

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 2 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23240014

研究課題名(和文) 人間行動理解のための装着型センサによる大規模データベースの構築

研究課題名(英文) Large-scale Database Construction of Wearable Sensors for Human Activity Recognition

研究代表者

河口 信夫 (Kawaguchi, Nobuo)

名古屋大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：10273286

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,100,000円、(間接経費) 10,830,000円

研究成果の概要(和文)：大規模データベースの構築を実現するための検討を進め、データ収集のための技術チャレンジであるHASC Challengeを継続的に開催した。また、年齢・性別でバランスさせた被験者を含む行動データ及び構造物内移動データ(HASC-IPSC)を公開した。その結果、当初の目標であった500名を超える被験者のコーパス構築が実現できた。センサ信号処理研究を支えるツールとして、行動信号処理ツール HASC Tool, HASC Logger の開発を行った。国際ワークショップHASCA2013をUbiComp2013の併設ワークショップとして開催した。

研究成果の概要(英文)：We held HASC Challenge that is a technical challenge for human activity sensing data collection continuously. Additionally, we organized indoor pedestrian sensing corpus with a balance of gender and age for indoor positioning and floor-plan generation researches. As the total, cumulative subjects exceed 500, and initial goal of the research is achieved. We also developed HASC Tool and HASC Logger for human activity sensing research. We held HASCA2013 as the joint workshop of UbiComp2013 for enhance international appearance of our research.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：ユーザモデル 行動理解 行動センシング 加速度センサ

1. 研究開始当初の背景

行動認識技術は、幅広い応用が期待できるにも関わらず、音声・画像・自然言語分野のような大規模コーパスやツールが欠如していた。

2. 研究の目的

本研究では、装着型センサを用いた大規模行動データベースの効率的な構築を目指し、国際的な行動理解技術の基板となるデータベース構築手法やデータ処理、支援ツールの実現を目的とする。特にコーパスの実用的・効率的な構築を目指し、データ形式の統一、データ収集技術、及びセンサデータの処理技術やデータ収集・処理を支えるための標準的な支援ツールを開発する。さらに、センサの装着位置、種類、サンプリングレート等、データ収集に検討すべき項目や、身長・体重、靴・床材質等のセンサデータに影響を与える被験者や環境に関する条件についての検討を行う。本研究ではコーパスの収集を進め、初年度終了時までに200人規模、次年度に300人規模、最終年度までに500人規模の行動データの収集を目指す。

3. 研究の方法

単一の研究グループが被験者を集めて数百人規模のコーパスを収集するのは、金銭的にも時間的にも大きなコストがかかる。また、実用的なコーパスを構築するには、現在利用可能な様々なスマートフォンやウェアラブルセンサのデータが必要となるが、単一グループがそれらの端末を用意するのは困難である。そこで、データ収集のための技術チャレンジである HASC Challenge を継続的に開催し、参加グループから提供されるセンサデータを統合することで、大規模コーパスの構築を目指す(図1)。



図1. 複数グループからのデータ提供に基づくコーパス構築

4. 研究成果

まず、大規模行動データベースの構築を実現するための基礎的な事項について検討した。特定の応用を想定した場合、行動種類・センサの種類・装着方法などに偏りが生じる。そこで、特定の応用を想定せず、基本行動(歩行・走行・階段昇降・スキップ・静止)と、実環境移動(駅や家から大学までなど)を対

象とした。また収集するセンサデータは、加速度センサのみを必須とし、他のセンサはオプションとした。さらに、データ形式、行動の正解データのラベリング形式、被験者情報や端末情報のメタデータ形式を決定した。

データ収集のための技術チャレンジである HASC Challenge は、2011年、2012年、2013年と継続的に開催した。表1に、チャレンジごとの参加グループ数を示す。日本国内の多くの大学・企業・研究所が HASC Challenge に参加した。その結果、大規模行動データの収集を実現できた。2014年以降も本研究者のグループを中心に継続する予定である。

表1. HASC Challenge の参加グループ数

HASC Challenge	参加グループ数
2011	19
2012	17
2013	18

HASC Challenge を通して収集したデータは、被験者の性別や年齢に偏りがあるという問題があった。そこで、年齢・性別バランスコーパスの構築を行い、107名の被験者を含む行動データ(HASC-IPSC)を公開した。

実環境移動データについても、絶対的なデータ量の不足に加え、同一経路を複数回移動したデータや、同一の始点・終点から、異なる経路で移動したデータといった、移動経路のバリエーションが不足しているという問題があった。そこで、HASC-IPSC では、基本行動データを収集した107名の被験者に対して、特定の建物内(図2)を様々な経路で歩いて移動した経路移動データの収集も行った。

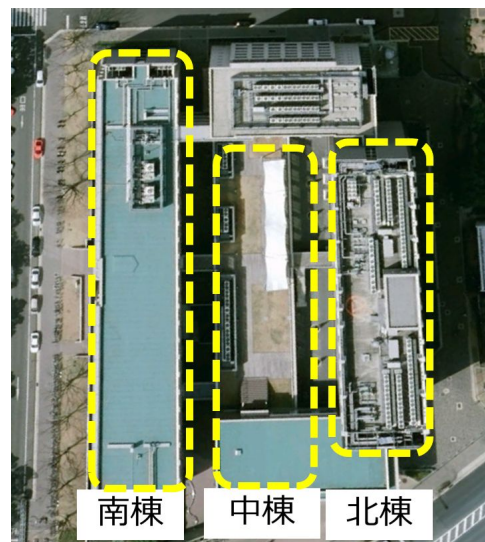


図2. HASC-IPSC における移動経路データ収集環境

HASC-IPSC では、経路移動のセンサデータに加え、建物の歩行空間ネットワーク(図3)や、個別の経路移動データの正解軌跡(図4)

が含まれている。HASC-IPSC では、無線 LAN 情報も同時に収集しており（表 2）、加速度センサ・ジャイロ・地磁気・無線 LAN を用いた高度な屋内移動に関するデータの研究が実施できる。

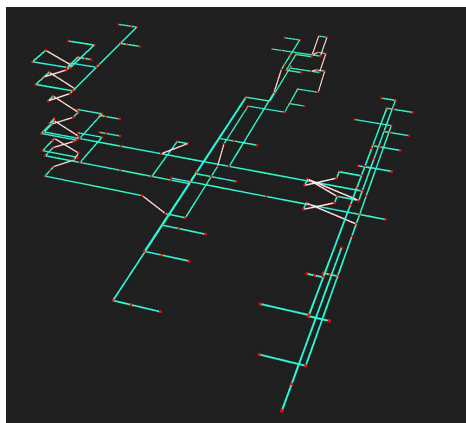


図 3 . 歩行空間ネットワーク構造

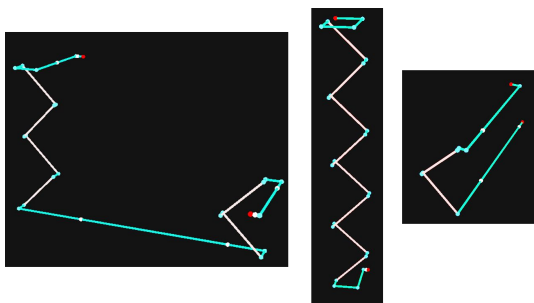


図 3 . 移動経路の正解データの例

表 2 . HASC- IPSC の統計情報

被験者数	107
経路数	116
延べ経路数	452
始点・終点の数	32
各経路を歩く被験者の数	Avg: 3.92 SD: 1.33
1 経路に含まれるノード数	Avg: 17.85 SD: 6.36
各経路の時間	Avg: 110.05 s SD: 35.97 s
各経路の長さ	Avg: 103.81 m SD: 32.52 m
1 リンクの時間	Avg: 6.53 s SD: 5.07 s
1 リンクの長さ	Avg: 6.16 m SD: 6.47 m
1 回の観測で得られる WiFi 基地局の数	Avg: 32.39 SD: 10.71

これまでの HASC Challenge を通じて収集したデータに、バランスコーパス (HASC - IPSC) 107 名を追加した、統合版の HASC Corpus の構築が完了した。基本行動・実環境・経路移動データの延べ被験者数は、625 名となり、500 人規模のコーパス構築という当初の目標は達成された。表 3 に、統合版 HASC Corpus

の概要を示す。

表 3 . HASC Corpus の概要

総容量	7.63G	
センサ	加速度・角速度・地磁気・気圧・GPS・無線LAN(IPSCのみ)	
被験者	基本行動	459人
	実環境	59人
	経路移動	107人
計測時間	基本行動	約202時間
	実環境	約8時間
	経路移動	約13時間

行動信号処理の共通基盤としての HASC Tool (図 4) と、行動信号のロガーツール HASC Logger (図 5) の開発を進めた。複数プロセッサによる分散処理など多くの機能が搭載され、多様な応用が実現可能になりつつある。

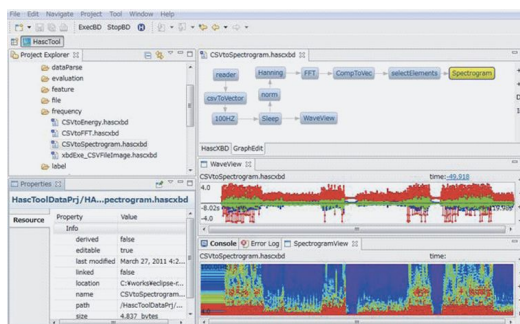


図 4 . HASC Tool



図 5 . HASC Logger

HASC Challenge への参加者増加や、行動信号処理分野の裾野を広げる活動として、HASC Tutorial も継続的に実施してきた。その結果、大学・企業からの HASC Challenge 参加者数を底上げすることができた。表 4 に、HASC Tutorial の実施概要を示す。

表4 . HASC Tutorial 開催概要

HASC Tutorial	開催場所
2011	名古屋, 東京, 大阪
2012	名古屋, 神戸, 福岡, 東京
2013	名古屋, 熊本, 京都

国際化については, 本研究グループが主な提案者となり, HASCA2013 (International Workshop on Human Activity Sensing Corpus and its Application) を Ubicomp2013 (ユビキタス関係の最難関国際会議) の併設ワークショップとして開催した. 50名近くの参加者を得て, 本研究成果の国際的な認知度が向上した. 次年度の HASCA2014 開催も決定した.

当初挙げていた目標は全て達成された. 500人規模を超えるコーパスを構築し, 行動信号処理の支援ツール HASC Tool/ HASC Logger も改良を続け多くの有用な機能を実装できた. 既に複数の研究者が, 我々の構築したコーパスやツールを使用して新たな研究成果を発表している. また, HASC Challenge 2011-2013, HASC Tutorial 2011-2013, HASCA2013 の開催を通じて, 国内外の行動信号処理に関するコミュニティを構築できた.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 43 件)

梶克彦, 河口信夫, 無線 LAN 環境特異点に基づくゲート通過検出手法, 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 1, pp. 366-377, 2014.

梶克彦, 行動センシング統合ツール HASC Tool, 情報処理, Vol. 54, No. 6, pp. 568-569, 2013.

村尾和哉, 鳥居康幸, 寺田努, 塚本昌彦, 行動の順序制約を用いた加速度データのラベリング手法, 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 1, pp. 519-530, 2013.

井上創造, 林田興祐, 中村優斗, 野原康伸, 中島直樹, Capturing Nursing Interaction from Mobile Sensor Data and In-room Sensors, International Conference on Human-Computer Interaction (HCI Interaction), 2013

[学会発表](計 217 件)

Kaji, K., Watanabe, H., Ban, R., Kawaguchi, N., HASC-IPSC: Indoor

Pedestrian Sensing Corpus with a Balance of Gender and Age for Indoor Positioning and Floor-plan Generation Researches, International Workshop on Human Activity Sensing Corpus and Its Application (HASCA2013), pp.605-610, 2013.

Kawaguchi, N., Watanabe, H., Yang, T., Ogawa, N., Iwasaki, Y., Kaji, N., Terada, T., Murao, K., Inoue, S., Kawahara, Y., Hada, H., Sumi, Y., Nishio, N., HASC2012corpus: Large Scale Human Activity Corpus and Its Application, in Proceedings of the Second International Workshop of Mobile Sensing: From Smartphones and Wearables to Big Data (IPSN'12), 2012.

Kawaguchi, N., Yang, Y., Yang, T., N., Ogawa, N., Iwasaki, Y., Kaji, K., Terada, T., Murao, K., Inoue, S., Kawahara, Y., Sumi, Y., Nishio, N., HASC2011corpus: Towards the Common Ground of Human Activity Recognition, in Proceedings of 13th ACM International Conference on Ubiquitous Computing, pp.571-572, 2011.

Kawaguchi, N., Ogawa, N., Iwasaki, Y., Kaji, K., Distributed Human Activity Data Processing using HASC Tool, in Proceedings of 13th ACM International Conference on Ubiquitous Computing, pp.603-604, 2011.

[図書](計 1 件)

西尾信彦 他, ビッグデータ・マネジメント~データサイエンティストのためのデータ利活用技術と事例~, 株式会社エヌ・ティー・エス, 2014, 240

[産業財産権]

出願状況(計 1 件)

名称: 携帯デバイスの携帯場所判定方法, 携帯デバイス, 携帯デバイスの携帯場所判定システム

発明者: 河内智志, 藤波香織

権利者: 東京農工大学

種類: 特許

番号: 特願 2013-040988

出願年月日: 2013 年 3 月 1 日

国内外の別: 国外

[その他]

ホームページ等

HASCA2013Web ページ
<http://hasca2013.hasc.jp>

HASCA2014Web ページ
<http://hasca2014.hasc.jp>

HASC ホームページ
<http://hasc.jp>

HASC Hub (コーパス)ページ
<http://hub.hasc.jp>

携帯電話の持ち運び場所判定 (YouTube ビデオ)
<http://youtu.be/U9L03UX3pgs>

加速度センサジェスチャデータ公開
http://ubi.eeddept.kobe-u.ac.jp/research/special/mobilerecognition_e.html

HASC-IPSC: 屋内歩行センシングコーパス
<http://hasc.jp/ipsc/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

河口 信夫 (KAWAGUCHI, Nobuo)
名古屋大学 工学研究科 教授
研究者番号: 10273286

(2) 研究分担者

西尾 信彦 (NISHIO, Nobuhiko)
立命館大学 情報理工学部 教授
研究者番号: 70286631

(3) 研究分担者

角 康之 (SUMI, Yasuyuki)
公立はこだて未来大学 システム情報科学部 教授
研究者番号: 30362578

(4) 研究分担者

藤波 香織 (FUJINAMI, Kaori)
東京農工大学 工学(系)研究科(研究院) 准教授
研究者番号: 10409633

(5) 研究分担者

寺田 努 (TERADA, Tsutomu)
神戸大学 工学研究科 准教授
研究者番号: 70324861

(6) 研究分担者

井上 創造 (INOUE, Souzou)
九州工業大学 大学院工学研究院 准教授
研究者番号: 90346825

(7) 研究分担者

川原 圭博 (KAWAHARA, Yoshihiro)
東京大学 大学院情報理工学系研究科 講師
研究者番号: 80401248

(8) 研究分担者

酒造 正樹 (SHUZO, Masaki)
神奈川大学 工学部 准教授
研究者番号: 10456155

(9) 研究分担者

大村 廉 (OMURA, Ren)
豊橋技術科学大学 工学(系)研究科(研究院) 講師
研究者番号: 10395163

(10) 研究分担者

羽田 久一 (HADA, Hisakazu)
東京工科大学 メディア学部 准教授
研究者番号: 00311788