

国際会議参加者の移動履歴の収集と LOD 化の試み

A Trial Collection of Movement Trajectories of International Conference Participants and Publishing as LOD

古崎晃司¹ 深見嘉明² 横山輝明³

Kouji Kozaki¹, Yoshiaki Fukami², and Teruaki Yokoyama³

¹ 大阪大学産業科学研究所

¹ The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

² 立教大学大学院ビジネスデザイン研究科

² Graduate School of Business Administration, Rikkyo University

³ 神戸情報大学院大学情報技術研究科

³ Kobe Institute of Computing, Graduate School of Information Technology

Abstract: 本発表では、国際会議 ISWC2016 の参加者から募った協力者に GPS デバイスを配布して収集した移動履歴を、LOD 化する取り組みについて報告する。収集したデータは、オープンデータから取得した Point of Interest (POI) 情報を用いて RDF データに変換し、POI 間の移動経路を表す LOD として公開した。これにより、SPARQL クエリによる柔軟なデータ分析が実現された。

1. はじめに

IoT デバイスの普及に伴い、各種センサーデータの収集が低コストで行えるようになり、それらのデータを効果的に活用するための技術が求められている。その基盤技術の一つとして、W3C においてセンサーデータにセマンティクスを付与するための The Semantic Sensor Network Ontology の標準化が進められており、2017 年 1 月には Working Draft が公開された[1]。

本研究では、センサーデバイスのうち、GPS 情報に基づき移動履歴を記録する GPS ロガーを例として、センサーデバイスにセマンティクスを付与する枠組みを検討する。GPS はカーナビゲーションシステムをはじめ、各種 GIS システムと連携した様々な応用に利用されているが、その移動軌跡データを収集することで観光行動の分析[2, 3]や防災計画への利用[4]など、人の移動行動に関わるデータ分析への活用が進められている。

本論文では、GPS 情報にセマンティクスを付与する方法を検討することを目的として行った、国際会議 ISWC2016(The 15th International Semantic Web Conference)の参加者から収集した移動履歴を LOD 化する取り組みについて報告する。GPS 情報は会議参加者から募った協力者に、貸与した GPS デバイス

を持ち歩くよう依頼することで収集した。それらから得られた位置情報の履歴を、オープンデータから取得した Point of Interest (POI) 情報と組み合わせることで RDF データに変換し、POI 間の移動経路を表す LOD (Linked Open Data) として公開した。

以下、2 章では GPS デバイスによる移動履歴データの収集方法について述べる、それらのデータを LOD 化する方法を 3 章で述べる。続く 4 章では、LOD 化した移動軌跡を用いたデータ分析例を示し、5 章で本論文を総括する。

2. 移動履歴の収集方法

移動履歴の収集は、ISWC2016 の国外参加者から募った協力者 13 名を対象に行った。

協力者が ISWC2016 の会場に初めて来た日に GPS デバイスを配布し、デバイスを携帯している間に常時、位置情報が記録される旨を説明したうえで、会議の会期中、位置情報の記録に差し障りがない時間帯にデバイスを携帯して移動することを依頼した。すなわち、位置情報を記録されたくないときは、本人がデバイスを携帯しないことで記録する時間帯の制御が行えるよう配慮した。なお、対象者が少数であることから個人情報に配慮し、協力者の個人情報は連絡用のメールアドレスと氏名以外は一切収集せず、配布した GPS デバイスとの紐づけも行っていない

い。

GPS デバイスには、市販の i-gotU GT-600 を使用し、データの記録は約 1 分ごとの位置情報（緯度、経度、標高、移動速度、移動距離）および日時・時刻とした。記録を約 1 分ごとにした理由は、会期中の 5 日間、充電せずにデバイスが稼働できるようにするためである。

本デバイスは、ネットワークへの接続はしておらず、データは有線で読み込む必要がある。よって、会議の最終日に協力者から GPS デバイスを回収し、データを収集した。結果として、11 名分のデータを収集できた¹。

3. 起動軌跡の LOD 化

収集した移動軌跡のデータは、オープンデータから取得した Point of Interest (POI) 情報を用いて RDF データに変換する。以下、用いたデータと RDF への変換方法について述べる。

3.1. POI 情報取得に用いたオープンデータ

POI 情報の取得には以下の 2 種類のオープンデータを利用した。

1. 神戸市がオープンデータポータル²で公開している観光関連情報に、飲食店、カラオケ店などの情報を独自に追加して作成した「観光アプリ After Fiver」用の観光データ
2. DBpedia Japanese³から SPARQL クエリを用いて抽出した、神戸周辺の緯度・経度を持つソースのデータ

これらから得られた POI 情報の件数は、計 2,440 カ所分であった。

3.2. 移動軌跡の RDF データモデル

図 1 に移動軌跡の RDF データモデルの概要を示す。本データモデルでは、各リソースが「ユーザがある POI (スポット) に滞在した」という滞在情報を表す。滞在情報に、次の滞在情報へのリンク (next プロパティ) を持たせることで、ユーザの移動軌跡が「滞在情報を頂点、次の滞在先へのリンク (移動を表す) を辺とする有向グラフ」で表される。

各滞在情報には表 1 に示すプロパティを用いて、ユーザ名、POI の名称・位置情報、滞在日時・時間などを記載する。図 2 に、user1 の移動軌跡における

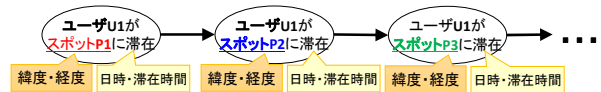


図 1 移動軌跡の RDF データモデルの概要

表 1 移動軌跡の RDF モデルのプロパティ

プロパティ名	値域	説明
gtl:user	文字列	ユーザ名
gtl:poi	文字列	POI の名称
gtl:lat	xsd:double	POI の緯度
gtl:lon	xsd:double	POI の経度
gtl:next	URI	次の移動先
gtl:start	xsd:dateTime	POI に入った日時・時刻
gtl:end	xsd:dateTime	POI を出た日時・時刻
gtl:time	xsd:int	POI に入った時間 (0-23)
gtl:date	yyyy-mm-dd	POI に入った年月日

Prefix

```
xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
gtl: <http://lodosaka.jp/iswc2016gtl-exp/prop#>
```

```
<http://lodosaka.jp/iswc2016gtl-exp/data#1>
  gtl:user "user1" ;
  gtl:poi "神戸国際会議場" ;
  gtl:lat "34.666241"^^xsd:double ;
  gtl:lon "135.21301"^^xsd:double ;
  gtl:date "2016-10-17" ;
  gtl:time "11"^^xsd:int ;
  gtl:start "2016-10-17T11:18:05Z"^^xsd:dateTime ;
  gtl:end "2016-10-17T12:15:22Z"^^xsd:dateTime ;
  gtl:next <http://lodosaka.jp/iswc2016gtl-exp/datat#2>;
```

図 2 移動軌跡の RDF データの例

「神戸国際会議場への滞在」を表す RDF データの例を示す。

3.3. 移動軌跡の RDF への変換

GPS デバイスから収集した移動軌跡データ (以下、GPS 情報と呼ぶ) の RDF への変換は、移動軌跡データを時系列に沿って 1 レコードずつ読み込み、下記の手順で POI への滞在を判定し、RDF 形式で出力することで行った。

1. GPS 情報の位置情報 (緯度・経度) と、3.1 節の POI 情報の位置情報 (緯度・経度) を比較し、差が閾値以下のとき、その POI に滞在したと判定する。
2. 時系列が連続する GPS 情報のレコードにおいて、同じ POI に滞在すると判定されたレコードのうち、日時・時刻が最も早いものを「そ

¹ 2 名分については、協力者から「デバイスの返却を失念した」旨の連絡があり、デバイスの回収ができていない。

² <https://data.city.kobe.lg.jp/>

³ <http://ja.dbpedia.org/>

の POI に入った（滞在を開始した）日時・時刻」, 日時・時刻が最も遅いものを「その POI から出た（滞在を終了した）日時・時刻」とする。

3. 時系列順で、滞在する POI が変化したとき、その POI を移動先とみなす。

3.4. LOD としての公開

収集した 11 名分の GPS 情報を 3.3 節で述べた手法で RDF に変換し、CC-BY ライセンスで元データ (GPX 形式, および CSV 形式) と共に、GitHub 上で公開した⁴。また、SPARQL エンドポイントも合わせて公開した⁵。2017 年 2 月 25 日現在のトリプル数は 10,093 である。

4. 移動軌跡の分析例

前節で述べた移動軌跡の LOD の SPARQL エンドポイントを利用した。移動軌跡の解析例について議論する。本データは、ユーザ（協力者）1 人ごとの移動軌跡がデータ化されているため、個人単位と全体傾向の双方から分析できる点が特徴である。

分析には、「ユーザ, POI (場所, 経路), 時間 (日時, 滞在時間)」を任意に組み合わせた SPARQL クエリを用いる。

個人単位での分析例として、user1 の移動軌跡を時間順に取得するクエリを以下に示す。

```
select distinct * where {
  ?s gxl:#user "user1";
  gxl:#poi ?label;
  gxl:#date ?d;
  gxl:#start ?st;
  gxl:#end ?ed;
  gxl:#next ?g;
  gxl:#lat ?lat;
  gxl:#lon ?long.
}ORDER BY ?st
```

一方、全体傾向の分析例として、期間中に 1 回以上訪問したユーザの人数で POI をランキングするクエリを下記に示す。

```
select distinct ?label ?lat ?long
  (count(distinct ?u)AS ?c) where {
  ?s gxl:#user ?u;
```

```
gxl:#poi ?label;
gxl:#lat ?lat;
gxl:#lon ?long.
}GROUP BY ?label ?lat ?long
ORDER BY DESC (?c)
```



図 3 どの POI に立ち寄った人数の可視化例

この結果を地図上で可視化すると図 3 のようになる。この結果から、ISWC2016 の会場である「神戸国際会議場」には全員が立ち寄っていることに加えて、「神戸ポートタワー」も全員が 1 度は訪れていることが分かる。

その他にも、「元町駅 (兵庫県)」と「メリケンパーク」の両方を訪れた人 (数) のように、複数の地点を指定しての経路を元にした分析など、様々な観点から柔軟な分析が行える。

5. まとめ

本論文では、国際会議 ISWC2016 の参加者から協力者を得て収集した移動軌跡を LOD 化する取り組みについて議論した。本データの特徴は、各参加者の「全移動履歴」が含まれるため、各個人の行動の詳細な分析と、「全体の傾向」の双方の分析ができる点にある。さらに、収集したデータを、オープンデータと組み合わせることで、GPS 情報の移動軌跡を LOD 化にすることにより、簡単な操作で柔軟な分析が可能となった。

今後、組み合わせるオープンデータを変えることで LOD 化の詳細度を切り替え、「広域情報→特定エリア→観光スポット」といった多段階にわたった分析や、個人情報への配慮やデータの利用目的に応じた POI の種類の分類など、セマンティクスを活かした分析への発展を検討している。

⁴ <https://github.com/koujikozaiki/GPS2LOD>

⁵ <http://lod.hozo.jp/repositories/GPS2LOD2> ただし、今後 URL 変更の場合があるので、最新の URL は上述の GitHub レポジトリ内の README 文書を参照。

また、データ収集から LOD 化に至る一連の手法は、汎用的な枠組みを用いているため、他地域での同様な取り組みも容易に行える。今後、様々な分析のニーズを持つ当事者との連携を行うなどして、より具体的な活用を進めていきたい。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金・基盤研究 (B) 25280081 の助成による。また本研究は ISWC2016 の運営委員会の協力を得て行った。ISWC2016 の関係者および、データ収集に協力いただいた参加者に感謝します。

参考文献

- [1] Semantic Sensor Network Ontology, W3C Working Draft 05 January 2017, <https://www.w3.org/TR/2017/WD-vocab-ssn-20170105/>, (2017年2月25日参照)
- [2] 国土交通省観光庁：GPS機能による位置情報等を活用した観光行動の調査分析報告書（平成25年度），(2013)
- [3] 国土交通省観光庁観光地域振興課：ICTを活用した訪日外国人観光動態調査報告書（平成27年度），(2016).
- [4] 片桐由希子，清水哲夫，河東宗平：東京都区部における訪日外国人旅行者の観光行動と広域避難場所の対応に関する一考察，社会技術研究論文集，Vol.12, pp. 61-70, (2015)