

交通シミュレータを用いた信号制御が与える都市交通への影響の検証

Verification of the impact of traffic signal control on urban traffic using a traffic simulator

池田 知也[†] 井上 寛康[†]
Tomoya Ikeda Hiroyasu Inoue

1. はじめに

現在、自動車交通は我々の生活の中で欠かせないものになっている。渋滞は、経済的損失や移動時間の増大、空気汚染を引き起こす社会問題の 1 つである。[1] そのため、渋滞の予測、解消は人々の生活をより良いものにするために必要である。交通流のボトルネックの 1 つに交差点があり、その要因の 1 つに信号がある。[2] 実際に中国の貴陽市における取組み[3]では、渋滞予測・信号制御シミュレーションを行い、信号設定を最適化することで、移動時間が平均 10%、最大 51%改善することが確認された。交差点や特定のエリアにおける信号制御の研究は進んでいる[4]が、都市規模でシミュレーションを実施して信号制御を最適化する研究はあまり進んでいない。また、現在の日本では交通に関する実データは非常に限られており、最も重要であるが、車両ごとの出発地や目的地に関するデータは現時点では存在せず、交通に関する実データ不足から正確なシミュレーションを行うことは困難とされている。内種ら[5]の研究では、神戸市を大きく 6 つのエリアに区切り、それぞれのエリアでランダムな OD を作成している。そこで、本研究では、信号制御による都市渋滞の緩和を目的とし、都市全体でのシミュレーションにより評価を行う。また実データ不足という問題に対しては、複数の実データを組み合わせることで擬似的なデータを作成することでより詳細な OD を作成する。

2. データ

本研究では、シミュレーションに使用するデータとして交通量データとパーソントリップデータ（以降では PT データ）の 2 種類を用いて、山本[6]が作成したデータを利用した。PT データと交通量データは 2017 年度のものを用いている。本章では、それぞれのデータについて説明した後、実際に作成したデータセットについて説明する。

2.1 交通量データ

まず、国土交通省より全国道路・街路交通情勢調査（道路交通センサス）の一般交通量調査時間帯別交通量表 [7] からデータを取得した。道路交通センサスとは、概ね 5 年ごとに道路交通の実態を把握するため、全国一斉に実施される調査である。本研究では、時間帯別自動車類交通量（台/時）を用いて、シミュレーションにおける時間帯別の車両導入割合を決定するためのデータとして利用している。データの前処理として、これを神戸市の部分のみ抽出し、タイムゾーンを 1 時間単位として、さらに 1 日の神戸市の交通量を 10 万台と仮定して時間帯別の割合を算出した。10 万台という数字は、神戸市の都心に流入する自動車交通の 7 割を通過交通が占めている（1 日に通過する 10 万台の内 7 万台は通過交通である[8]）ということに基づいている。

2.2 パーソントリップデータ (PT データ)

次に、神戸市で調査されている PT データ[9]を取得した。PT データとは、一定の調査対象地域内において人の動きに焦点を当てて調べたもので、PT 調査を行うことによって、交通行動の起点（出発地：Origin）、終点（到着地：Destination）、目的、利用手段、行動時間帯など 1 日の詳細な交通データを得ることができる。[10] 本研究では、シミュレーションを行う上で必要となる出発地および目的地として、PT データにある交通行動の起点と終点を用いた。これは自動車での移動目的が人の動きに着目した移動目的と概ね一致していると仮定している。しかし、移動に関しては神戸市内を出発地点とし、目的地に関しても神戸市内としているため、他地域からの自動車流量については考慮していない。そこで、本研究では、通過交通も考慮した OD を設定した。

3. 研究方法

3.1 研究の環境

本研究では、Simulation of Urban Mobility (SUMO) [11] をシミュレータとして用いた。SUMO は、大規模なネットワークを処理するために設計されたオープンソースで移植性が高く、微視的で継続的なトラフィックシミュレーションパッケージである。SUMO でのシミュレーションでは、単位を車 1 台としており、シミュレーション時間は秒数を用いている。また、投入された車両は最短経路を走行するようになっているが、道路が混んでいるときは別の経路を選択する。本研究において、シミュレーションを行う環境として、伊藤らが用いている(株)ゼンリンのデジタル道路地図から構築した SUMO 用道路ネットワークデータを利用する。道路ネットワークは、複数のノードとエッジから構成されている。ノードはその道同士が合流する地点や交差点、その他道路網表現上の結節点を表し、エッジはそのノードとノード間の道路区間を指す。

3.2 シミュレーションの条件

導入車両数と OD に関しては、先述したように PT データを基にし、時間帯別の導入割合は交通量データを基に決定した。またエリアごとの詳細な OD については実データが存在しないため、分割した 9 つの領域内ではランダムな OD としている。通過交通の OD については、神戸市の東端、西端のエリアを起点とする OD に交通量を追加することで、東西交通とみなした。シミュレーションの実行時間は 7:00 ~ 8:30 の 1.5 時間としており、一日の時間別交通量の割合が最も高く、渋滞が発生しやすい時間帯を採用した。

3.2.1 信号制御サイクルの決定

信号制御サイクルの決定については Webster の公式[12]を用いた。この公式は特に、交通流量と遅延を最小限に抑えることを目的としている。現在の信号制御サイクルの決定

にもよく用いられているため、以下に示す式を本研究で使用することにした。

$$C = \frac{(1.5L+5)}{(1-\lambda)} \quad (1)$$

L は黄と赤の時間であり、 λ は飽和流量（青時間内に通過可能な最大交通量）に対する交通量の割合である。信号制御サイクルの変更箇所については、兵庫地区渋滞対策協議会より、神戸市における主要渋滞箇所[13]を参考に神戸市中心部の 8 か所で行った。

3.2.2 神戸市ネットワーク

本研究で扱う神戸市ネットワークについて説明する。シミュレーションを行う環境として、内種ら[6] が用いている(株)ゼンリンのデジタル道路地図から構築した SUMO 用道路ネットワークデータを利用する。この道路ネットワークでは、神戸市の都心部とその周辺地域の道をすべて含んでおり、ある道からほかの道へ到達する経路の存在が保証されている。[5] 本研究で扱う神戸市のマップを図 1 に示す。ノード数は 14,438、エッジ数が 35,952、信号機が 711 個となっている。このマップに PT データの OD マトリックスを用いて、行政区ごとに、9 つの領域に分割した。



図 1: 神戸市マップ

3.3 評価方法

本研究の評価方法として損失時間を利用する。これは車両が想定よりも遅い速度で運転したために失った時間のことを指す。

4. 結果と考察

神戸市マップでの結果を以下の図 2 に示す。信号制御サイクルの変更前と変更後比較すると減少している地点が多い。しかし、逆に増加している地点も存在している。

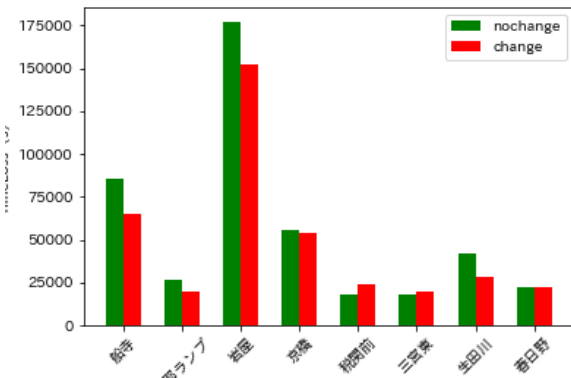


図 2 神戸市各地点での損失時間

損失時間が大きい場所を最適化したため、効果が確認できたが、それ以外の場所も含めた最適化での影響が分からなかった。

5. おわりに

信号制御サイクルの変更による、都市交通への影響が確認されたが、詳細な影響はまだ確認できていない。今後は複数地点での信号制御サイクルの変更による詳細な影響を明らかにしたい。

謝辞

参考文献

- [1] 国土交通省ホームページ, “効果的な渋滞対策の推進”, <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-perform/h18/07.pdf>
- [2] 国土交通省ホームページ, “都市圏の渋滞対策”, <https://www.mlit.go.jp/common/000043136.pdf>
- [3] NTT データホームページ, “中国・貴陽市において、ビッグデータを活用した「渋滞予測・信号制御シミュレーション」の実証実験で渋滞緩和効果を確認”, <https://www.nttdata.com/global/ja/news/release/2016/053101/>
- [4] Sin-Chun Ng and Chok-Pang Kwok, "An Intelligent Traffic Light System Using Object Detection and Evolutionary Algorithm for Alleviating Traffic Congestion in Hong Kong", *International Journal of Computational Intelligence Systems*, vol. 13, pp. 802-809, (2020)
- [5] 内種, 伊藤. “因子分析による都市規模自動車交通シミュレーション結果の解釈” 計測自動制御学会論文集 Vol.52, No.10, 545/554(2016)
- [6] 山本竜輝, シミュレーションを用いた自動運転車の都市交通への影響検証, 兵庫県立大学大学院情報科学研究科データ計算科学専攻修士論文
- [7] 国土交通省 “全国道路・街路交通情勢調査（道路交通センサス）” (2017) <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/ir-data.html>
- [8] 神戸市都市計画総局 “都市の概況と人の移動実態および想定される課題” (2012), http://202.246.160.113/documents/13044/1-4genkyo-kadai_0807.pdf
- [9] 阪神神戸都市圏交通計画協議会 “交通計画情報プラットフォーム” (2017) <https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/pt/data/index.html>
- [10] 国土交通省 “PT 調査とは?” <https://www.mlit.go.jp/crd/tosiko/pt.html>
- [11] D. Krajzewicz, J. Erdmann, M. Behrisch and L. Bieker. “Recent Development and Applications of SUMO Simulation of Urban MObility, *International Journal on Advances in Systems and Measurements*” 5-3&4, 128/138 (2012)
- [12] Webster FV, Traffic signal settings. Road Research Laboratory; Technical Paper No. 39. HMSO, London, (1958)
- [13] 神戸市 “渋滞箇所の解消に向けた取り組み” <https://www.city.kobe.lg.jp/a83166/kurashi/access/road/jam.html>

† University of Hyogo

‡ University of Hyogo, Graduate School of Information Science, Kobe, 6500047, Japan, RIKEN, Center for Computational Science, Kobe, 6500047, Japan