

**「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」(平成 28 年度採択)**  
**研究概要**

番号	研究課題名	研究代表者
No.28-2	蓄積車両軌跡データの効率的活用のための階層型データベースの構築に関する研究開発	神戸大学 教授 井料隆雅

近年蓄積が始まっている車両軌跡データの潜在価値は大きいですが、この種のデータは巨大かつ品質が不安定になりがちであり、ナイーブな方法で扱っていると早晚破綻を見る。本研究では、品質を管理し集計単位で階層化された車両軌跡データベースを構築し、その活用例を示す。

### 1. 研究の目的と背景

本研究では、品質を管理し集計単位で階層化された車両軌跡データベースを構築し、その活用例を示すことを目的とする。近年、個々の自動車の移動軌跡の継続的取得が技術的に容易になり、そのようなデータが ETC2.0 などによって継続的に蓄積されてきている。しかし、このようなデータ量は膨大であり、またその質は必ずしも期待できるものとは限らないため、これらのデータをナイーブな方法で取り扱っていると早晚破綻を見ることは明らかである。

質の問題を解決するためには、軌跡データの質の程度の検証と質の劣化を補完または管理する方法の開発が必要となる。量の問題を解決するには集計操作が有効であるが、集計は車両軌跡データの最大の特色である時間および空間双方の高解像度性を損ねる操作でもあり、その実施には細心の注意が必要である。しかしこのような問題意識に基づいて、車両走行軌跡をどのように集計すべきかを論ずる研究は現状では見当たらない。

### 2. 研究内容

以下の3テーマについて研究を実施した：

【テーマ1: 品質検証と改善】実際の車両軌跡データの品質が理想的なレベルからどの程度劣化しているかを定量的に検証し、それがどのようにデータ解析に影響を与えるかを評価する。あわせて、品質を改善ないし管理するための方法論を開発する。

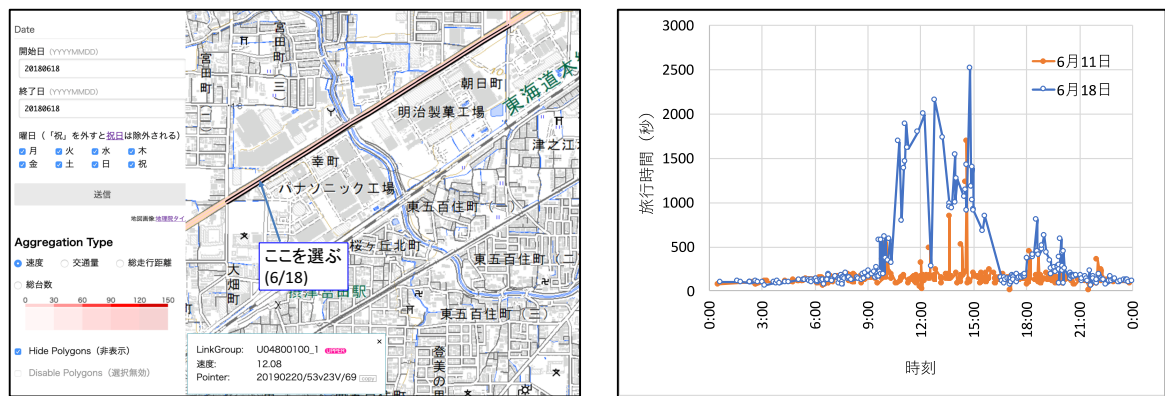
【テーマ2: 集計操作】実際の車両軌跡データの分布がどのような統計学的特性を持っているかを解析し、それに基づいて、適切な集計操作の方法論を開発する。

【テーマ3: 階層型 DB の実装とケーススタディ】テーマ1と2の成果を用いて階層型データベースを実装し、それを用いてケーススタディを行い、その結果を基に、ETC2.0 をはじめとする車両軌跡データの活用方法について提案を行う。

### 3. 研究成果

テーマ1「品質検証と改善」においては、ETC2.0 プローブデータ等について、各種の統計量を道路交通センサスのデータと比較して品質の評価を行い、特にサンプル率のバイアスについての問題点を指摘した。サンプル率のバイアスの主な原因は、車載器の普及状況の地方による差異と、ITS スポットを通過しない車両のデータが喪失することの2点であると見られる。テーマ1においては、車両軌跡データの品質検討と改善手法の検討のため、松山市においてETC2.0 搭載車の実走調査も行っている。この結果を用いてマップマッチングの評価と改善を行い、また、ETC2.0 プローブデータが得られやすい車両と得られにくい車両があることを確認した。

テーマ2の「集計操作の開発」においては、まず、道路ネットワークや車両軌跡データのもつ強い不均一性の存在をデータの分析により確認した。そして、その特性を活用し、ネットワークを上位・下位ネットワークへと階層化する手法を考案した。上位ネットワークについては、その構造の特徴を残したまま効果的に縮約する手法を開発した。下位ネットワークについては、ネットワーク構造は捨象し、エリア単位で車両軌跡データを集計することを提案した。開発した手法はデータ量を70%以上削減できることを実際のETC2.0 データを用いることにより示した。



図：開発した階層型データベースを操作する GUI のスクリーンショット例（左）。平成 30 年 6 月 18 日大阪府北部地震時の交通渋滞の分析の例。上位ネットワークのリンクを画面上で選んで通過車両のデータをすぐに取得できる。右はそのデータを用いて作成した旅行時間のグラフ。リンクの選択からグラフ描画まで 10 分もかけずに行うことができる。

テーマ 3 の「階層型データベースの実装とケーススタディの実施」においては、階層型データベースの構築を行い、構築した階層型データベースを用いたケーススタディを行った。本研究で実装した階層型データベースは、車両軌跡データの抽出の効率を飛躍的に高める。これまでは圧縮ファイルの解凍だけでも多くの時間を要していた一次データから、さらに必要なデータを取得するのに多くの労力と処理時間を必要としていた。今回実装した階層型データベースは、分析対象箇所を GUI により直感的に選定し、そこから迅速に分析対象となるデータを抽出しすぐに分析を実施できる（図）。さらに、集約の際には複数の車両をまとめて集計することは行わず、空間単位の集約だけを行うことにより、一次データへのアクセスを容易に可能にしている。

階層型データベースは、階層化のプロセスで行ったネットワークの集約そのものにも利用価値がある。複雑なネットワークを簡略化したエリアで集計することにより、大局的な特性の分析が可能となる。この点については、エリア単位の集計についてはすでに集計 **QK** という形で知られているが、縮約された上位ネットワークも大局的な特性分析に有用であることを示した。

#### 4. 主な研究成果発表（研究代表者は Arial、研究分担者は 下線）

- Yasuda, S., Iryo, T., Sakai, K., and Fukushima, K., Data-oriented network aggregation for large-scale network analysis using probe-vehicle trajectories, 22nd Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC), 2019, 10. (採択済)
- Sakai, K., Koyama, Y., Yasuda, S., and Iryo, T., Investigations of electronic toll collection (ETC) 2.0 system for validation of map matching algorithm and analysis of spatial deviation in observed data, ISTS and IWTDCS 2018, Matsuyama, Japan, 2018, 6.
- Yasuda, S., Iryo, T., Koyama, Y., and Sakai, K., Characteristics of ETC2.0 probe data compared to road traffic census data, ISTS and IWTDCS 2018, Matsuyama, Japan, 2018, 6.

#### 5. 今後の展望

本研究で開発した階層型データベースをアプリケーションとして多くの利用者が利用しやすいように実装し、活用事例を蓄積することができれば、その課題を抽出することも可能となり、より利便性の高いデータベースの構築が可能になることが期待できる。また、本研究における ETC2.0 プローブデータの品質検証の結果は、今後、ETC2.0 のシステムを更新する際の重要な参考資料となる。

#### 6. 道路政策の質の向上への寄与

本研究で明らかにした ETC2.0 プローブデータの品質の問題の知見を活用することにより、ETC2.0 プローブデータをより正確な形で道路政策の立案や評価に活用可能となる。また、本研究で開発した階層型データベースにより ETC2.0 プローブデータの活用が促進されることが期待できる。

#### 7. 研究成果の社会への発信

平成 31 年 2 月 22 日に成果報告会「多様なビッグデータを活用した道路技術研究開発」を他の研究者と合同で開催し、研究成果を一般に発信した。参加者は概ね 250 名程度だった。