

コンテキストセンシティブなコンテンツ配信の実現に向けて —プロジェクト・MODE の取り組み—

田村大^{*1*2} 福間祥乃^{*2} 玉野哲也^{*3}

我々はユーザのコンテキストに応じて適切なコンテンツ配信を実現するためのスケーラブルなサービスプラットフォーム構築を目指し、MODE と称するプロジェクトを進めている。近い将来においてこのようなサービスを実現するためには、安価に広域展開でき、かつ高粒度のコンテキストを推定する手法の存在が不可欠である。我々は携帯型のマルチセンサモジュール(モバイルマルチセンサ)の試作を行い、これを通じて得たデータをもとに、上述の要求を満たすコンテキスト推定の実現を検討してきた。本稿では、これまで我々が行ってきた取り組みと成果について報告を行う。

MODE: Toward Realization for Context-Sensitive Content Delivery

HIROSHI TAMURA^{*1*2} YOSHINO FUKUMA^{*2} TETSUYA TAMANO^{*3}

We are urging the project which is called MODE aiming to accomplish appropriate content delivery according to user's context. A concrete goal of MODE is to build a scalable platform which can provide such services. To achieve this goal, it is vital for us to obtain a technology which can afford to evolve in wide area with low cost, and can presume user's context with fine granularity. In this sense, we have collected data by making portable multi-sensor module for trial purposes, and have been examining the presumption technique of user's context by using the data. In this paper, we report our approach and the results.

*1 博報堂 研究開発局/Research & Development Division, Hakuholdo Inc.

*2 東京大学大学院 情報学環・学際情報学府/Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, The Univ. of Tokyo

*3 武蔵野美術大学 造形学部 コミュニケーションデザイン学科/Department of Communication Design, College of Art and Design, Musashino Art University

1. はじめに

消費という側面においてユーザの意思決定が、現場判断に委ねられる傾向が高まっている。例えば、これまで衣服の購入にあたって、ユーザはファッション雑誌等の情報メディアを通じて知識を仕入れ、念入りに候補選択を行うといった事前選択の行為が意思決定の主要な役割を果たしてきた。しかし、最近では店頭で「パッと見た印象に従って購入を決めるような即興性の高い意思決定のパターンがマジョリティを形成しつつあることが報告されている[1]。このような傾向の下では、情報コンテンツの流通においても新たな様態(モダリティ)が要求される。すなわち PC 上での Web ブラウジング等によって達成される「じっくり検討型」のコンテンツ流通のみならず、ユーザの置かれた状況や意図する行為(これらを「コンテキスト」と称す。定義については[2]を参照)に基づいて、モバイル情報端末等を通じ、コンテキストにふさわしいコンテンツがシステムの自律的な選択の下に提供される「瞬間参照型」の様態である。

我々は、このような情報コンテンツ配信の様態を「コンテキスト感応型コンテンツ配信モデル(CSCDM: Context-Sensitive Content Delivery Model)」と呼ぶ。図 1 にその概念を示す。ユーザ端末側では、時々刻々と変化するユーザのコンテキストを抽出し、コンテキストの変化に基づいて適切なパスを確保す

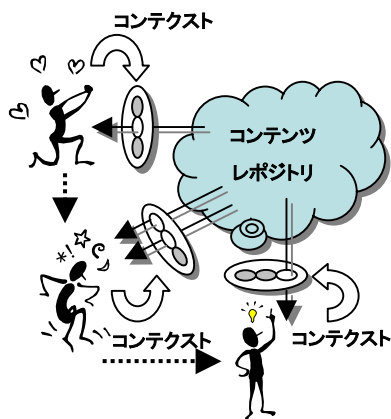


図1. CSCDMの概念図

Figure1. A concept map of CSCDM

る。一方、コンテンツレポジトリは有効なパスを検知し、それと合致したコンテンツを配信する。これによってユーザは、瞬時に適切なコンテンツを発見し、利用することが可能となる。

CSCDM の実現に向け、我々は現在、MODE と称する開発プロジェクトを進めている。本稿では、まず次節で MODE の概要について触れ、以降、昨年未より進めてきたユーザコンテキスト推定の研究成果について報告を行う。

2. MODE とは

MODE ではさまざまなコンテンツの発信単位である「ちゃんねる」を数万個単位で定義し、その中からユーザのコンテキストにあった「ちゃんねる」をシステム側が絞り込み、ユーザに提供することを目指している。用意する「ちゃんねる」は多種多様で、ライフステージ依存のもの(「就活ちゃんねる」や「子育てちゃんねる」など)や、場所依存のもの(「公園ちゃんねる」や「夜景ちゃんねる」など)、趣味・嗜好依存のもの(「宝くじちゃんねる」や「禁煙ちゃんねる」など)、行為依存のもの(「ジョギングちゃんねる」や「待合せちゃんねる」など)、関係性依存のもの(「山田家ちゃんねる」や「庶務二課ちゃんねる」など)、あるいはこれらの組合せによって、ユーザの日常的な移動生活で必要とされる広範な話題をカバーすることを予定している。この多数の「ちゃんねる」の中からユーザにとって望ましい「ちゃんねる」へ良好なアクセシビリティを提供するため、MODE ではシステムがユーザのコンテキストを取得し、それをを用いて自律的に順位付けあるいは一定数を選択することによって、提示する「ちゃんねる」の数を絞り込むことを考えている。たとえば、ユーザが渋谷で音楽 CD を物色しているというコンテキストにおいては、「最新ビルボードチャートちゃんねる」や「廃盤入荷情報ちゃんねる」、「渋谷カフェちゃんねる」などがユーザの欲するコンテンツと推測でき、システムはこれらのコンテンツを選定してユーザのモバイル情報端末に配信を行う。

このような機能は広域で利用できてこそユーザにとっての価値が高まる。また、近い将来における実用化を目指すため、既存技術で実装可能なアプローチをとりたい。そこで、我々はシステムにおける 2 つの主要なデータ処理、すなわち、(a) コンテキストの抽出、(b) コンテンツの送受信のうち、a をローカル側で行うこととする。具体的には、各ユーザがモバイル情報端末と持ち運び可能なマルチセンサモジュール(モバイルマルチセンサ)をセットで保持し、両デバイスが連携することでユーザのコンテキスト抽出を一貫して独立に行うということである。これによって、システムが稼動する前提は、コンテンツの送受信を扱うことのできるモバイルインターネットのインフラストラクチャの存在であり、新たに特別な設備を用意する必要を省くことができる。このような仕様では、ユーザ自身の管理下にコンテキストのデータソースを置くことができ、プライバシー保護の観点からも望ましいものと考えられる。

また、コンテンツの送受信に関しては、WWW をはじめとするインターネットアプリケーションにおいて一般的な、クライアント/サーバ方式をとらず、各ユーザ端末が対等な立場でコンテンツを扱う、Peer-to-Peer (P2P) 方式を採用するが、これについては稿を改めて報告することとする。

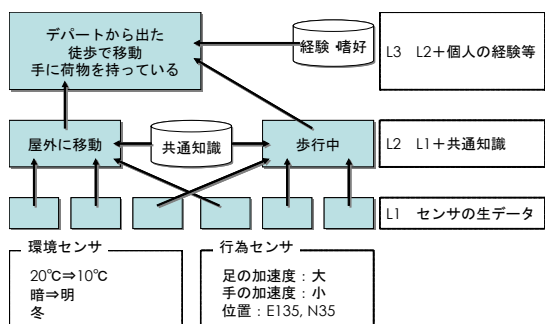


図2. コンテキストレイヤリングの概念図
Figure2. A concept map of context-layering

3. コンテキスト推定の方針

前節で述べたように、MODE ではユーザのコンテキストをコンテンツのフィルタリング条件として利用するため、抽出するコンテキストの粒度が高いほど、よりの確かなコンテンツの提供が可能となる。一方、PDA などの計算処理能力が乏しいモバイル情報端末においては、コンテキスト抽出の計算はできる限り軽い処理であることが望ましい。この背反する要求に対し、最適解を導くことが本稿の主要な目的である。

3.1 関連研究

これまで行われてきたコンテキストの抽出に関する研究では、2 つの大きく異なる手法が中心的であった。1 つはユーザの位置情報をコンテキストとみなすものであり、もう 1 つは画像処理によってコンテキストを推定するものである。位置計測の方式としては、赤外線や超音波を利用して屋内のユーザ位置を測定するシステム[3][4]、GPS (Global Positioning System) や携帯電話の基地局情報を利用して屋外のユーザ位置を測定するシステム[5]などが存在し、いったんインフラが整えば、広域にわたってローコストに利用可能であることが知られている。しかし、ユーザの位置情報のみでは得られる粒度に限りがある。画像処理によるコンテキスト推定は、物理空間の情報をビデオカメラから取得し、状況をコンピュータに認識させる方式であり、ユーザのジェスチャ認識[6]など高い粒度のコンテキストを得ることができる。しかし、画像処理は高度な計算処理を必要とし、手軽に広域に展開できないという問題がある。

3.2 コンテキストのレイヤリング

我々が採用したい手法は両者の長所を併せ持つものである。すなわち、広域に展開可能で、かつ高い粒度のコンテキストを得ることができるものとなる。そのため、複数のセンサ(マルチセンサ)を用いてそれぞれのセンサが出力するデータをもとに、コンテキストをモデル化するアプローチを検討した。さらには、コンテキストのモデル化を容易にし、アプリケーションでの再利用性を高め、なおかつコンテキストの粒度を高め

るために、我々はコンテキストのレイヤリングという概念を導入した(図2)。

まず1つ目のレイヤ(L1)として、あるセンサ単体のデータから得られる客観的なコンテキストを定義する。これは、「歩いている」「走っている」「座っている」といったユーザの基本的な行為状態や、温度、湿度、光や紫外線などの量と変化、時刻や季節、日付や曜日、GPSから得られる位置情報などの環境情報が含まれる。2つ目のレイヤ(L2)に属するコンテキストは、L1のコンテキストを組合せ、そこに普遍的な知識を加味して、L1では持ち得なかった「意味」を持つレイヤとする。たとえば、L1のコンテキストである、「温度が下がった」「明るくなった」「2月」「昼間である」を合わせて判断すると、「室外に出た」というコンテキストが推定できる。さらに、3番目のレイヤ(L3)のコンテキストとして、L2のコンテキストにユーザの習慣や嗜好など、個人的な情報を加えることを考える。たとえば、デパートでよく買物をする人がいて、買物が終わった後はタクシーで帰ることが多いという場合、L2のコンテキストである、「屋外に出た」「デパートの前に立っている」「手に荷物を持っている」を合わせれば、「デパートで買物を終え、タクシーに乗って帰りたい」というユーザの欲求を推定することができる。

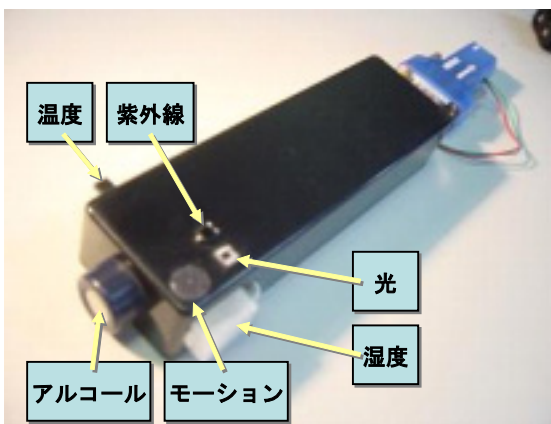


図3. センサアレイ
Figure3. A sensor-array

4. 実験設計

前節で提案したレイヤリング手法とマルチセンサを用いたコンテキスト抽出の可能性を探るため、装置の実装とデータ取得を目的としたフィールドワークを行った。

4.1 装置の構成

センサアレイ

センサアレイは携帯性を考慮した複数センサの集合モジュールである(図3)。収納したセンサは温度センサ、湿度センサ、光センサ(フォトセンサ)、紫外線センサ(UVセンサ)、モーションセンサ、アルコールセンサの計6つで、いずれも市販の製品である。これらのセンサから得られるデータを、PICマイコンを用いてAD変換およびシリアル通信を行い、PCに記録する仕様とした。各センサのサンプリングレートは500ms(湿度センサのみ1sec)とした。これらのセンサ、PICマイコン、シリアル端子、基盤を40mm×25mm×130mmの大きさのプラスチックケースに収めた。センサアレイへの電源はUSB-シリアルケーブルを介してPCから得ることとした。

Mica

Micaはcrossbow社を通じて市販されている無線センサネットワークの研究用キットである。ノードの大きさ

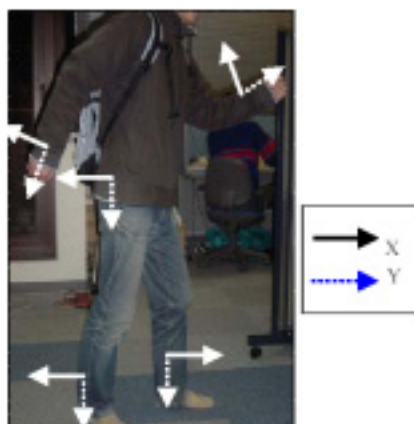


図4. 加速度センサの軸方向
Figure4. The directions of axes with acceleration sensors

は 30mm×30mm×60mm で、単三電池 2 本を電源として動作する。本体には Atmel 社の ATMEGA103 Microcontroller Unit (MCU) を搭載しており、4MHz / 8bit の CPU、128KB のフラッシュメモリ、4KB の SRAM を持つ。Mica は TinyOS というオープンソースプラットフォーム上で動作し、加速度や地磁気、温度、光などの各種センサやマイク/スピーカのついたセンサボードをノードに取り付けることができる。また、センサからのデータを 916MHz 帯で無線送受信できる。我々は、被験者の両手首、両足首、腰の計 5 ヶ所に Mica をつけてそれぞれの加速度データを取り、体の動きをセンシングした(図 4)。加速度は X 軸と Y 軸の 2 方向のデータをとることができる。データサイズは 10bit、サンプリングレートは 100ms である。

その他の装置

このほか、位置情報を記録するために、市販の GPS を携帯した。

4.2 フィールドワーク

我々は、2003 年 1 月に渋谷の街頭で二度に渡るフィールドワークを行った。被験者は 3 名で、それぞれ上記の装置を身につけ、取得したデータはバックパック内に格納したノート PC に記録した。出発地は営団本郷三丁目駅に至近の研究施設とし、往路は同駅より丸の内線に乗車、大手町で半蔵門線に乗り換え、渋谷に向かうルートをとった。渋谷では約 3 時間かけて予め設定したコースを巡回し、その間、書店やレストラン、DIY ショップ、デパート、カフェ等に訪れながら街を散策する、日常的な移動生活を再現した。帰路は往路と同様のコースを通った。この間、被験者はボイスレコーダを携行し、「これから××書店に入ります」「エスカレータで 3 階に上ります」などのように、あらゆるイベント発生時のセンサデータに対してアノテーションを行った。これによって、データ分析の際にコンテキストとデータの関係を探りやすくなる。

5. 結果

5.1 センサアレイ

センサアレイで取得したデータについて結果を以下にまとめる。まず、光センサ、紫外線センサ、温度センサの出力データ推移を示す(図 5-7)。フィールドワーク当日の天候は快晴で気温も低く、典型的な冬の東京の気候であった。これらのセンサが示す値は、屋内外で大きな差があることで共通している。また、グラフの傾きが大きく変化する時点で、ユーザの環境に大きな変化があったことがわかる。温度センサデータはセンサ素子の特性から、減衰は早い、上昇は緩やかな特徴を示している。光センサデータと紫外線センサデータは、類似したグラフの傾きを示すが、紫外線センサはユーザが屋外にいる場合のみ高い値を返すのに対し、光センサは屋内で明るい場所にいる際も高い値を返している。このような事象から、複数センサデータの組合せによって、ユーザの環境をより高精度かつロバストに推定できることがわかる。

図 8 に湿度センサの出力データ推移を示す。この場合も冬の気候を反映し、屋外より屋内のほうが高い値を示している。特徴的なのは、地下鉄車内において特に高い値が返されたことである。これは、閉空間における人の密集度合を間接的に示しているものと推測できる。

5.2 加速度データ(Mica)

Mica で取得した被験者の身体 5 ヶ所の加速度のうち、足(右足)と手(右手)のデータ推移を示す(図 9-10)。足の加速度データからは、ユーザが静止中か移動中かを判別可能である。また、移動中であっても屋内と屋外では振幅が異なる。これは、屋内の計測環境として商業施設の割合を高めたことによるものと思われる¹。手の加速度データからは、歩行中は周期的な振幅があることが見取れ、また、電車内で吊革を持っている場合や、携帯電話で通話している場合など手を上げて静止している状態の特徴も明確に現れ

¹ 商業施設は一般に通路スペースの幅が狭く、入り組んでいることも伴って、スピーディな歩行に適さない。

ていることがわかる。

さらには、図 11 のように、手の加速度と足の加速度の値の推移を並列してみると、さらに高粒度の行為の特徴が現れてくる。この場合、被験者はレストランで食事中であり、足は動いていないが、手は頻繁に動かし

ている。これらのデータをもとに、「テーブルについている」というコンテキストが推定でき、「ランチタイムである」という知識を加えて「食事中」というコンテキストを導くことは難しくない。コンテキストレイヤリングの有効性を示すよい事例であろう。

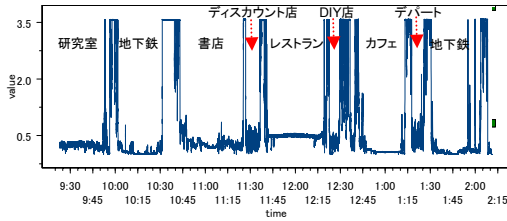


図5. 明るさの推移

Figure5. A value transition of brightness

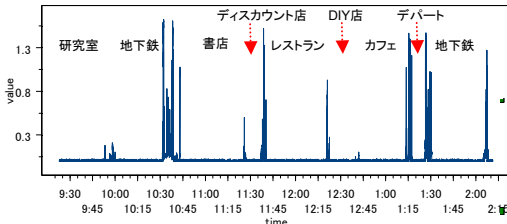


図6. 紫外線量の推移

Figure6. A value transition of UV

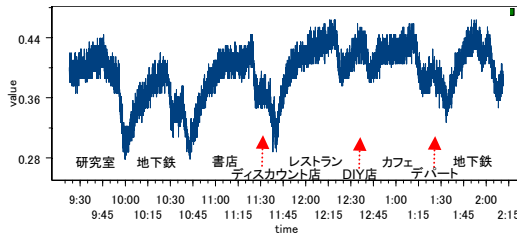


図7. 温度(気温)の推移

Figure7. A value transition of temperature

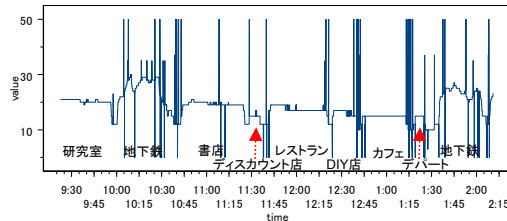


図8. 湿度の推移

Figure8. A value transition of humidity

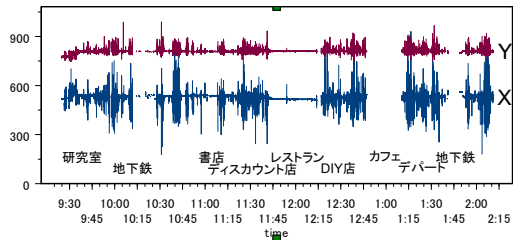


図9. 右足の加速度推移

Figure9. A value transition of acceleration on right leg

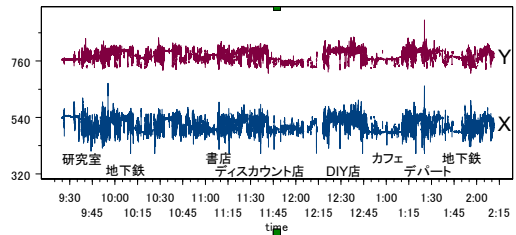


図10. 右手の加速度推移

Figure10. A value transition of acceleration on right arm

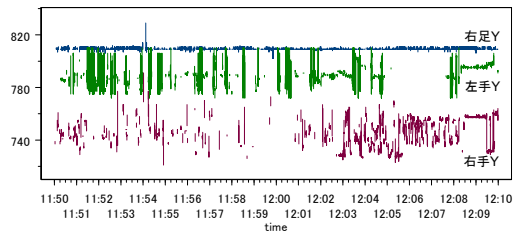


図11. 食事中の右足、右手、左手の加速度推移(Y軸成分の比較)

Figure11. A value transition of acceleration on right leg, on right arm and on left arm at lunch time (comparison with value at axes Y)

5.3 再現性の検証

取得したセンサデータをもとに、モデル化とアプリケーションへの適用性を検証するため、コンテキストレイヤリングの第二層(L2)をリアルタイムに推定・表示するプロトタイプアプリケーションを実装した(図 12)。具体的には以下のような機能を持つ。

1. L2としてユーザの運動状態、すなわち「歩いている」「走っている」「立ち止まっている」「座っている」「寝ている」というコンテキストを、L1のコンテキスト、すなわち両手、両足、腰の加速度値の変化から推定する
2. L2としてユーザの位置状態、すなわち「屋外にいる」「屋内にいる」というコンテキストを、L1のコンテキスト、すなわち明るさ、紫外線、温度の変化、さらに季節、時刻といった普遍的知識を加えて推定する

これを実際に被験者に装着して追実験したところ、推定されたコンテキストと実際のコンテキストはほぼ一致することが確認された。

6. まとめ

本稿では広域で利用可能なユーザのコンテキストを推定するアプローチとして、モバイルマルチセンサを用いた検討を行った。また、高粒度のコンテキスト推定を容易に行うための手法として、コンテキストレイヤ

リングを導入し、実際にそれを用いたプロトタイプアプリケーションを開発し、有効性を検証した。

今後の課題は、マルチセンサのデータからより高粒度のコンテキスト(L3)を推定する手法の確立、およびそれらの推定コンテキストと実際のコンテキストとの整合性を検証する点である。また、MODEの扱う幅広い話題に対応した統一的なコンテキストのフレームワークについても検討を行う必要がある。そのため、複数の確率状態遷移モデルなどの検討を通じて、コンテキスト推定の精緻化を進めていくとともに、アプリケーションデザイン観点から、トップダウン的な要素を加味し、望ましいコンテキストモデルの定義とフレームワークの設計を進めていく予定である。

謝辞

プロジェクトの研究パートナーとして多くの有益な示唆をいただき、また、システム実装をはじめ、研究推進全般に渡って多大なる支援をいただいた、東京大学大学院 情報理工学系研究科の青山友紀教授、川原圭博氏、林智天氏、東京大学大学院 新領域創成科学研究科の森川博之助教授、猿渡俊介氏、芝浦工業大学 工学部の南正輝講師に感謝します。

参考文献

- [1] 関沢英彦, 鷲田祐一, ミカエル・ビョルン: シチュエーションマーケティング—ケータイ時代の消費を捉える新発想, かんき出版(2002).
- [2] Dey, A.K., Abowd, G.D. and Salber, D.: A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications. *HCI Journal*, Vol. 16 (2-4), pp.97-166, 2001.
- [3] Want, R., Hopper, A., Falcao, V. and Gibbons, J.: The Active Badge Location System. *ACM Trans. on Information Systems*, Vol.10, pp. 91-102, Jan. 1992.
- [4] Priyantha, N.B., Miu, A.K.L., Balakrishnan, H. and Teller, S.: The Cricket Compass for



図12. プロトタイプアプリケーション
Figure12. An application prototype

Context-Aware Mobile Applications. *In Proc. of ACM MobiCom2001*, pp.1-14, 2001.

[5] E911: <http://www.fcc.gov/911/>

[6] Gandy, M., Starner, T., Auxier, J. and Ashbrook, D.: The Gesture Pendant: A

Self-illuminating, Wearable, Infrared Computer Vision System for Home Automation Control and Medical Monitoring. *In Proc. of IEEE ISWC'00*, pp.87-94, 2000.