

大規模車両軌跡データ解析のための 基礎的ライブラリの開発

眞貝 憲史¹・田子 裕亮²・瀬尾 亨³・中西 航⁴

¹正会員 株式会社地域未来研究所 (〒531-0003 大阪府大阪市北区堂島 1-5-17)

E-mail: shinkai@refrec.jp

²正会員 株式会社地域未来研究所 (〒531-0003 大阪府大阪市北区堂島 1-5-17)

³正会員 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻 助教

(〒113-8656 東京都東京都文京区本郷 7-3-1)

⁴正会員 東京工業大学環境・社会理工学院土木・環境工学系 助教

(〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

阪神高速道路株式会社では、車両軌跡データ Zen Traffic Data(ZTD)を研究機関・企業向けに公開している。これは、阪神高速道路上数 km 程度の連続区間を複数台のビデオカメラに渡って撮影した映像から、画像認識により車両を特定・追跡し、ほぼ全ての車両走行軌跡を再現したデータであり、より高解像度な交通流分析に資する可能性が期待される。しかしながら、このデータは数 km に渡る区間において 0.1 秒単位の全車両位置情報が含まれる数百万行単位のテキストデータであり、概況を把握するための可視化や基礎的な分析にあたって大容量データの取り扱いが課題になる可能性が考えられる。本研究では交通流の概況把握において基礎的な指標と考えられる密度・流率・速度・車両軌跡等を ZTD から集計・作成し、可視化するツールを作成した。また、それを用いて阪神高速 11 号池田線塚本合流付近における交通状況を可視化し、複数の時間帯の渋滞におけるこれらの指標の表れ方を把握可能とした。

Key Words: *Traffic flow, Trajectory database, Development Library*

1. はじめに

(1) 背景

技術の進歩によりこれまでに存在しなかったデータベースが利用可能となり、そのような新たなデータの活用によりさらなる現象や行動の理解が深化していくことが期待される。近年では工学に限らず多くの分野で大容量データを取り扱う機会が増えており、データの分析者には大量のデータを取り扱うスキルがこれまで以上に必要とされる状況である。しかしながら、分析者が本来必要とする知識や掛けられる労力はデータ処理の先にあるデータの解釈や理論分析にあるべきである。

Zen Traffic Data (ZTD)¹⁾はある区間におけるほぼ全ての走行車両軌跡データが取得、整備されているデータであり、交通工学的な分析のみならず、仮想空間上で走行状態の再現や自動運転車両のシナリオ等様々な分野で活用されることが期待されるデータベースである。これまで交通工学の分野で用いられてきた全車両軌跡データとしては 2006 年に公開された NGSIM データセット²⁾が有名である。これは約 600m 区間における約 15 分のデータ 6 件であり、2019 年の段階で NGSIM データに言及した論文は約 2,800 報出版されている³⁾。後に詳述するように、ZTD

は NGSIM データと比較し桁違いに大規模のデータであり、高い有用性が期待されるが、同時に分析の技術的難易度も大きいと考えられる。例えば、1 時間、1 車線分の走行軌跡データだけでも数百万行単位のテキストデータとなっており、交通の概況を把握する為の基礎集計すら Excel 等の一般的に使用されるソフトウェアでは取り扱えない規模のデータとなっている。その状況では規模のデータセットの取り扱いがデータを活用するにあたっての大きな課題となる可能性が考えられる。

(2) 目的

一般的なソフトウェアを利用したデータ処理が不可能な規模のデータベースを取り扱うにあたって、プログラムによってツールを作成し、分析を行うことが考えられる。しかしながら、前例として ZTD のような数 km にわたった全車両軌跡データが存在しなかったこともあり、その基本的な分析ツールは分析者が個人で必要なツールを作成する状態にあることが考えられる。その一方で、交通工学的な側面から交通状況を記述する指標値はある程度共通する考え方が存在している。その状況下では、同じ目的のツールを各々が作成する「車輪の再発明」を行っている非効率な状態にある可能性がある。そこ

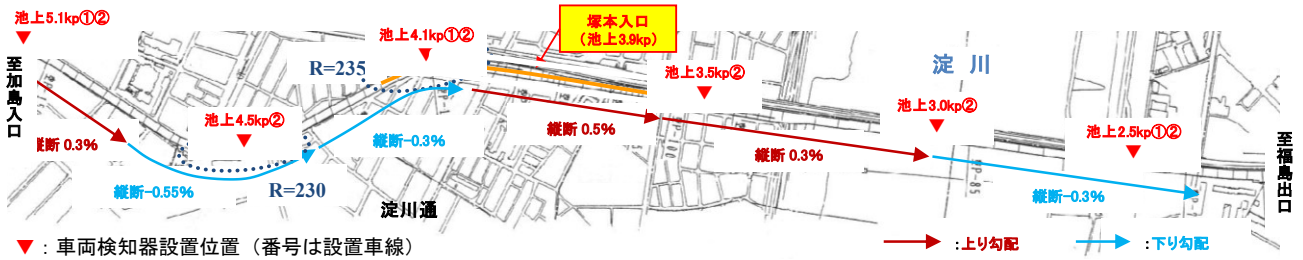


図-1 データ対象区間

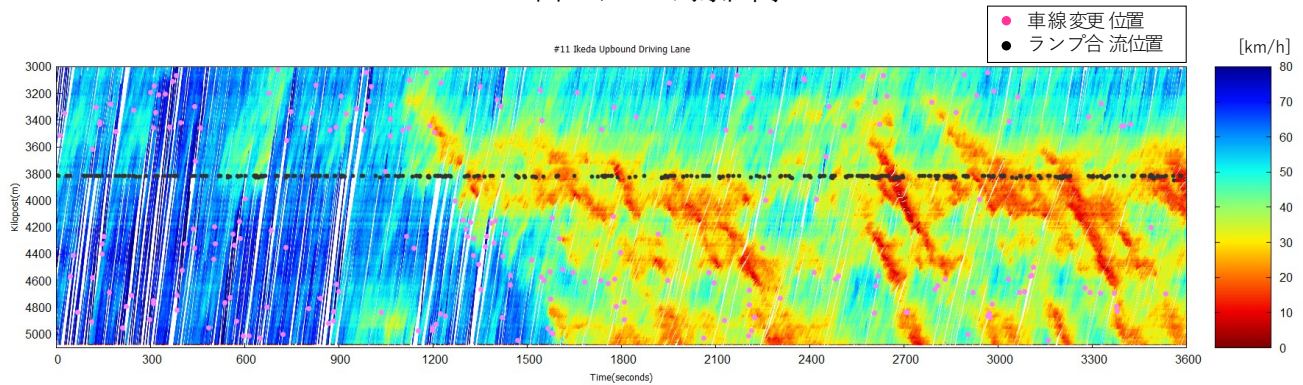


図-2 軌跡データの走行状況例

で、基礎的な集計データを簡易に算出可能なツールが求められると考えられる。

本研究は ZTD を活用するにあたり、交通工学的な側面から分析の手がかりとして基礎的な集計値を算出し、交通状況の可視化を行うまでを簡易に行うツールを開発すること。また、そのツールを用いて ZTD に含まれる交通状態を把握することを目的とする。

2. 使用データの概要

(1) Zen Traffic Data (ZTD) の概要

Zen Traffic Data (ZTD) は阪神高速道路株式会社が作成、提供する車両軌跡データである。対象とする区間の照明柱にカメラを取り付け、観測された車両を画像処理によって 0.1 秒間隔で走行位置を特定し、カメラ間を接続して連続した車両軌跡データとしてデータベースを作成

したものである。2019 年 10 月現在、図-1 に示す阪神高速道路 11 号池田線上り塚本付近の 2km、5 時間分のデータセットが利用可能である。本研究で用いるデータもこの公開中のデータセットを用いる。図-2 に対象データの走行状況 1 時間分を例として示す。

(2) ZTD のデータ構造

ZTD の車両軌跡データベースは表-1 に示す 3 つのテーブルから構成されている。それぞれのテーブルの情報はデータセットではユニークになるデータとして整備されている。各データの詳細については ZTD の公式サイトを参照されたい。

また、車両軌跡データベースの補助情報として対象区間に設置された車両検知器パルスデータと走行状況をドットで示した動画がデータセットに含まれている。

3. ツールの概要

本研究で作成したツールは以下の 2 つである。作成環境は python 3.7.3, Anaconda3 である。

(1) 疑似トラカンデータ作成ツール：GenCounter

軌跡データ上のキロポスト位置を指定し、その位置断面を通過した車両データについて断面通過時刻を取得する。断面直上に軌跡データ点が存在しない場合には直上流、下流のデータ点から到着時刻、速度を線形補間したデータを生成して取得する。軌跡データ中に擬似的にトラカンを設置し、パルスデータを取得するイメージの

表-1 ZTD のテーブル構造

テーブル名	共通情報	本体情報
車両軌跡	<ul style="list-style-type: none"> 車両 ID 時刻 	<ul style="list-style-type: none"> 速度 車線番号 緯度 経度 キロポスト
車両属性情報		<ul style="list-style-type: none"> 車種 車体長
路面線形情報		<ul style="list-style-type: none"> 縦断勾配 横断勾配 曲率

ツールである。

(2) Edie の定義計算・可視化ツール：ClacEdie, Visualizer

軌跡データの交通状況を Edie の定義⁴⁾に基づいて交通状況の指標値を計算する。Visualizer を使用することで ClacEdie で算出した指標値を可視化することができる。

Edie の定義は以下の式(1), (2), (3)で示す通りで、ClacEdie はこれに従って、ある領域 \mathbf{a} に対して密度 $k(\mathbf{a})$ 、流率 $q(\mathbf{a})$ 、速度 $v(\mathbf{a})$ を計算するものである。

$$q(\mathbf{a}) = \frac{\sum_{n \in N(\mathbf{a})} d_n(\mathbf{a})}{|\mathbf{a}|} \quad (1)$$

$$k(\mathbf{a}) = \frac{\sum_{m \in N(\mathbf{a})} t_n(\mathbf{a})}{|\mathbf{a}|} \quad (2)$$

$$v(\mathbf{a}) = \frac{q(\mathbf{a})}{k(\mathbf{a})} \quad (3)$$

Visualizer は GUI で動作し、ClacEdie で事前に算出した指標値を読み込んで可視化する。また、別途算出した 1 秒単位に変換した個別車両軌跡データを読み込み、図-3 に示すように時空間図として描画することも可能である。

4. ツールを用いた分析結果例

前章で紹介したツールを用い、図-2 に示した 1 時間分の軌跡データベースを対象として基礎的な分析を行った例を示す。

図-4 に ZTD データセットに含まれる 4.0KP に設置された車両検知器パルスデータと GenCounter で軌跡データの

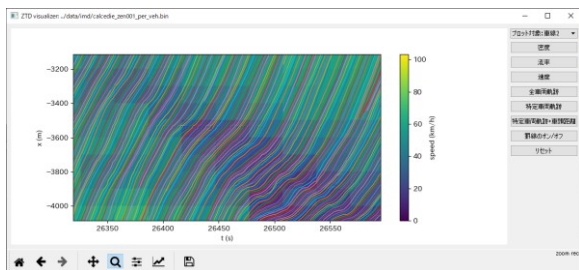


図-3 Visualizer による軌跡図可視化状況

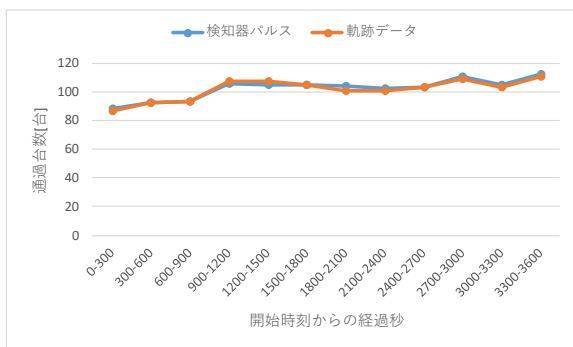


図-4 検知器パルスデータと GenCounter による通過台数

4.0KP 断面より算出、集計した 5 分単位の通過台数を比較した。時間帯によって軽微な誤差が存在するものの、概ね交通状況が一致する状態がわかる。誤差は検知器が実際に設置されている位置と GenCounter で指定した断面の位置ずれに起因する場合も考えられる。図-5 では 5 分

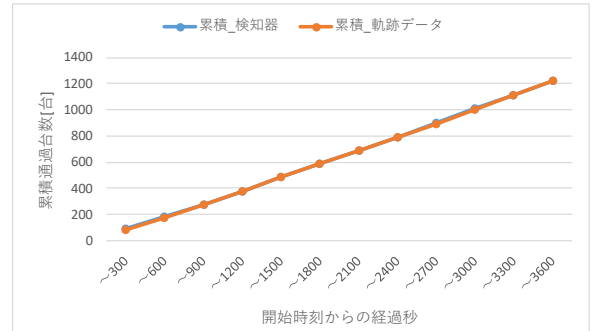


図-5 検知器パルスデータと GenCounter による累積通過台数

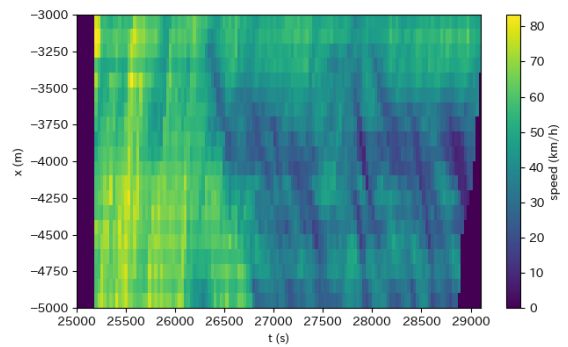


図-6 Visualizer による速度可視化状況

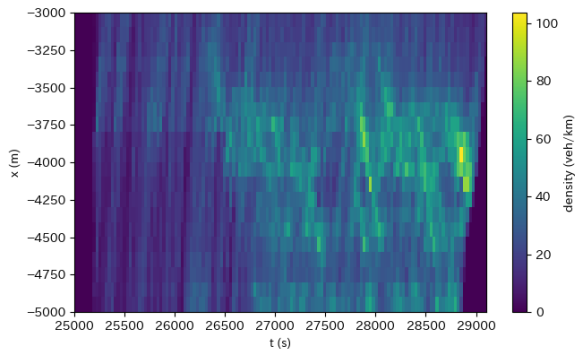


図-7 Visualizer による密度可視化状況

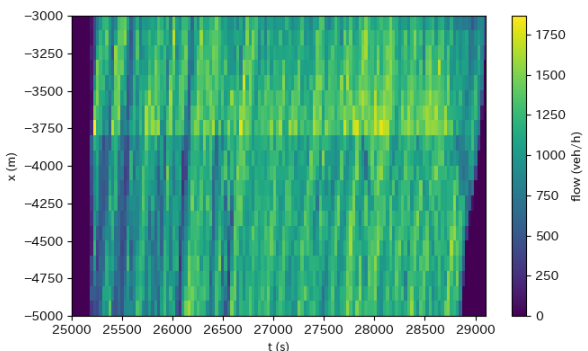


図-8 Visualizer による流率可視化状況

単位の累積通過台数を確認した。累積台数でも検知器パルスデータと GenCounter の出力結果はほぼ一致しており、誤差は軽微なものであることを確認できた。

図-6, 図-7, 図-8 には ClacEddie で算出した速度, 密度, 流率についてそれぞれ Visualizer を用いて可視化を行った結果を示す。図-2 と比較して交通状況の概況が把握可能となっている。

5. まとめ・今後の展望

本研究では、大容量の車両軌跡データ ZTD に対して交通工学的な側面から分析の手始めに必要となり得る交通状況を示す指標類を平易に算出し、可視化するツールを作成、基礎的な分析例を示した。これらのツールの活用により、簡単に軌跡データに含まれている交通状況の概況が把握でき、その先にある分析者それぞれが実施する本質的な検討を行うまでの手順を簡略化できる。

今後の展望として、作成したツール類をオープンソース化することで、軌跡データを利用する分析者に利用できる状態で提供することが考えられる。また、本研究で作成したツールをライブラリとして、分析者がそれぞれ分析に必要な機能を追加することや、ツールの精度検証を相互に行うことが期待される。

参考文献

- 1) 阪神高速道路株式会社, ZTD/車両軌跡データ利活用サイト <https://zen-traffic-data.net/>, (最終閲覧日 2019-10-01)
- 2) USDOT, NGSIM-Next Generation Simulation, <http://ops.fhwa.dot.gov/trafficanalysisistools/ngsim.htm> (最終閲覧日 2015-02-10)
- 3) Google Scholar, <https://scholar.google.co.jp> (最終閲覧日 2019-10-04)
- 4) Edie, L.C.: Discussion of traffic stream measurements and definitions, in Almond, J. ed. *Proceedings of the 2nd International Symposium on the Theory of Traffic flow*, pp. 139-154, 1963.

DEVELOPMENT BASECAL TOOLS FOR THE LARGE SCALE VEHICLE TRAJECTORY DATABASE

Norihito SHINKAI, Yusuke TAGO, Toru SEO, Wataru NAKANISHI