自然科学研究科博士(後期)課程修了。2001年(独)通信総合研究所入所,主任研究員。ユビキタス・コンテンツ技術の研究開発に従事。2006年内閣府総合科学技術会議事務局(情報通信担当)に参事官付として出向,情報通信分野の研究開発施策の立案に従事。2007年(独)情報通信研究機構知識創成コミュニケーション研究センターに復帰,知識処理グループリーダー。情報信頼性分析技術,ナレッジクラウド構築技術の研究開発に従事,現在に至る。第54回全国大会優秀賞受賞,IEEE Computer Society,電子情報通信学会,日本データベース学会,システム制御情報学会等各会員。博士(工学)。

是津耕司 (正会員) | [zettzu@nict.go.jp](mailto:zettzu@nict.go.jp)

1992年東京工業大学工学部情報工学科卒業。2005年京都大学大学院情報学研究所博士課程修了。博士(情報学)。1992年日本IBM入社。2003年通信総合研究所専攻研究員,2005年情報通信研究機構研究員を経て,2007年より同知識創成コミュニケーション研究センター知識処理グループ主任研究員,現在に至る。情報検索,Webマイニングに興味を持つ。日本データベース学会,米国計算機学会(ACM)等各会員。

河合由起子 (正会員) | [kawai@cc.kyoto-su.ac.jp](mailto:kawai@cc.kyoto-su.ac.jp)

2001年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士課程修了。博士(工学)。同年(独)通信総合研究所(現情報通信研究機構)入所。2006年京都産業大学講師。主に,Webマイニング,信憑性分析の研究に従事。

水口 充 (正会員) | [mmina@cse.kyoto-su.ac.jp](mailto:mmina@cse.kyoto-su.ac.jp)

シャープ(株),(独)情報通信研究機構専攻研究員を経て,2008年より京都産業大学コンピュータ理工学部教授。日常的な情報とのかかわりにおけるインタラクションデザインに興味を持つ。ヒューマンインタフェース学会,日本ソフトウェア科学会,ACM各会員。博士(工学)。

宮森 恒 (正会員) | [miya@cse.kyoto-su.ac.jp](mailto:miya@cse.kyoto-su.ac.jp)

1997年早稲田大学大学院後期博士課程了。博士(工学)。早稲田大学理工学部助手,通信総合研究所研究員,情報通信研究機構主任研究員を経て2008年より京都産業大学コンピュータ理工学部准教授。主に,情報信頼性分析,マルチメディアコンテンツ処理の研究に従事。ACM,電子情報通信学会,日本データベース学会,人工知能学会等各会員。

柏岡秀紀 (正会員) | [hideki.kashioka@nict.go.jp](mailto:hideki.kashioka@nict.go.jp)

1993年大阪大学基礎工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。同年(株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR)入所。1998年同主任研究員。1999年奈良先端科学技術大学院大学客員助教授(現客員准教授)。2006年(独)情報通信研究機構(NICT)専門研究員,および,ATR音声言語コミュニケーション研究所音声言語処理研究室室長。2009年NICT音声コミュニケーショングループ研究マネージャ,現在に至る。音声言語処理にかかわる研究に従事。言語処理学会,人工知能学会,日本認知科学会等各会員。