

1. 大規模人間行動センシング データベース HASC Corpus とその応用

河口 信夫 名古屋大学

人間情報処理とデータベース

人の行動や意図の理解に基づいたさまざまなサービスの実現は情報システムの究極の目標である。スマートフォンに代表されるように、近年のデバイスは多様なセンサを搭載しており、これらのセンサを通じた行動理解やその応用の実現が可能になりつつある。しかし、実用的に利用されている機能は、万歩計や活動量計などにとどまっている。

音声や画像処理分野では、近年急速に認識技術が発達し、音声認識や顔認識などの処理が実用レベルで利用できるようになった。言語処理においても、大規模データの集積や Web からのデータ取得により、高度な処理が実現されるようになってきている。これらは、各研究分野における長年の研究成果としてのアルゴリズムやツールキットだけの成果ではなく、大規模なデータベースの構築とその利用によってもたらされたといえる。図-1 に人にかかわる情報処

理分野とその状況を示す。音声、画像、言語においてはすでに、データベース、アルゴリズム、ツールキットの整備が進んでいるのに対し、行動処理分野ではそれが進んでいない。

我々は、ロバストな行動理解の実現のためには、大規模な行動センシングデータベースの存在が不可欠と考え、データベースの収集を検討するための組織として「人間行動センシングコンソーシアム (Human Activity Sensing Consortium : HASC)」を設立した。複数の大学の研究者からなるこの組織を通じデータベース、アルゴリズム、ツールキットの構築を進めてきた^{1)~3)}。以下では、取り組みの成果としての HASC Corpus⁶⁾ および、その応用について紹介する。

行動データベースの収集

特定の研究分野で共通的に利用できるデータベースを構築するためには、その分野の専門家の中で、どのようなデータベースを収集するのが効果的かを議論し、仕様を定めることが望ましい。HASC でも同様の取り組みを 2009 年に行い、さまざまな議論を行った。当初は、議論を通じてセンサや行動種別、センサの取付位置、サンプリングレート等を決めることを検討していた。しかし、さま

	音声	画像	言語	行動
データベース	PASL-DSR, UTM, ATR, TMW, RWCP, PASD, CIAIR-DB	Face, Walker, TV, TRECVID, PASCAL, Text	Japanese Spoken Language Corpus, KOTONOHA	HASC Corpus
アルゴリズム	MFCC, DP, HMM, MLLR, Viterbi	Face Recognition, Optical Flow, SIFT, SURF, MKL	Morphological Analysis, Dependency Analysis, N-Gram	信号処理と同じ+ HASC 成果
ツールキット	HTK (HMM ToolKit), Julius	OpenCV, mist	JUMAN, KNP Chasen, Cabocha Mecab	HASC Tool
国際会議	ICASSP・InterSpeech	ICCV, ICPR, CVPR	NAACL, ACL, COLING	UbiComp, AH, Pervasive, Percom, INSS, ISWC

図-1 人にかかわる情報処理の状況

さまざまな研究者がさまざまな意図で研究を行う場合、センサの取付位置やセンサの種別、サンプリングレートなどが、研究テーマそのものに大きく依存し、統一化は困難であることが判明した。結果として、これらの形態を統一せず、データ形式だけを統一し、データの共有を行うための技術チャレンジとして HASC Challenge を推進することになった。

HASC Challenge の開催

HASC Challenge は、コンテストではなく、技術チャレンジ形式として、2010 年より毎年継続的に開催している (HC201X)。HASC Challenge では、[図-2](#)に示すように、参加チームに少数（最低 5 名分）の被験者のデータを提供していただき、全体としてデータベースを構築、その後、参加者に配布する、という形式で運営されている。これまでの 3 年間で[表-1](#)に示すチームが参加し、データ提供をしていただいた。結果として構築できたデータベースについては、次節で説明する。

HASC データフォーマットの策定

HASC Challenge の開催にあたって、将来にわたり利用可能なフォーマットの議論を行い、HASC Data Format として、以下のデータフォーマットを定めた。詳細については HASC の Web サイト^{☆1}を参照されたい。

■ センサデータフォーマット (.csv)

センサデータは、タイムスタンプ（単位は秒）と各軸のセンサデータ（加速度の場合は単位は g）からなる、コンマで分割された csv ファイルである。このフォーマットにより、任意のサンプリングレートを扱うことが可能である。

■ ラベルデータフォーマット (.label)

連続した行動においては、行動のラベルを付与することが必要になる。ラベルデータは開始時刻、終了時刻、行動ラベルで表される。また、ドアの開閉や通過などのイベントは、開始時刻のみで、終了時刻を空とした。

☆1 <http://hasc.jp>



図-2 HASC Challenge によるデータ収集

開催年度	参加チーム数	データ提供チーム数
HC2010	24	21
HC2011	29	19
HC2012	19	17

表-1 HASC Challenge 参加チームの推移

■ メタデータフォーマット (.meta)

センサデータに関するさまざまな情報を保持するために「属性：値」の情報を記載する。具体的には、端末種別、サンプリングレート、行動種別、被験者の性別・身長・体重、センサ装着位置、床や計測場所の情報などが記載される。

チュートリアル開催と Web 登録

参加者の増加を目指すために、行動識別の基礎や HASC Tool⁵⁾ の使い方を対象としたチュートリアルを名古屋・東京・大阪・神戸・福岡で開催した。HC2011 以降では、参加登録用の Web システム^{☆2}を開発し、チュートリアルの登録から、データの投稿、修正、配布までを一貫して行うことを可能にした。これによって、事務局側の手間が大幅に削減された。

HASC Corpus の概要

これまでの 3 回の HASC Challenge を通じて収集されたデータを整理して、HASC Corpus を構築した。開催年度ごとに仕様が若干異なる部分があるため、異なるデータベースとして配布しているが、含まれている基本行動 6 種類（静止、歩く、ジョギング、スキップ、階段昇る、階段降りる）、シーケンスデータ（全行動を含む連続行動）およびデータフォーマットは同一である。

HASC2011 corpus

HASC Challenge 2010 (HC2010) を通じて収集したデータから、メタデータが不足しているも

☆2 <http://hub.hasc.jp>

性別	被験者数	ファイル数
男性	102	4,464
女性	14	434
合計	116	4,898

表-2 HASC2011corpusの基礎情報

種別	被験者数	センサ種別	ファイル数
統制環境	96 (男性 85 女性 11)	加速度	4,495
		角速度	2,521
		GPS	240
		地磁気	310
実環境	40 (男性 34 女性 6)	加速度	40
		角速度	30
		GPS	27
合計	136		7,668

表-3 HASC2012corpusの基礎情報

のを削除し、一部データを補填して構築したのが HASC2011corpus である。基本情報を表-2に示す。2010年のデータであるため、スマートフォンにはまだジャイロセンサがほとんど搭載されておらず、加速度センサデータのみで構成されている。

HASC2012corpus

HC2011では、センサ数を増やすと同時に、これまでの基本6行動の収集(統制条件)に加え、実環境でのランドマーク間の移動データの収集も行った(表-3)。

HASC2013corpus

HC2012では、HC2011と同じ仕様でデータ収集を行ったが、スマートフォンが高度化したため、センサ種別が増加した。また、スマートフォンの構成数にも変化があった(表-4)。

行動データベースの応用

データ増大による認識性能の向上

図-3は、HASC2011corpusを用いて、学習に利用した被験者数を増やした際に、行動認識率が向上する様子を示している⁴⁾。この実験では、一般的な行動識別アルゴリズムと特徴量しか用いていない。また、現在では300名を超えるデータが集まっており、より高い認識率が得られるアルゴリズムの開

種別	被験者数	センサ種別	ファイル数
統制環境	80 (男性 71 女性 9)	加速度	3,354
		角速度	2,043
		GPS	585
		地磁気	1,800
		気圧	709
		近接	311
実環境	5 (男性 2 女性 3)	加速度	7
		角速度	7
		地磁気	6
合計	85		9,126

表-4 HASC2013corpusの基礎情報

発を行うための準備ができていているといえる。

類似性に基づく経路推定

HASC2012corpusは、実環境での移動経路データを収録している。同じ経路を異なる被験者が歩いた場合、現れる行動系列は、経路の特徴を表しているとい

える。図-4は、同一の経路を異なる被験者A、Bが移動した際の手によるラベル付けの結果を示している。同じ経路であるため、階段やエスカレータといった部分が共通であることが確認できる。すなわち、経路間のラベルの順序が時間は異なるが同一であることが分かる。もちろん、エスカレータを使わずに階段を利用したり、同じように歩くのではなく、少し駆け足で移動するといったこともあり得るため、同じ経路であるからといって行動系列が常に同じになるとは言えないが、ある程度の類似性が存在することは期待できる。行動信号を直接マッチングすることは困難であっても、行動認識をした結果をDP(Dynamic Programming)マッチングすることにより、経路推定が可能であることが確認できた。

現在開発中の行動データベース

HASCでは、これまでの基本行動や実世界データに加えて、独自の行動データベースを構築している。

HASC 年齢バランスデータ

HASC Challengeへの参加団体は主に大学が中心であり、コーパスに収集された被験者も大学生が最も多くなる。これは、明らかに一般のユーザ層とは異なるため、認識パラメータの調整において十分とはいえない。そこで、年齢・性別を考慮したコーパスを構築した。本コーパスでは、20代~60代を5歳

置きに区切り, 男女各5名づつ, 合計100名の被験者データを収集した。収集データはこれまでのHASC Corpusと同様である。

HASC 屋内行動データ

行動センシング技術の応用として, 歩行者ナビゲーションや経路推定が考えられる。これらの技術の評価や検証に資するため, 建物内の移動行動コーパスを構築した。このコーパスでは, 階段を含む建物内の移動経路, および行動センシングデータが提供される。行動データはラベル付けされており, 始点・終点・通過点情報やドアの開閉などのイベントもラベルファイルにタグ付けされている。

データを活用して行動センシングに関する研究成果を

HASCの活動を通じ, これまでに300名を超える規模の行動センシングデータベースが構築できた。HASC2011, 2012, 2013corpusは, HASC Challenge 2013へ参加登録していただければ, どなたでも無償で利用可能である。また, 本年度の9月には, Ubicomp2013と併設で行動センシングコーパスとその応用に関する国際ワークショップも開催予定である^{☆3}。ぜひ, HASCの行動データベースを利用して, 本ワークショップへの投稿を行っていただきたい。

参考文献

- 1) 河口信夫: 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構築にむけて, 情報処理学会マルチメディア分散協調とモバイルシンポジウム (DICOMO 2010), pp.579-581 (2010).
- 2) Kawaguchi, N., Ogawa, N., Iwasaki, Y., Kaji, K., Terada, T., Murao, K., Inoue, S., Kawahara, Y., Sumi, Y. and Nishio, N.: HASC Challenge: Gathering Large Scale Human Activity Corpus for the Real-World Activity Understandings, Proc. of

^{☆3} <http://hasca2013.hasc.jp>

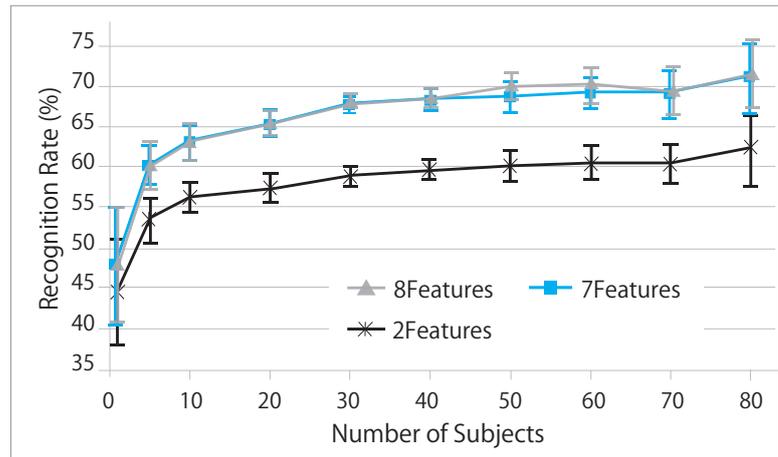


図-3 被験者数と行動認識率の関係

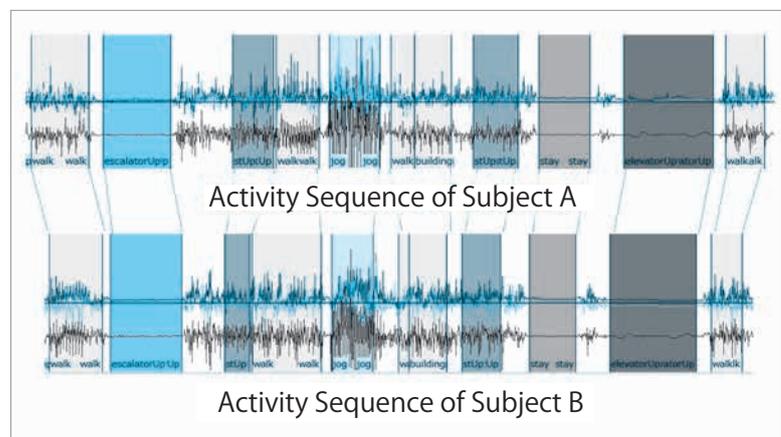


図-4 同じ経路を異なる被験者が歩いた場合

ACM Augmented Human 2011, pp.27:1-27:5 (2011).

- 3) 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, 情報処理学会マルチメディア分散協調とモバイルシンポジウム (DICOMO 2011), pp.69-75 (2011).
- 4) Ogawa, N., Kaji, K. and Kawaguchi, N.: Effects of Number of Subjects on Activity Recognition-Findings from HASC2010corpus, Proc of 1st International Workshop on Frontiers in Activity Recognition using Pervasive Sensing (IWFAR2011), pp.48-51 (2011).
- 5) Kawaguchi, N., Ogawa, N., Iwasaki, Y. and Kaji, K.: Distributed Human Activity Data Processing Using HASC Tool, Proceedings of the 13th International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp2011), pp.603-604 (2011).
- 6) Kawaguchi, N., et al.: HASC 2012corpus: Large Scale Human Activity Corpus and Its Application, Proceedings of the Second International Workshop of Mobile Sensing: From Smartphones and Wearables to Big Data (Held with IPSN2012 and CPSWeek 2012), pp.10-14 (2012).

(2013年4月5日受付)

河口信夫 (正会員) | kawaguti@nagoya-u.jp

1995年名古屋大学大学院情報工学専攻博士課程満了。同大助手。講師, 准教授を経て, 2009年より同大工学研究科教授。位置情報サービス, ユビキタスコンピューティング, 行動センシングの研究に従事。博士 (工学)。ACM, IEEE, 人工知能学会, 日本ソフトウェア科学会, 電子情報通信学会, 日本音響学会各会員。