

交通シミュレーションによる動的信号制御の効果と交通量の観測精度の関係分析

Analysis of the Relationship between the Effect of Dynamic Signal Control and the Observation Accuracy of Traffic Volume by Traffic Simulation

指導教授 吉岡 慶祐 下川 澄雄

7083 野田 真生

1. はじめに

東南アジアなどの開発途上国では、モータリゼーションの進展により交通量が増加しており、交通渋滞の深刻化や環境の悪化が進んでいる。ボトルネックとなる信号交差点においては交通量に応じた動的な信号制御により渋滞の改善を図ることが望まれる。動的信号制御は、浅野ら¹⁾や白畑ら²⁾のようにさまざまな制御アルゴリズムが検討されており、遅れ時間の減少に対して効果的であることが明らかになっている。しかしこれらは、車両感知器データやプローブデータ等が利用可能であることが前提であり、このような設備が十分でない開発途上国において導入することは簡単ではない。

一方近年では、画像処理技術の向上により車両感知器は使わずとも簡易的に交通量を計測することが可能となっており、動的制御への利用が期待されている。しかし画像処理においてはオクルージョンが生じるため、とくに二輪車や三輪車が多い場合は一般的な車両感知器と比較して精度が劣ることが多い。

そこで本研究では、動的信号制御に活用するために要求される交通量の観測精度を把握するため、単独交差点において動的制御による遅れ時間の改善効果と観測精度の関係性について、交通シミュレーションを用いて明らかにすることを目的とする。

2. 対象箇所

本研究では、インドアーメダバード市の Paldi (パルディ) 交差点を対象とした。当該交差点は市街部の幹線道路が交差する交差点であり、今後も交通量が増加することでボトルネックとなることが懸念されている。図-1 はドローンによって撮影された動画から、ピーク1時間の車種別・方向別交通量を集計したものである。二輪車と三輪車の割合が多く、交差点全体で八割を占めている。車種区分別の乗用車換算係数は表-1 に示すインド版の Highway Capacity Manual³⁾ に準じて設定した。

表-1 乗用車換算係数³⁾

Vehicle Type	Passenger Car Unit	Standard Deviation
Motorized Traffic		
Two Wheelers (TW)	0.4	0.16
Auto Rickshaws (Auto)	0.5	0.21
Passenger Cars	1.0	Base
Light Commercial Vehicle (LCV)	1.1	0.05
All Heavy Goods Vehicles (HCV)	1.6*	0.16
Bus*	1.6*	0.35

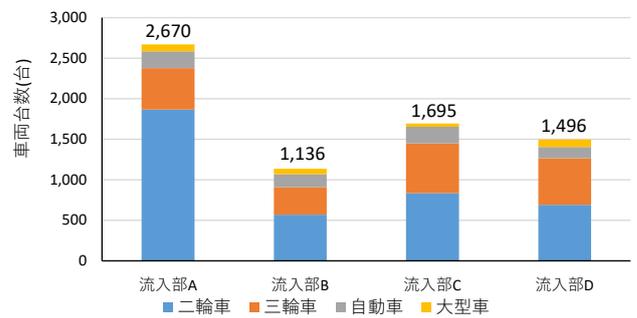


図-1 車種別・流入部別交通量

3. シミュレーションによる検証

3.1 シミュレーション条件

マイクロ交通シミュレーション VISSIM を使用するものとし、Paldi 交差点のネットワークを図-2 の通り作成した。シミュレーションの範囲は停止線から 500m までとし、画像処理により交通量を計測する地点として停止線から 150m の位置に車両感知器を設置した。

車両感知器の検知率を画像処理による観測精度に読み

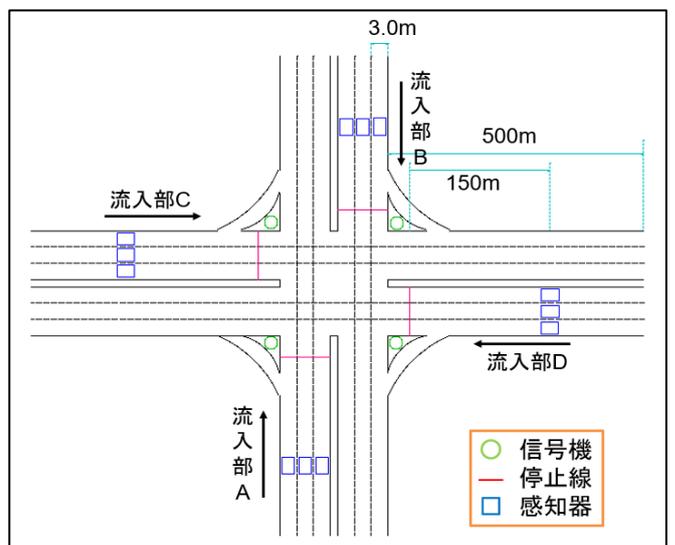


図-2 Paldi 交差点ネットワーク

替え、これを50%、60%、70%、80%、90%、100% (各流入部とも同じ精度) の6ケースを設定する。交通量は現況の交通量条件に加え、将来的な交通量の増加を見据えて、単純に1.2倍、1.4倍とした3ケースとし、各ケースで5回ずつのシミュレーションを実行した。

3. 2 信号制御方式

現況の信号現示はサイクル長120秒の4現示方式で、各方向に青時間26秒、黄+全赤時間4秒であり全流入部が同一の青時間スプリットで運用されており、これを現況の現示パターンとした。

動的信号制御にはMODERATO制御⁹⁾を適用する。MODERATO制御は、流入台数と捌け残り台数に応じて式(1)により算出される負荷率 ρ に応じて青時間スプリットをリアルタイムに変更する制御システムである。

$$\rho = \frac{(Q_{in} + E)}{s} \quad (1)$$

ここで、 Q_{in} : 流入台数(台)、 E : 捌け残り台数(台)、 s : 飽和交通流率(pcu/h)

流入台数は流入部で検知される車両台数のpcu

(Passenger Car Unit) 換算値を用いる。捌け残り台数は、実際には流入側と流出側の感知器の差分から推定されるが、本研究では流入側に設置されるビデオカメラのみを使用する想定であることから、ビデオカメラ位置を超えて滞留が発生した場合に、停止線からビデオカメラ位置までの滞留分の車両が捌け残り台数に相当するものとして用いることとする。なお、各現示の最小青時間は歩行者の横断時間を考慮して14秒としている。

4. シミュレーションの現況再現性の検証

シミュレーションの現況再現性を確保するため、シミュレーションにおいて各車種の車両挙動パラメーター(Driving Behavior, Lane Change, Lateral)を調整し、図-3に示すように飽和交通流率の再現性に問題がないことを確認した。

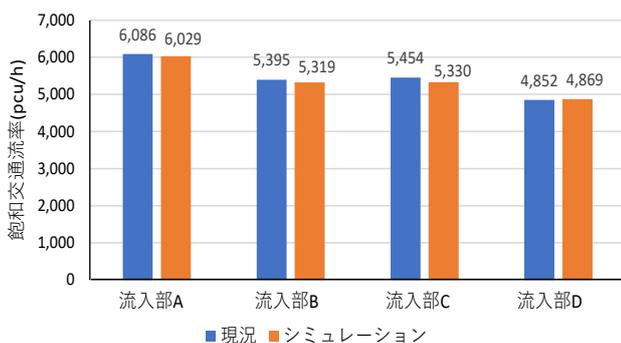


図-3 飽和交通流率の検証

5. 観測精度と動的制御の効果の関係

図-4は各ケースで実行したシミュレーション結果により得られた、1台あたりの現況の信号現示パターンに対する平均旅行時間の削減時間を、交通量別に観測精度との関係として示したものである。

交通量が1.0倍(現況)と1.2倍の場合では、観測精度を上げて平均旅行時間に大きな改善は見られなかったが、交通量を1.4倍とすると、観測精度が高いほど平均旅行時間の削減量が大きくなり、動的制御の効果が高いことがわかる。交通量が多い状況では、青時間スプリットの適正な配分が少しでもずれると、捌き切れない流入部が発生するため観測精度の影響を受けやすくなったものと考えられる。

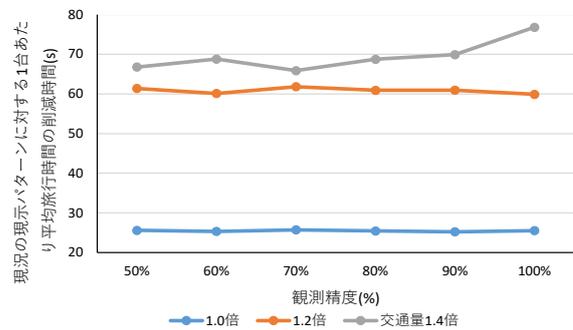


図-4 観測精度別の平均旅行時間の削減効果

5. まとめ

交通シミュレーションによる検証の結果、とくに交通量が多い状況において、観測精度が高いほど動的制御による平均旅行時間の削減効果が大きいことが明らかとなった。ただし、画像処理による観測精度は車種やビデオの画角によって異なるため、実際には流入部毎で観測精度が同じであるという前提について課題が残る。今後は車種別や方向別に観測精度が異なる場合についても分析が必要である。

参考文献

- 1) 浅野美帆, 中島章, 堀口良太, 小根山裕之, 桑原雅夫, 越正毅, 赤羽弘和: 遅れ時間自己評価によるリアルタイム交通信号制御, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, pp.879-886, 2003.
- 2) 白畑健, 伊藤昌毅, 新倉聡, 大口敬: 車両到着センサを想定した自律型信号制御ロジックの提案, 生産研究, Vol.72, No.2, pp.147-152, 2020.
- 3) Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi Indian Highway Capacity Manual (Indo-HCM), 2017.
- 4) 一般社団法人 交通工学研究会: 平面交差の計画と設計 基礎編, pp.281, 2018.