



車両プローブ情報の活用による 渋滞交差点検出技術

Detection of Congested Intersection Using Car-Probe Data

松本 慎太郎*
Shintaro Matsumoto

榊原 肇
Hajime Sakakibara

長島 靖
Yasushi Nagashima

吉岡 利也
Toshiya Yoshioka

西村 茂樹
Shigeki Nishimura

羽賀 剛
Tsuyoshi Haga

道路上に車両センサが設置されず、時間帯などに応じてあらかじめ設定された固定の交通信号制御が行われる交差点で発生する渋滞が問題となっている。この一因として、交通需要の経年変化により、実交通に対して交通信号制御が最適でなくなることが挙げられる。そこで我々は、車両プローブ情報を活用して、交通信号制御の見直しで渋滞の改善が見込める交差点を一括検出、分析する技術を開発した。そして、本技術を用いて車両センサが未設置である渋滞交差点の検出と渋滞状況の分析が可能であることを確認した。

Traffic congestion occurs at intersections with fixed time signal control without vehicle detection sensors. This is partly because the signal control parameters have failed to respond to changes in traffic demand. Therefore, we have developed a technique to detect and analyze congested intersections where the situation will be improved by retiming the signal control parameters. Using this technique, we confirmed that it is possible to identify congested intersections without vehicle detection sensors and analyze traffic conditions.

キーワード：交通信号制御、車両プローブ情報、渋滞交差点

1. 緒言

これまで、安全、快適な交通流の実現を目指して、交通信号制御（以下、信号制御）が行われてきた。信号制御では、道路上に設置した車両センサで計測した交通状況に応じて、信号機の最適なサイクル長^{*1}やスプリット^{*2}などの信号制御パラメータをリアルタイムに算出することで、渋滞^{*3}の緩和や移動時間の短縮に貢献している^{(1)~(4)}。しかし、全ての交差点に車両センサを設置することは、その設置や維持にかかるコストなどが課題となり難しく、曜日や時間帯に応じてあらかじめ設定された固定の信号制御パラメータで運用される交差点も多い。そのような交差点では、交通状況の経年変化により、信号制御パラメータが実際の交通状況に対して最適でないまま運用されていることが問題となっている。

一方で、近年では、GPSを搭載したスマートフォンの普及とともに、世界中で車両プローブ情報^{*4}が大量に収集されている。車両プローブ情報を活用することで、車両センサが設置されない道路であっても、車の走行状態を把握することが可能となってきた⁽⁵⁾。

当社では、従来から車両プローブ情報を活用した交通システムに関する研究開発を行っている^{(6),(7)}。今回、我々は、信号制御パラメータが実際の交通状況に対して最適でないために、「片側渋滞」が発生している交差点（図1）を、車両プローブ情報を用いて一括検出する技術を開発した。片側渋滞とは、交差点の特定方向に割り当てられる青信号の表示時間が短いことにより、その方向にのみ発生する渋滞を指す。すなわち、片側渋滞交差点は、信号制御を適切な

スプリットに見直すことによる渋滞改善効果が高い交差点であり、それらをエリア単位で一括検出することができれば、車両センサの設置や現地での交通状況調査が不要で、信号制御パラメータの見直しを効率的に実施することができる。本稿では、開発した片側渋滞交差点の検出技術とその検出結果について報告する。

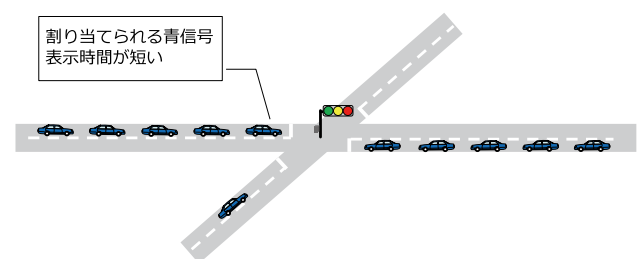


図1 片側渋滞交差点の概要

2. 使用データ

2-1 車両プローブ情報

本技術では、道路上の車の走行状態を把握するため、グローバル交通情報ベンダであるTomTom社⁽⁸⁾が提供する車両プローブ情報を用いる。この情報では、世界標準で定義された数百m~数kmの道路区間が、複数の情報提供区間に分割され、その区間ごとに車両の平均速度や平均旅行

時間のデータを得ることができる。なお、全ての情報は個人が特定されない形に統計加工されている。

2-2 地理情報

本技術では、地理情報として、Open Street Map⁽⁹⁾ (以下、OSM) を用いる。OSMは、商用・非商用を問わず、自由に無料で利用・編集が可能なオープンソースの地理情報であり、道路のつながりや信号機位置情報といった基本的な地理情報を、世界各国同一のフォーマットで入手することができる。

3. 片側渋滞交差点検出

3-1 全体構成

我々が開発した片側渋滞検出技術は、①地理情報から交差点および交差点流入路^{*5}の情報を生成する処理、②車両プローブ情報に含まれる車両平均速度から交差点流入路の渋滞情報を生成する処理、③交差点における各流入路の渋滞情報から片側渋滞の発生有無を判定する処理から構成される(図2)。各処理で生成した情報は全て位置情報データベースに格納され、交差点の渋滞状況の分析に用いることができる。

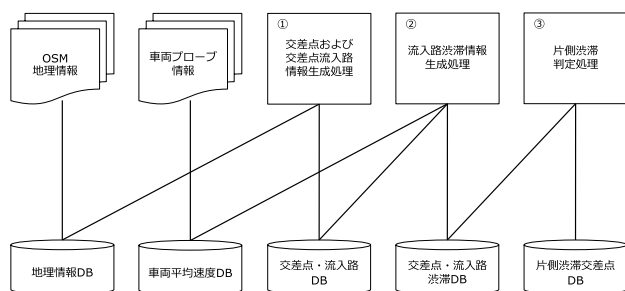


図2 片側渋滞交差点検出技術の構成

3-2 交差点および交差点流入路情報の生成

交差点で発生する渋滞を把握するためには、交差点の位置やその交差点に接続する流入路などを定義した交差点設定情報が必要となる。一般に、それらの情報は地域の交通管理者が設定・管理するものであり、必ずしもデジタル化されておらず、入手することが困難な場合もある。今回開発した技術では、地理情報を用いてそれらの情報の一括生成を実現した。OSMに含まれる信号機の位置情報から、交差点の位置情報およびその交差点に接続する流入路を推定することで、交差点設定情報を独自生成した(図3)。

この機能により、海外など交差点設定情報を入手できない地域であっても、交差点渋滞を遠隔からエリア単位で一括把握することが可能となる。



図3 交差点設定情報の生成

3-3 流入路渋滞情報の生成と片側渋滞の判定

本技術では、車両プローブ情報から得られる、交差点流入路内における走行車両の平均速度情報から、各流入路で渋滞が発生している区間の長さ(以下、渋滞長)を推定する。交差点位置から上流方向に向かって、車両の平均速度が低速である連続区間を渋滞が発生している区間とみなし、その区間の長さを渋滞長とする(図4)。

交差点全流入路における渋滞長を推定できれば、対向する流入路の最大渋滞長をその方向の渋滞長とする。そこで、交差方向で、いずれか一方方向のみ渋滞が発生している交差点を片側渋滞交差点として検出する(図5)。

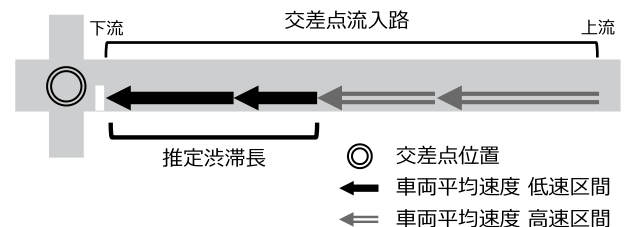


図4 流入路渋滞長の推定

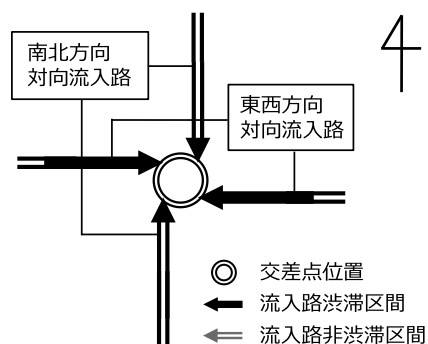


図5 片側渋滞交差点の検出

4. 片側渋滞交差点検出の性能評価

今回開発した片側渋滞交差点検出技術を東京都全域に適用し、2021年7月19日から2021年7月21日の車両プローブ情報を用いて、検出結果を確認した。その結果、OSMから生成された交差点総数が12,052交差点であり、そのうち約12%にあたる1,498交差点を片側渋滞交差点として検出した。図6は、東京都内から検出した片側渋滞交差点を示している。

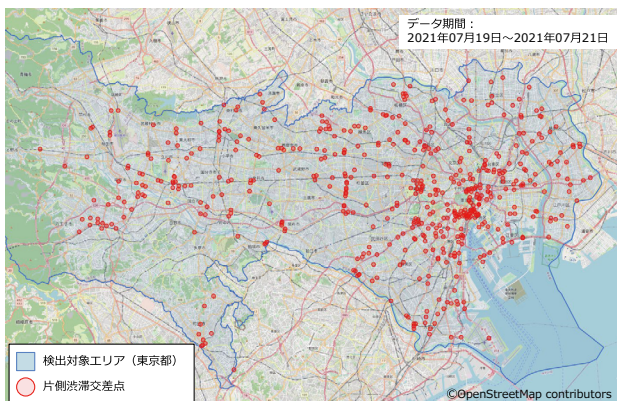


図6 片側渋滞交差点抽出結果

図7は、図6で検出された片側渋滞交差点のうちの1交差点における、ある1日の渋滞状況を示している。検出結果によれば、この交差点は朝ピークの時間帯に、東西方向の流入路で渋滞が発生している一方で、南北方向の流入路では渋滞が発生しておらず、片側渋滞であることが確認できる。

図7に示した片側渋滞交差点の現地に赴き、朝ピークの交通状況を確認した。その結果、この交差点には車両センサーが設置されていないこと、また、東西方向の流入路で渋

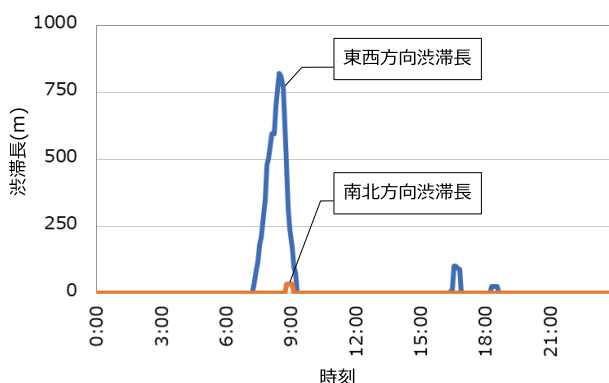


図7 片側渋滞交差点の渋滞状況

滞が発生していた一方で、南北方向の流入路では渋滞が発生しておらず、車両プローブ情報から検出した結果と現地の交通状況が一致していることを確認できた。東西方向の流入路では通行車両が多く、1回の青信号で交差点を通過できずに待たされた車列が、隣接する交差点を超えて延伸していた (図8 (a))。一方で、南北方向の流入路は通行車両が少なく、交差点を通過する車両が存在しない無駄な青信号の表示時間があり (図8 (b))、実際の交通状況と信号制御パラメータが適合していないことが分かった。これより、本技術によって、信号制御パラメータが実際の交通状況に適合していない交差点を車両プローブ情報から検出できる可能性を示すことができた。

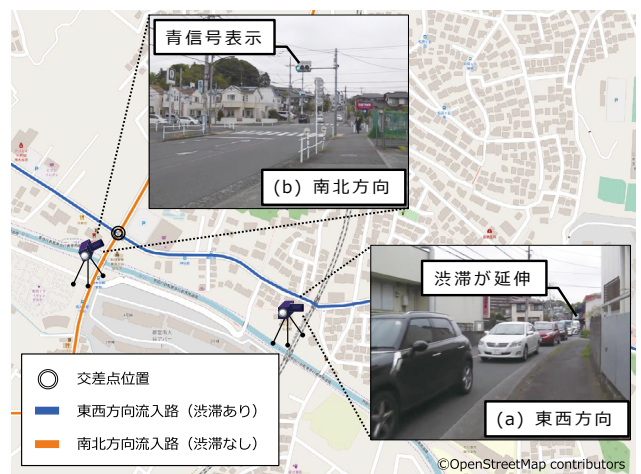


図8 片側渋滞交差点の現地確認

5. 結 言

本稿では、車両プローブ情報を活用して、信号制御パラメータが実際の交通状況に適合していないために発生する片側渋滞交差点を、エリア単位で一括検出する技術について述べた。また、検出結果の現地確認を行い、車両プローブ情報による検出結果と現地の交通状況が一致しており、片側渋滞交差点を検出できることを確認した。本技術によって、交差点単位の渋滞状況を遠隔で把握することが可能となり、車両センサーが未設置である交差点における信号制御パラメータ見直しの効率化が期待できる。今後は、機能の高度化やシステムの実用化に向けて努力していきたい。

6. 謝 辞

本技術の開発にあたり、TomTom社が提供するデータを利用しました。ここに記して、感謝の意を表します。

用語集

※1 サイクル長

信号機の表示が一巡するのに要する時間。

※2 スプリット

交差点の各方向に割り当てられる青信号表示時間の比率。

※3 渋滞

青信号で交差点を通過できず停止する車両の列。

※4 車両プローブ情報

GPSを搭載したスマートフォンなどから収集される車両の走行軌跡の情報。

※5 交差点流入路

交差点に接続する道路のうち、交差点に進入しようとする車両が走行する道路。

・ Open Street MapはOpenStreetMap財団の登録商標です。

参考文献

- (1) Gordon F. NEWELL, Theory of Highway Signals, Research Report UCB-ITS-89-7 (1989)
- (2) Dennis I. ROBERTSON, Research on the TRANSYT and SCOOT Methods of Signal Coordination, ITE JOURNAL (1986)
- (3) S. Miyata, M. Noda, and T. Usami, STREAM (Strategic Realtime Control for Megalopolis Traffic), 2nd ITS World Congress, Yokohama (1995)
- (4) H. Sakakibara, T. Usami, S. Itakura, T. Tazima, MODERATO (Management by Origin-Destination Related Adaptation for Traffic Optimization), Proceedings 199 IEEE/IEEJ/JSAI Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 38-43 (1999)
- (5) T. Neumann, Efficient Queue Length Detection at Traffic Signals using Probe Vehicle Data and Data Fusion, 16th ITS World Congress, Stockholm (2009)
- (6) 長島靖、服部理、小林雅文、「プローブ情報の活用による信号制御高度化」、SEIテクニカルレビュー第184号、pp.40-43 (2014)
- (7) Y. Yoshioka, H. Matsumoto, Y. Nagashima, and T. Yamamoto, Traffic Signal Control with Fewer Detectors Using Probe Data, 26th ITS World Congress, Singapore (2019)
- (8) TomTom, https://www.tomtom.com/en_gb/
- (9) Open Street Map, <https://www.openstreetmap.org/>

執筆者

松本慎太郎* : 情報ネットワーク研究開発センター



榊原 肇 : 住友電工システムソリューション(株) 主幹



長島 靖 : 住友電工システムソリューション(株) 主査



吉岡 利也 : 情報ネットワーク研究開発センター



西村 茂樹 : 情報ネットワーク研究開発センター グループ長



羽賀 剛 : 情報ネットワーク研究開発センター 部長



* 主執筆者