

LBSN オントロジの構築

Ontology Construction for Location-Based Social Networks

築井美咲[†]
Misaki Yanai

高橋正和[†]
Masakazu Takahashi

佐々木勇和[‡]
Yuya Sasaki

石川佳治^{†§}
Yoshiharu Ishikawa

1. はじめに

スマートフォンなどの GPS を搭載したデバイスや高速通信の普及により、位置に基づくソーシャルネットワーク (Location-Based Social Networks, LBSN) [1] が流行している。各 LBSN は独立しているが、「ある人物がある時刻にある場所にいた」といった共通の機能が数多く存在している。そこで、開発者が容易に LBSN を構築するために、共通の機能をまとめたフレームワークが求められている。

我々のグループでは、LBSN を構築するための LBSN ツールキットの研究開発を進めている [2]。ツールキットでは、複数のイベントを組み合わせることでより高次の意味的なイベント検出を図る。

共通する機能を整理した知識体系として、以下の三つの理由からオントロジに着目した。一つ目は、複数のイベントを組み合わせたといった複雑な知識体系を表現できること。二つ目は、計算機による意味的な処理が可能であること。三つ目は、再利用可能なオントロジが公開されていることである。本研究は、ツールキットで利用するための LBSN オントロジの構築を目的とする。

LBSN におけるイベントを、「任意の位置・時刻に起こる出来事で、人やメディアコンテンツが関連するもの (ただし、メディアコンテンツは任意)」と定義し、イベントの概念を中心に LBSN オントロジの設計を行った [3]。LBSN オントロジは、LBSN に共通する機能を概念レベルで表現する概念オントロジと、各 LBSN に依存するアプリケーションオントロジから構成される。本研究では、特に概念オントロジを扱う。概念オントロジには、イベントの概念、ソーシャル関係の概念、地理・空間の概念、および時間の概念の 4 つの概念がある。イベントの概念を除いた各概念は、既存のオントロジから推論に最小限必要な語彙の統合を行った。しかし、高次の意味的な推論を可能とするためには、イベントの概念を拡張する必要がある。そこで、LBSN オントロジと類似した概念から構成される行動表現のオントロジに着目した。

本研究では、行動表現のオントロジから、活用可能な概念を取り入れ、LBSN オントロジの構築を行った。以下では、関連研究として既存の行動オントロジの紹介をする。次いで、LBSN オントロジの概要と構築について述べる。

2. 行動表現のためのオントロジ

ユーザのコンテキストをモデル化するためのオントロジや語彙については、様々な研究がなされてきた。ここでは、代表的な行動表現のためのオントロジである、PalSPOT[4] と CoBrA-Ont[5] について説明する。これらのオントロジのモデリングの考え方を参考にし、LBSN オントロジにおけるイベントの概念を設計する。

2.1 PalSPOT オントロジ

PalSPOT プロジェクトには、個人の行動とソーシャルな行動をモデリングした activity ontology がある [4]。ここでは、

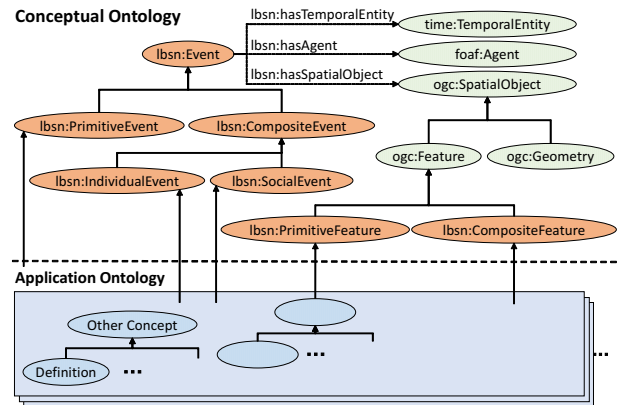


図 1: LBSN オントロジの概要

行動のサブクラスとして、個人の行動と、二人以上の人が関わるソーシャルな行動が定義されている。また、人間の行動は粒度が異なることに着目してモデリングした、multilevel activity ontology がある [6]。ここでは、行動を粒度の小さい順にジェスチャ、操作的なジェスチャ、シンプルな行動、複雑な行動の四つの粒度で定義している。ジェスチャは、最もシンプルで分解できない (例: ドアを押す)、次に、操作的なジェスチャは、ジェスチャの集合 (例: ドアを開ける)、シンプルな行動は、時間的なシーケンスを加えた複数の操作的なジェスチャ (例: {1. 食器を取る → 2. 食器洗浄機のドアを開ける, ...} → 食器を洗う)、複雑な行動は、シンプルな行動が数分から数時間の間に発生する行動 (例: {テーブルを拭く, 食器を洗う} → 片づけ) と定義されている。複雑な行動を階層的に分解し、階層関係を構築している。

2.2 CoBrA-Ont オントロジ

CoBrA-Ont では、場所、エージェント、および行動をモデリングしている。場所ではサブクラスとして、これ以上分解することができないシンプルな場所と、場所を包含する複合的な場所が定義されている。たとえば、講義室 A はシンプルな場所を表し、講義室 A を含む建物 X は複合的な場所であり、また、建物 X を含む大学 N もこれに含む。包含関係を利用することで、講義室 A にいる人物は大学 N に来ているということを推論可能とする。

3. LBSN オントロジの概要

LBSN オントロジを図 1 に示す。LBSN オントロジでは、LBSN に共通する機能を概念レベルで表現する概念オントロジと、各 LBSN に依存するアプリケーションオントロジに分ける。以下では、それぞれについて述べる。

3.1 概念オントロジとアプリケーションオントロジ

概念オントロジは、LBSN に共通する概念をモデリングする。共通する概念は、イベントの概念として表現し、既存のオントロジから推論に最小限必要な語彙の統合を行った。活用したオントロジは、ソーシャル関係の概念を表現する FOAF (Friend Of A Friend) [7]、地理・空間の概念を表現

[†]名古屋大学情報科学研究科

Graduate School of Information Science, Nagoya University

[‡]名古屋大学未来社会創造機構

Institute of Innovation for Future Society, Nagoya University

[§]国立情報学研究所

National Institute of Informatics

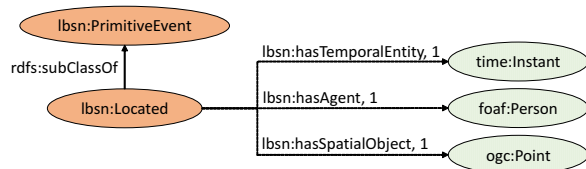


図 2: Located クラス

する **GeoSPARQL**[8] で用いられている Simple Features モデル, および時間の概念を表現する **Time Ontology**[9] である。

アプリケーションオントロジでは, 各 LBSN に依存する固有の概念をモデリングする。モデリングの方法には, 概念オントロジを特殊化していく方法と, 新しい概念体系を構築する方法がある。例として, 学園祭を想定した LBSN の, 固有の概念である学園祭の企画を考える。企画の「場所」は, 概念オントロジの地理・空間の概念を使って特殊化する。たとえば, 区画, 建物, 講義室がある。模擬店といった企画の「種類」は, 新しい概念として構築する必要がある。

3.2 イベントの概念

イベントの概念は, ソーシャルな関係の概念, 地理・空間の概念, および時間の概念をもつ。PaSPOT プロジェクトから, 行動の粒度と, 個人とソーシャルな行動の考え方を取り入れ, イベントの概念を詳細化した。図 1 の **Event** クラスは, 以下の階層関係をもつ。

- **PrimitiveEvent**: これ以上分解できない **Event**
- **CompositeEvent**: 複数の **Event** からなる **Event**
 - **IndividualEvent**: 個人の **Event**
 - **SocialEvent**: 二人以上の人物が関わる **Event**

3.3 地理・空間の概念の拡張

イベントの概念を特殊化するために, アプリケーションに応じて, イベントの概念に関わる各概念も特殊化する場合がある。

たとえば, 学園祭 LBSN において, 講義室の一つを使った屋内企画を考える。この企画を表現するために, 前述のアプリケーションオントロジで特殊化した地理・空間の概念を使う。企画の「場所」を特殊化した講義室と建物は, 建物の中に講義室が存在するという包含関係にある。しかし, 現在の地理・空間の概念では, 包含関係を表現できない。そのため, CoBrA-Ont オントロジの, 場所の包含関係を表す考え方を取り入れ, 地理・空間の概念を拡張した。

図 1 の **Feature** クラスには, 場所の包含関係を表すサブクラスを二つ設ける。

- **PrimitiveFeature**: これ以上分解できない **Feature**
- **CompositeFeature**: 複数の **Feature** からなる **Feature**

4. LBSN オントロジの構築

LBSN に共通する概念のモデリング例を述べる。図 2 と図 3 は, 構築した LBSN オントロジの一部である。

図 2 は, 「ある人物がある時刻にある場所にいた」というイベントをモデリングした **Located** クラスの定義である。**Located** は, 一人の人物 **Person** が, ある瞬間的な時刻 **Instant** に, ある一点 **Point** にいたことを定義する。**Located** の階層関係は, これ以上分解できない **PrimitiveEvent** のサブクラスに位置づける。**Person**, **Instant**, および **Point** は, それぞれの概念のサブクラスである。

図 3 は, 「複数の人物がある時点で近くにいた」というイベントをモデリングした **ClosePeople** クラスの定義

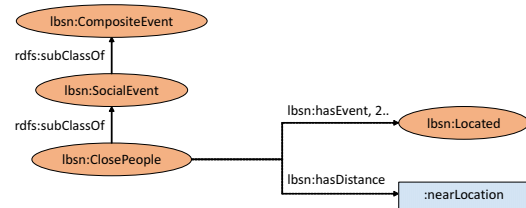


図 3: ClosePeople クラス

である。**ClosePeople** は, 二人以上の人物の **Located** で構成される。距離的な近さは, アプリケーションに応じて定義されるもので, **nearLocation** データプロパティで表される。**ClosePeople** は, 複数の **Event** を組み合わせた **CompositEvent** であり, 二人以上の人物が関わっていることから, **CompositEvent** のサブクラスの **SocialEvent** である。**ClosePeople** は, **SocialEvent** のサブクラスとして定義する。

LBSN における共通の概念は, **Located** を基本として表現できる。今回扱わなかった個人のイベント **IndividualEvent** には, ある人物の移動を表現するイベントや, ある人物が特定の場所に滞在していたことを表現するイベントなどがある。

5. まとめと今後の展望

本稿では, 行動表現のためのオントロジを紹介し, LBSN をモデリングする上で再利用可能な概念について述べた。さらに, 再利用可能な概念を取り入れ, LBSN オントロジの構築を行った。

最近の研究では, 建物内のモデリングについて [10] で議論されている。今後はこのような研究の動向を注視していく。また, LBSN オントロジを使った推論ができることを確認する予定である。

謝辞

本研究は科学研究費 (26540043) の研究助成による。

参考文献

- [1] Yu Zheng and Xiaofang Zhou(eds.). *Computing with spatial trajectories*. Springer, 2011.
- [2] 稲葉鉄平, 高橋正和, 築井美咲, 石川佳治. オントロジーに基づく LBSN 上でのイベント検出. 第 12 回情報科学技術フォーラム (FIT 2013), 2013.
- [3] 築井美咲, 稲葉鉄平, 高橋正和, 石川佳治. LBSN オントロジーの設計. 情報処理学会第 76 回全国大会, 2014.
- [4] Daniele Riboni, Linda Pareschi, Laura Radaelli, and Claudio Bettini. Is ontology-based activity recognition really effective? In *Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops)*, pp. 427–431. IEEE, 2011.
- [5] 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.
- [6] Rim Helaoui, Daniele Riboni, and Heiner Stuckenschmidt. A probabilistic ontological framework for the recognition of multilevel human activities. In *UbiComp*, pp. 345–354. ACM, 2013.
- [7] Dan Brickley and Libby Miller. FOAF vocabulary specification 0.98, August 2010. <http://xmlns.com/foaf/spec>.
- [8] Robert Battle and Dave Kolas. Enabling the geospatial semantic Web with Parliament and GeoSPARQL. *Semantic Web*, Vol. 3, No. 4, pp. 355–370, 2012.
- [9] Jerry R Hobbs and Feng Pan. Time Ontology in OWL. W3C Working Draft, 27 September 2006. *World Wide Web Consortium*. <http://www.w3.org/TR/owl-time>.
- [10] C. Nagel, T. Becker, R. Kaden, k. Li, J. Lee, and TH. Kolbe. Requirements and space-event modeling for indoor navigation. Technical report, Tech. Rep. OGC 10-191r1, Open Geospatial Consortium Discussion Paper, 2010.