

## 特定の移動経路を対象とする 行動センシング情報収集フレームワーク

渡辺 穂高<sup>†1</sup> 渡邊 翔太<sup>†1</sup>  
梶 克彦<sup>†1</sup> 河口 信夫<sup>†1</sup>

ユーザの行動情報を基にした位置推定手法の研究やその実用性の評価を行う際には、特定経路における様々なユーザの移動行動情報を収集した行動センシング情報コーパスが重要となる。しかし、行動情報の収集には多くの労力がかかるため、移動情報を大規模に収集するための仕組みを整備する必要がある。我々は特定の移動経路を対象とする行動センシング情報収集フレームワークを提案する。本フレームワークでは、音声ナビゲーションの導入により情報収集時の手間を省き、正確な経路移動データの収集を容易にする。また、ナビゲーションシステムに含まれる地図情報から、行動センシング情報へのラベル付与が可能である。本フレームワークを用いて実装したクライアントによる行動センシング情報収集を実演する。

### Framework for Collecting Activity Sensing Information on Specific Pathways

HODAKA WATANABE,<sup>†1</sup> SHOTA WATANABE,<sup>†1</sup>  
KATSUHIKO KAJI<sup>†1</sup> and NOBUO KAWAGUCHI<sup>†1</sup>

For research and evaluation of location estimation based on users' activity information, activity information corpus that contains information of various users' activity in the same pathway is required. However, collecting activity information takes a lot of effort, it is necessary to develop a framework for collecting large scale activity information. In this paper, we propose a framework for collecting activity sensing information on specific pathways. In this framework, we can omit time and effort for collecting correct information by introducing the voice navigation. In addition, we can label activity sensing information by using map information in the navigation system. We demonstrate the method of collecting activity sensing information by using a client application we implemented.

### 1. はじめに

GPS や地磁気センサなど多様なセンサを搭載した携帯端末の普及により、ナビゲーションシステムなどの歩行者向け位置情報サービスが広まりつつある。これらの位置情報サービスの多くは、ユーザの現在位置を取得するために GPS や無線 LAN による位置推定を利用している。しかし、地下や複雑な構造を持つ建物内など GPS や無線 LAN による測位が困難な場所が存在し、全てのエリアをカバー出来ていない。このように絶対位置測位の行えない屋内等におけるユーザ位置推定方法としては、デッドレコニングなど加速度センサや地磁気センサから得られるユーザの行動情報を基にした手法が研究されている<sup>1),2)</sup>。行動情報を利用した位置・経路推定に関する研究やその実用性の評価を行うにあたっては、同一経路における様々なユーザの経路移動情報を収集した行動センシング情報コーパスが必要となる。

音声認識では、音素バランス文と呼ばれる定形文の読み上げによって音声コーパスを構築する<sup>3)</sup>。これと同様に、行動認識においては、特定の経路の移動により行動センシングコーパスが構築できると考える。しかし、経路移動に関する行動センシング情報の収集には行動や経路に関するタグ・ラベルの付与が必要であり、正確なデータの収集には被験者の経路誘導など多くの労力がかかるため、大規模な移動行動センシング情報コーパスの構築には、経路移動に関する行動センシング情報の収集を容易にする枠組みの整備が必要である。

本稿では、ユーザの経路移動に関する行動センシング情報収集のためのフレームワークを提案する。本フレームワークでは、行動センシング情報収集の際にユーザに掛かる負担を軽減し、正確なデータを収集するために、音声ナビゲーションによる経路案内を導入する。音声ナビゲーションに従って経路を移動することにより、被験者の誘導や、ユーザが後から経路情報をタグ付けする手間を省く。本フレームワークを用いた経路移動に関する行動センシング情報収集クライアントを実装した。デモンストレーションとして本クライアントによるユーザの行動センシング情報収集を実演する。

以下に、本稿の構成を述べる。2章では大規模コーパスの構築に関して述べ、3章で我々が提案するフレームワークの構成について述べる。4章では実装したクライアントとそれを用いたデモンストレーションについて述べ、5章でまとめと今後の課題を述べる。

<sup>†1</sup>名古屋大学大学院 工学研究科  
Graduate School of Engineering, Nagoya University

## 2. 大規模コーパスの構築

音声処理，画像処理，自然言語処理などの信号処理分野においては，大規模なデータに基づく学習やモデル構築がシステムの性能向上のために重要であることは広く知られている．これらの分野では，大規模な予算を獲得するか，または多数のチームが各々ある程度の規模のデータを収集し，それらを統合して大規模なデータを得るといった仕組みにより大規模データコーパスの構築を実現している．

例えば，JNAS<sup>4)</sup> と呼ばれる日本音響学会の新聞記事読み上げコーパスでは，39 の機関が協力してデータを収集し，データベースを構築している．また，国立国語研究所では，現代日本語書き言葉均衡コーパスとして KOTONOHA<sup>5)</sup> を構築している．KOTONOHA では1億語規模のコーパスを目指し，獲得した予算に応じてコーパスの構築を進めていった．

我々は，行動情報処理においても大規模なデータを用いた認識や評価が重要であると考え，共通のデータ形式や動作などを用いて共有できるデータベースの構築を目指す技術チャレンジ (HASC Challenge) を行なってきた<sup>6),7)</sup>．HASC Challenge では，参加チームに共通のデータ形式を用いて行動センシング情報を収集してもらい，これを統合して行動情報コーパスを構築してきた．また，小川らの研究<sup>8)</sup> では，HASC Challenge により構築されたデータコーパス (HASC2010corpus) を用いて学習する被験者数を変化させた場合の行動認識率について評価を行ない，被験者数の増加に伴う認識率の上昇から，行動情報処理においても大規模データコーパスが重要であることを確認した．

HASC Challenge2010 では，決められた6種類の行動 (静止・歩く・走る・スキップ・階段上る・階段下る) のうち，1種類の行動を一定時間続けたものを学習データとして収集した．HASC Challenge2011 ではより実世界に近いデータでの行動認識・評価を行うため，実世界でのランドマーク間移動を対象とする行動センシング情報の収集を開始した．また，HASC Challenge2011 で収集されたランドマーク間移動データを用いて，ユーザの行動順序から移動経路を推定する研究がなされた<sup>9)</sup>．今後，行動情報を用いた位置・経路推定の研究・評価をより大規模なデータを用いて行うためには，同一の経路に対する様々なユーザの移動行動情報を収集する必要がある．しかし，行動センシング情報の収集において，データに対するタグ・ラベルの付与には大きな労力がかかる上，実世界での経路移動データでは被験者の誘導や経路情報のタグ付けも必要になるため，これまでの方法で収集するのは容易ではない．

我々は，経路移動に関する行動センシング情報の収集を誰もが簡単に行えるよう，特定の移動経路を対象とする行動センシング情報収集フレームワークの構築を目指すこととした．



図 1 ナビゲーションの経路選択画面 (左) 及び生成された案内文 (右)

## 3. フレームワーク構成

本フレームワークでは，経路移動に関する行動センシング情報の収集を容易にする仕組みとして，歩行者向け音声ナビゲーションシステム<sup>10)</sup>を導入する．図1にこのシステムにおける経路選択とそれにより生成される案内文の一例を示す．本システムでは，ナビゲーションに用いる地図情報として，歩行者の通行する場所をノード・リンク情報として表し，付近にあるランドマーク情報とともに記録している．案内を行う際には，ノード・リンク情報を基に現在地から目的地までの経路を作成し，経路情報から案内文を生成して音声として再生している．

我々が提案するフレームワークの構成を，図2に示す．本フレームワークは大きく分けて3つの機能を備える．

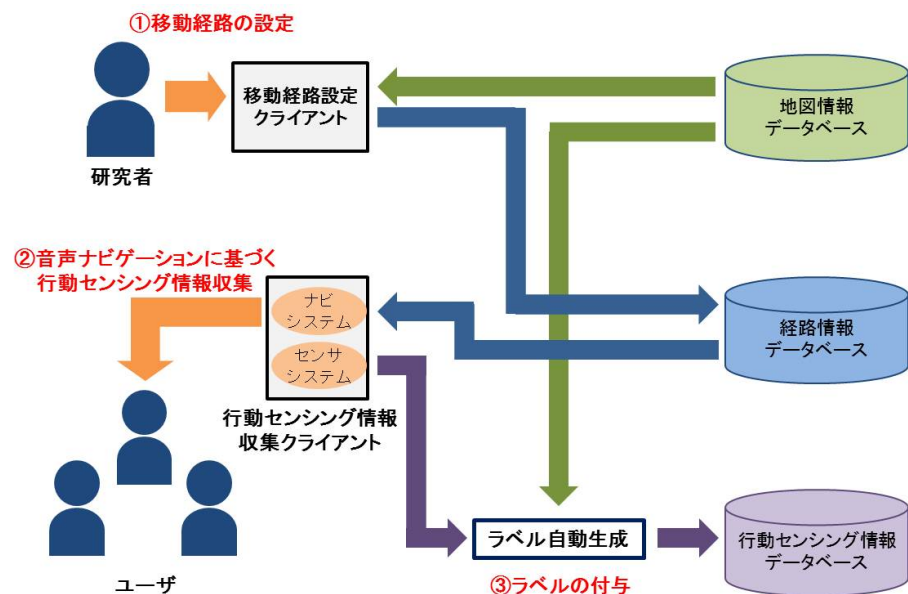


図2 フレームワーク構成

### 1. 移動経路の設定

多くの行動センシング情報を集める際、収集した情報に対するタグ付けには多大な労力がかかる。また、行動センシング情報からはセンシング時の正しい状況が把握できないため、タグ付けにミスが発生する可能性がある。本フレームワークではナビゲーションシステムに含まれる地図情報を用いて、ノード・リンクからなる移動経路情報を設定する。研究者はあらかじめ行動センシング情報の収集を行う経路を設定し、経路情報データベースに保存しておく。

### 2. 音声ナビゲーションに基づく行動センシング情報収集

経路移動に関する行動センシング情報を収集する際、通常は被験者を正しい経路に誘導するための人員が必要となる。しかし、センシング情報の大規模な収集を行う場合、必要な人員の確保は難しい。そこで、事前に選択された経路の情報に基づいてナビゲーションデータを生成し、音声案内によりユーザを誘導する。行動センシング情報の収集中は、経路移動に関係のない行為によるセンサ信号への影響をできる限り無くすため、センシング機器を一定

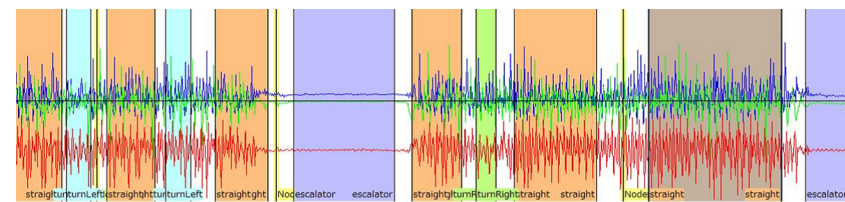


図3 ラベルの付与された行動センシング情報

の箇所に装着し、地図や端末画面を見ないで経路移動を行うのが望ましい。音声案内を用いた誘導により、ユーザの動作に起因する雑音の少ない行動センシング情報の収集が可能になる。案内音声は経路上にあるノードにより分割して再生されるため、各案内音声で再生されたタイミングの計測により、ノードを通過したタイミングの記録が可能になる。また、ユーザは設定された経路もしくは自身がこれから移動する経路を選択して行動センシング情報の収集を開始する。選択された移動経路と行動センシング情報の紐付けにより情報収集後のタグ付けの労力やミスを減らし、正確なセンシング情報が収集できる。

### 3. ラベルの付与

センシング情報収集時、事前に経路を選択しているため、収集した行動センシング情報には経路情報がタグ付けされている。地図情報データベースの参照により、移動した経路の形状がわかり、ノード通過タイミングが記録されているため、これらを基に図3で示すようなセンシング情報に対するラベルの付与が可能となる。また、このラベル情報により、直進、右左折、階段の上り下りといった経路上の要素に基づいた行動解析が行える。

本フレームワークを用いることで、以下の2つのモデルによる行動センシング情報の収集が考えられる。

- 研究者-被験者モデル

行動センシング情報を利用する研究者が、被験者を募って行動センシング情報を収集するモデルである。研究者はあらかじめ行動センシング情報を収集する移動経路を設定して、経路情報データベースに保存しておく。被験者は保存されている移動経路から指定された経路を選択し、行動センシング情報を収集する。研究者が指定した移動経路で行動センシング情報を集めるため、同一経路に対する行動センシング情報の収集が可能である。

- クラウドソーシングモデル

本フレームワークで導入している音声ナビゲーションシステムは、行動センシング情報収集時以外にも、目的地までの案内を必要とするユーザによる日常的な利用が考えられる。音声ナビゲーションサービスを広く提供し、利用するユーザの協力を得ることで、大規模な行動センシング情報の収集が可能である。研究者-被験者モデルと違い、ユーザはそれぞれの目的で多様な経路を移動するため、研究者が望むデータのみ収集はできない。しかし、被験者を募る方法より多くのユーザに縁の利用が見込め、収集する行動センシング情報も多くなると考えられるため、必要な情報を抽出すれば、様々な検証が行える。また、移動経路のノード・リンク情報を用いれば、異なった移動経路の行動センシング情報から同一リンクの移動部分の取り出しも可能である。

#### 4. クライアントの実装

本フレームワークを用いて、Android上で動作する研究者-被験者モデルの行動センシング情報収集クライアントを実装した。記録するセンシング情報のデータ形式は、HASC Challengeで定められた形式に準拠している。本クライアントでは案内音声の切り替えはユーザの外部ボタン押下により行い、ボタン押下のタイミングを他のセンシング情報と同様に記録して、ラベルの自動生成を行えるようにした。

以下に、本クライアントの利用手順を示す。まず、クライアントを起動すると3章図1(左)のような経路選択画面が表示される。地図上においてユーザが現在地、目的地、通過点を指定すると移動経路が表示され、移動経路を決定すると、案内音声生成され、センシング・ナビゲーション画面に遷移する。ユーザは図4に示すようにスマートフォンを腰などに装着し、外部ボタン付きイヤホンをつける。外部ボタンを押すと音声ナビゲーションが開始されるので、ナビゲーションに従い経路移動をはじめ。経路移動中は加速度・角速度などのセンシング情報が記録される。音声ナビゲーションは経路中のノードごとに分割して行われ、ユーザがノード到着時に外部ボタンを押すと次の案内音声再生される。目的地に到着し、ユーザが外部ボタンを押すとセンシング情報の取得を終了する。センシング終了後、データをPCに送信すると、自動生成されたラベル情報の閲覧が可能になる。

デモンストレーションでは、この一連の過程を会場で参加者に体験してもらう。本フレームワークを用いたデータ収集を進めるとともに、ユーザから意見を募り、今後の実装に反映させていく。

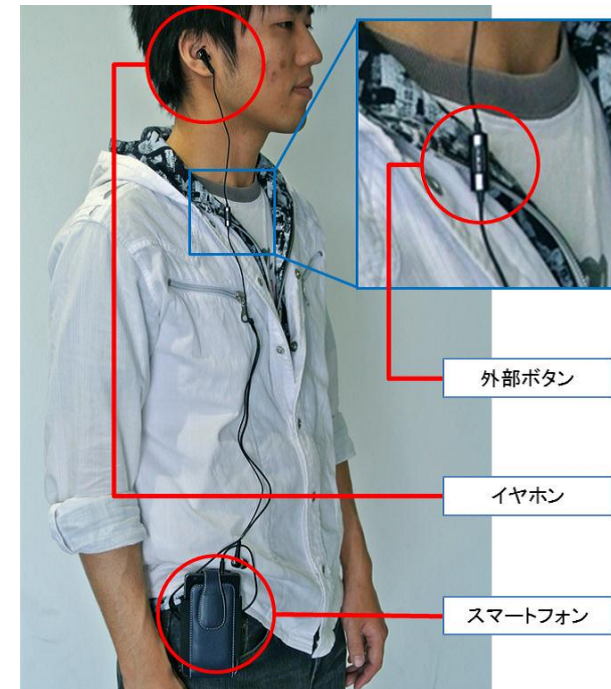


図4 センシング時の装着図



## 5. まとめと課題

本稿では、特定の移動経路における行動センシング情報収集フレームワークを提案した。本フレームワークでは音声ナビゲーションの導入により正確な経路移動情報の収集を容易にし、特定の移動経路における多数のユーザの行動センシング情報の収集により大規模移動情報コーパスの構築を可能とする。また、本フレームワークに基づいて収集されたセンシング情報により、経路情報に基づいた行動センシング情報の解析が可能となる。本フレームワークを用いて、スマートフォン向けの移動行動センシング情報収集クライアントを実装した。

今後の課題としては、ユーザが経路誤りをした際の経路の自動訂正や、ユーザとのインタラクションに頼らないラベルの自動付与などが挙げられる。また、データの収集について、音声コーパスでは読み上げ文に現実に話される音素連鎖をバランスよく含んだ音素バランス文が用いられる。経路移動に関する行動センシングコーパスにおいても、実世界に分布する移動経路の特徴をバランスよく含んだ経路の選択により、短い移動経路から精度の高いモデルを構築できると考える。実世界における経路の特徴の分布については、今後調査する必要がある。本フレームワークを用いて収集されたデータに対する解析・利用方法についても、更なる検討が必要と考える。

## 参 考 文 献

- 1) 興梠正克, 大隈隆史, 石川智也, 蔵田武志. 装着型自蔵センサモジュールを用いた歩行者の位置・方位計測技術. 電子情報通信学会誌, Vol.92, No.4, pp. 268-275, 2009.
- 2) 上坂大輔, 村松茂樹, 岩本健嗣, 横山浩之. 手に保持されたセンサを用いた歩行者向けデッドレコニング手法の提案. 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.2, pp. 558-570, 2011.
- 3) 小林哲則, 板橋秀一, 速水悟, 竹澤寿幸. 日本音響学会研究用連続音声データベース. 日本音響学会誌, Vol.48, No.12, pp. 888-893, 1992.
- 4) 日本音響学会新聞記事読み上げコーパス. [http://www.mibel.cs.tsukuba.ac.jp/\\_090624/jnas/](http://www.mibel.cs.tsukuba.ac.jp/_090624/jnas/).
- 5) Kikuo Maekawa. Kotonoha, the corpus development project of the national institute for japanese language. *Proc. of the 13th NIJL International Symposium*, 2006.
- 6) HASC - Human Activity Sensing Consortium. <http://hasc.jp/>.
- 7) 河口信夫, 小川延宏, 岩崎陽平, 梶克彦, 寺田努, 村尾和哉, 井上創造, 川原圭博, 角康之, 西尾信彦. HASC Challenge2010 : 人間行動理解のための装着型加速度センサデータコーパスの構築. マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO 2011), pp. 69-75, 2011.

- 8) Nobuhiro Ogawa, Katsuhiko Kaji, Nobuo Kawaguchi. Effects of Number of Subjects on Activity Recognition - Findings from HASC2010corpus -. *1st International Workshop on Frontiers in Activity Recognition using Pervasive Sensing (IWFAR2011)*, 2011.
- 9) 小川延宏, 岩崎陽平, 梶克彦, 河口信夫. 装着型センサを活用した行動情報によるユーザ移動経路推定. 情報処理学会第 74 回全国大会, 2012.
- 10) 渡邊翔太, 梶克彦, 河口信夫. ランドマークの視認性に基づく歩行者向け音声ナビゲーションの提案. マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO 2012), 2012.