

# オントロジを用いた行動イベント分析 Activity Event Analysis Using Ontologies

中村亮<sup>†</sup> 石川佳治<sup>†</sup> 杉浦健人<sup>†</sup> 脇田佑希子<sup>†</sup> 佐々木勇和<sup>‡</sup>  
Ryo Nakamura Yoshiharu Ishikawa Kento Sugiura Yukiko Wakita Yuya Sasaki

## 1. まえがき

近年、モバイル端末の普及やストレージの発展により、大量のデータが生成・蓄積されるようになっている。中でも人間の行動に関するデータに注目が集まっており、見守りサービスや健康管理など様々な応用が期待されている。

行動データの収集方法として、スマートフォンに搭載されたセンサを用いた研究がある [1], [2]。このような研究では、大規模なセンシング装置に拘束されることなく、スマートフォンのみを身に付ければ良いという利点がある。しかし、利用できるセンサが限定され、低次元な行動情報しか収集できないという課題がある。

そこで本稿では、低次元の行動認識データをもとに、背景知識などを組み合わせることにより、高次元の行動情報を抽出するオントロジを構築する。オントロジを用いる利点として、複雑な知識体系を記述できること、計算機による意味的な処理が可能であること、既存の利用可能なオントロジが公開されていることなどがあげられる。

オントロジの構築に際し、まずセンサから入力される行動情報を単純イベントとして抽象化する。本稿では、センサとしてスマートフォンに搭載されている加速度センサ、マイク、GPS の使用を想定する。続いて、単純イベントからは抽出できない高次元な行動情報を、複合イベントとしてオントロジに定義する。最後に、構築したオントロジと複合イベント処理 [3] 技術を用いて行動イベントを処理する。複合イベント処理とは、入力される低次元イベントストリームを監視し、与えられたパターンが検出された際に、より高次元イベントとして取り出す技術である。

## 2. イベント処理システムの概要

オントロジと複合イベント処理を用いた行動イベント処理システムを図 1 に示す。本稿では、センサから得られるデータの解析は対象とせず、行動イベントとしてイベント処理システムに入力されると想定する。図 1 の灰色の塗りつぶし部が、本稿で対象とする部分である。入力された行動イベントを、オントロジおよび RDB や GIS 等に蓄積された外部データを用いて処理し、得られた高次元な行動イベントを蓄積する。また、オントロジの編集インタフェースを設けることで、ユーザが任意の行動定義を追加できるようにする。得られた高次元な行動イベントをもとに、ユーザに対して情報推薦などの行動支援を行う。

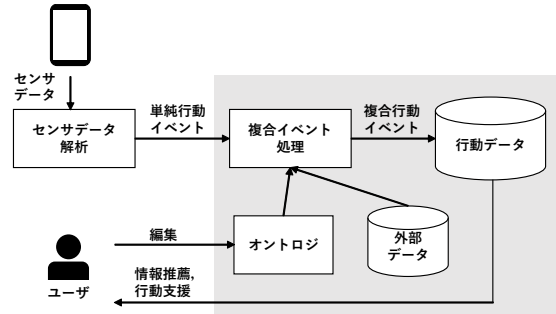


図 1: 行動イベント処理システム

## 3. 関連研究

### 3.1. スマートフォンを用いた行動検出

文献 [1] では、スマートフォンに搭載された加速度センサとマイク、GPS を用いて行動検出を行っている。同研究では、加速度センサを用いて行動推定を行い、作業していることが検出された場合にマイクを用いて作業の内容を分析している。また、文献 [2] では、加速度センサと地磁気センサを用いて歩行者の位置を推定している。直接位置を検出するのではなく、センサから移動量を検出し相対的に歩行者の位置を検出している。

いずれの研究も、スマートフォンに搭載されたセンサを用いて行動を検出しているが、検出された行動を外部の情報などと組み合わせた複合的な行動検出は行われていない。

### 3.2. 行動に関するオントロジ

人間の行動を定義したオントロジとして、CoBrA-Ont オントロジがある [4]。CoBrA-Ont オントロジでは、場所、人、行動などが定義されている。

文献 [5] で提案された COSAR は、人間の行動認識のためにオントロジを用いており、モバイルコンテキストを考慮した ActivO オントロジが構築されている。ActivO オントロジでは、Activity, SymbolicLocation, CommunicationRoute, Artifact, Person, TimeExtent などのクラスが定義されており、モバイル端末を用いた行動認識に役立つと考えられる。

本稿では、任意の行動を定義するために、新しく行動オントロジを構築した。主要な概念の定義は、ActivO オントロジの主要なクラスを参考にした。また、高次元な行動は、総務省の行動定義 [6] を参考にして定義した。

## 4. 行動オントロジの概要

行動オントロジでは、複合イベント処理を用いて高次元な行動を検出するために、行動以外にも複数の概念を定義している。以下では、オントロジ内の主要な概念の関係と、高次元な行動の定義について説明する。

<sup>†</sup>名古屋大学大学院情報科学研究科  
Graduate School of Information Science, Nagoya University  
<sup>‡</sup>大阪大学大学院情報科学研究科  
Graduate School of Information Science and Technology,  
Osaka University

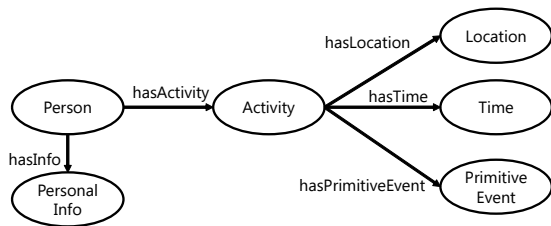


図 2: 主要概念の関係

#### 4.1. 主要概念の関係

行動オントロジ内の主要概念の関係を図 2 に示す。行動 (Activity) は、位置情報 (Location)、時間 (Time)、単純イベント (Primitive Event) に関係づけられている。位置情報には自宅 (Home) やレストラン (Restaurant) などを、時間には朝 (Morning) や昼 (Noon) などを下位概念を持つ。また、単純イベントはセンサから得られる行動イベントであり、食事 (Eat) や歩行 (Walk) などを定義している。さらに、人 (Person) は行動、個人情報 (Personal Info) と関係づけられている。個人情報では、年齢 (Age) や職業 (Job) などを定義している。

#### 4.2. 行動の定義

図 3 は、高次な行動の定義を示す。高次な行動として、買い物 (Shopping) やスポーツ (Sports) などを定義しており、いくつかの行動は更に下位概念を定義している。高次な行動の詳細な定義について、食事 (Meal) を例に説明する。食事は、下位概念として朝食 (Breakfast)、昼食 (Lunch)、夕食 (Dinner) を持っており、例えば朝食は以下のように定義する。

Breakfast  $\sqsubseteq$  hasPrimitiveEvent.Eat  
 $\sqcap$  hasTime.Morning

単純イベントの Eat はセンサから検出される「食事」を、時間の Morning は「朝」を示しており、これらが同時に発生した際に朝食を検出する。同様に、時間の下位概念として定義している Noon, Evening を用いて、昼食と夕食を区別する。

Lunch  $\sqsubseteq$  hasPrimitiveEvent.Eat  $\sqcap$  hasTime.Noon  
Dinner  $\sqsubseteq$  hasPrimitiveEvent.Eat  
 $\sqcap$  hasTime.Evening

このように、センサから得られる単純イベントと、時間に関するイベントを組み合わせると高次な行動イベントを定義する。

#### 5. おわりに

本稿では、高次な行動イベントを検出するためのオントロジについて説明した。今後は、さらに行動の定義を追加し、オントロジを拡張する予定である。また、行動オントロジを用いた高次な行動イベントの検出ができることを確認する。



図 3: 行動の定義

#### 謝辞

本研究の一部は、科研費 (16H01722, 26540043) および JST COI プログラムによる。

#### 参考文献

- [1] 大内一成, 土井美和子, “スマートフォンを用いた生活行動認識技術”, 東芝レビュー, Vol.68, No.6, pp.40-43, (2013) .
- [2] 上坂大将, 村松茂樹, “実世界に広がる装着型センサを用いた行動センシングとその応用: 2. スマートフォンを用いた歩行者デッドレコニング -センサで人の位置が分かる仕組み-”, 情報処理, Vol.54, No.6, pp.570-573, (2013) .
- [3] Gianpaolo Cugola and Alessandro Nargara, “Processing flows of informatiln: From data stream to complex event processing”, *ACM Computing Surveys*, Vol.44, No.3, (2012) .
- [4] Harry Chen, Tim Finin, and Anupam Joshi, “An Ontology for context-aware pervasive computing environments.”, *The Knowledge Engineering Review*, Vol.18, No.03, pp.197-207, (2003) .
- [5] Daniele Riboni and Claudio Bettini, “COSAR: hybrid reasoning for context-aware activity recognition”, *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.15, No.3, pp.271-289, (2011) .
- [6] 平成 23 年社会生活基本調査用語の解説 (調査票 A 関係), <http://www.stat.go.jp/data/shakai/2011/pdf/kaisetua.pdf>.