

G-16

上下線の需要率の違いを考慮した信号機オフセットの最適化に対する一検討

A study on considering the differences in demand rate of Up and down lines optimization of traffic light offset

○佐分利祥太¹, 望月寛², 高橋聖², 中村英夫²*Shota Saburi¹, Hiroshi Mochizuki², Sei Takahashi², Hideo Nakamura²

Abstract: The Car is essential to people's lives in modern society. However, the increase of people using car leads to increase traffic congestion. Therefore, In order to solve the congestion, traffic light control is essential. There are three parameters in the traffic light. There are offsets, splits, and cycle time. Our objective is optimization of offsets of a traffic simulator using a genetic algorithm. In this paper, optimization of offsets considering upstream and downstream in our simulator are examined.

1. はじめに

現代の交通社会において、自動車は欠かせないものとなっている。しかし、自動車の増加は交通量の増加を招き、随所における渋滞の発生が深刻となっている。交差点では、車両の右左折が行われ、特に右折車によって車流が妨げられることが渋滞の大きな原因となっている。これらの一連の行動は交通信号機によって行われ、交通信号機の制御は渋滞解消に無くてはならないものである。

信号機を制御するパラメータはサイクル、スプリット、オフセットの 3 つがある。サイクルとは青→黄→赤の一巡に要する時間である。スプリットはサイクル時間中の青時間の長さであり、サイクルの割合(%)で表される。オフセットは複数の信号機を系統的に制御する場合のパラメータで、青現示の始まりのずれを、サイクルの割合(%)で表す。昨今の幹線道路において交通流制御を行うには、系統的に信号制御を行うことは不可欠であり、オフセットのパラメータは重要な要素である。

そこで、遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm:以下 GA)を用いた最適オフセット算出機能を有する交通シミュレータ「す・ムーズくん 2」が開発された。このシミュレータには、オフセット決定までの問題改善を図るため、オフセット制御に GA を組み込んでいる。GA は組み合わせ最適化問題に強く比較的短い時間で準最適解を探索することが可能なアルゴリズムである。

2. 研究目的

本研究では、平均旅行時間(Average Travel Time:以下 ATT)の短縮と、上り路線と下り路線の ATT のバランスをとることを目標としている。

そのためには、GA 計算の評価基準であるフィットネス値を正確に求める必要がある。

3. す・ムーズくん 2 の概要

「す・ムーズくん 2」は、信号機を有する路線で車両を走らせ、特定のオフセットについて ATT を算出するシミュレータである「交通シミュレータ」と、交通シミュレータにより、フィットネス値を受け取り、評価、選択、交叉、突然変異などの一連の処理を行う GA エンジンである「GA シミュレータ」の大きく 2 つのシミュレータを有している。

この 2 つのシミュレータを活用して、設定した交通環

境に適応した信号制御パラメータのオフセット値を算出し、オフセットダイアグラムの自動作図を行う。また、2 種類の需要率、オフセットを入力することにより、その路線状況を総平均速度移行過程図として見ることができる。

4. 先行研究

先行研究^[1]では、オフセット間寄与率の値は対数的に変化するものであるため、スライダーの変化を対数的に変化させること、そして目盛りをつけることにより操作性の向上を図った。また、オフセットダイアグラムの絶対時間がわかりにくかったため、時間表示をすることにより、より視覚的にわかりやすいシミュレータとなった。

また、需要率を変化させ、最高速度一定と幅を持たせた場合とを比べることにより、路線では、最高速度の最も遅い車に依存するということがわかった。

5. GA のフィットネス値

フィットネス値を求める式として式(1)を考案した。

$$fitness = \frac{1}{|上ATT - 下ATT| \times A \times \exp\left(-\left|\frac{上需要率 - 下需要率}{10}\right|\right) + ATT} \quad (1)$$

式(1)では、上下 ATT のバランスをとるため、係数 A を分母にかけている。

先行研究では、係数 A の値と上下 ATT バランスを比較し、ATT が最良となる係数 A の値を検討した。その結果、係数 A の値が 2 付近のときに上り ATT と下り ATT のバランスが良くなるということがわかった。

6. オフセット探索の結果

図 1 に係数 A と上下 ATT の差の関係、図 2 に係数 A と ATT の関係を示す。

また、上下の ATT の関係を知るため、横軸に上り ATT、縦軸に下り ATT をとり、係数 A ごとに色を変えてプロットした。

このグラフの特性上、x=y の線に近づくほどバランスがよく、プロットが右上にいくほど ATT が悪くなり、左下にいくほど ATT が良くなるということがわかる。

上下需要率 20%-20%、上下需要率 5%-20%、上下需要

率 20%-5%のときの結果をそれぞれ図 3,4,5 に示す。

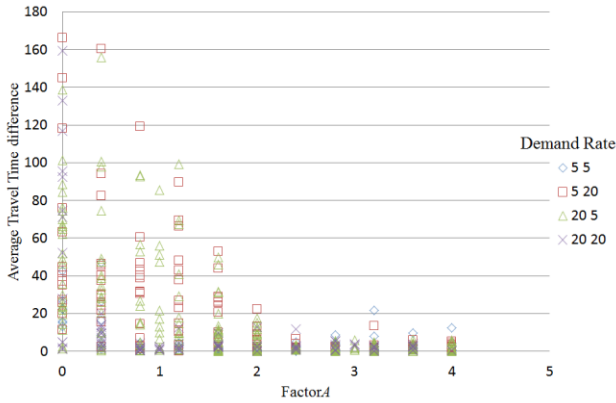


Figure1. Relationship between FactorA and ATT difference

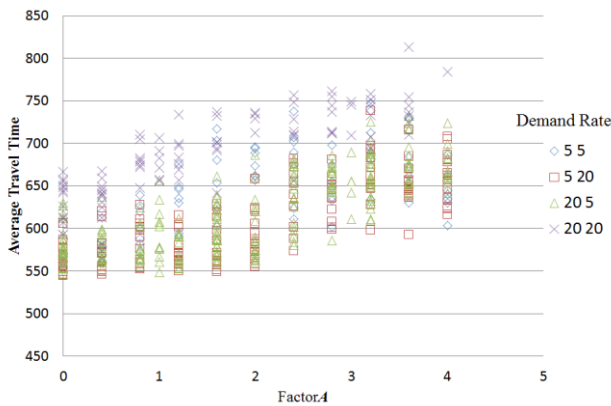


Figure2. Relationship between FactorA and ATT

図 1 より,需要率によらず係数 A を大きくしていくと上下の ATT の差が小さくなっていき,係数 A が 2 付近で,上下の ATT の差がほぼなくなることがわかる。

図 2 より,係数 A を大きくしていくと ATT は悪くなっていくということがわかる。また,同じ係数 A でも需要率の値が大きいほど ATT が悪くなることもわかる。

以上のことから,上り ATT と下り ATT のバランスが良く,かつ ATT を良くするためには,係数 A が 2 のときが最適だと考えられる。

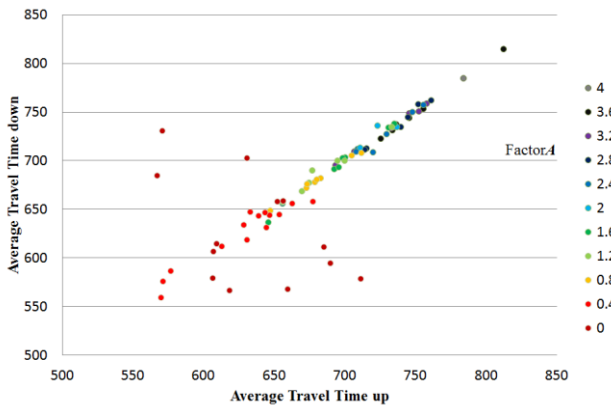


Figure3. Relationship between the ATT of demand rate 20-20

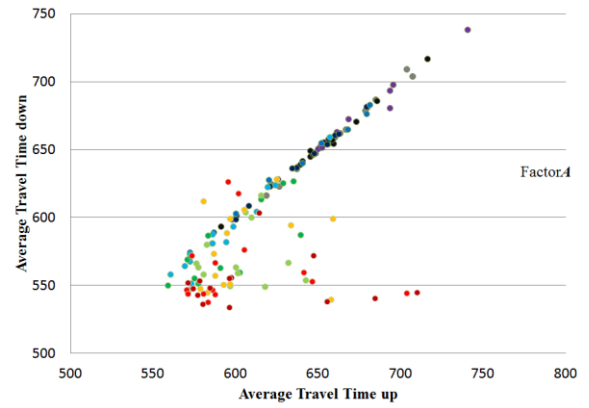


Figure4. Relationship between the ATT of demand rate 5-20

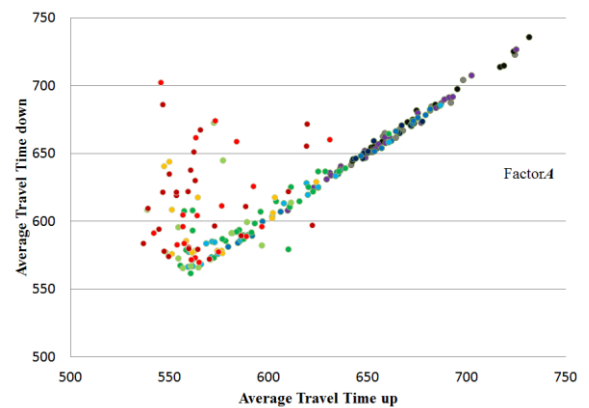


Figure5. Relationship between the ATT of demand rate 20-5

図 4,5 より上り需要率の方が大きい場合は,係数 A が小さいとき $x=y$ の線より上にプロットが集まっているので,下りの ATT の値が悪くなっていることがわかる。逆に下り需要率の方が大きい場合は,係数 A が小さいとき $x=y$ の線より下にプロットが集まっているので,上り ATT の値が悪くなっているということがわかる。

そして,図 3,4,5 より係数 A が小さくてもバランスが取れている点もあるということがわかる。このことから,係数 A が 2 以下でも,ATT,上下 ATT のバランスともよくなるオフセットがあるということがわかる。

7. 今後の展望

今後は,係数 A の固定化を目指す。そのために今回の試行で得られた結果が他の路線や今回検討していない需要率でも成り立つのかを調べる必要がある。

また係数 A が小さくてもバランスが取れる場合もあるということが分かった。そこで,まずバランスは無視して小さい係数 A で途中まで試行を行い,その中でバランスが良いものだけを残し試行を続けることで,ATT が良く,バランスもとれているオフセットを探ることができないか検討する。

8. 参考文献

[1] 鈴木雅人:「各種オフセット最適化手法を適用した交通シミュレータの精緻化」, 2010 年度, 日本大学理工学部, 卒業論文