

都市高速道路の感知交通量のバイアス補正手法の開発

Development of the bias correction technique of the perception traffic of an urban expressway

赤羽研究室 0924347 吉川勇希

1. はじめに

近年、首都高速道路においては、交通流シミュレーションを中核とし、突発事象の発生も織り込みつつ短期的将来の交通状況を予測するシステムの開発が進められている。これは、利用者の時間損失を軽減するためである。

この交通シミュレーションの入力データ生成やパラメータ設定には、主に車両感知器データが用いられるが、車両感知器には大きなバイアスが存在する。

このバイアスによる感知交通量に不整合があると、交通シミュレーションのパラメータ設定処理を不安定化し、その精度を大きく低下させる結果となる。

本研究では、都高速東京線各路線に設置されている本線断面料金所の内側を補正対象範囲とし、車両感知器データをオンラインで取得できる環境において、車両感知器の設置断面毎に感知交通量のバイアスを補正するための係数値を、自動的に設定、更新するアルゴリズムを開発し、ビデオ観測によってその検証を行う。

2. バイアス補正の推定原理

式(1)に示すように、ある感知器設置断面を通過する車両台数の係数値を、渋滞時または非渋滞時における補正係数を乗じて補正することとする。渋滞時と非渋滞時とを分けて考慮した理由は、渋滞時と非渋滞時では、バイアスに影響する車線変更等の交通状況に大きな相違があると考えられるためである。

$$\rho_l(t) = \begin{cases} c_l m_l(t) & [\text{非渋滞時}] \\ d_l m_l(t) & [\text{渋滞時}] \end{cases} \dots\dots(1)$$

m は、単位時間内の断面通過台数の計数値、 ρ は、計数値 m の補正值、 t は時間、 c は非渋滞時補正係数、 d は、渋滞時補正係数、そして添字 l は、それぞれの感知器設置地点の断面番号を示す。

まず、図-2のような、2つの隣接する車両感知器断面について考える。縦軸は、2断面での交通量について比較する時間帯を表している。式(1)において、正しく補正できた場合、この2つの断面を同じ比較時間帯の間に通過する交通量は、等しくなると考えられる。しかし、実際には、比較時間帯の開始時刻と終了時刻において、この2断面の間の区間には、密度差が生じる。この密度差を小さくするため、以下のような条件において比較を行った。

- ・ 渋滞時よりも非渋滞時の方が密度の幅が小さくなるため、比較時間帯の開始時刻と終了時刻は、共に非渋滞時に設定した。

- ・ 2つの感知器間の距離が短ければ、存在可能な車両台数が少なくなり、密度差も小さくできるので、隣接する2つの感知器を比較対象とした。
- ・ 比較時間帯が長ければ、2断面を通過する交通量が増え、密度差による影響が小さくなる。本研究では1時間以上継続した観測データのみを比較の対象とした。

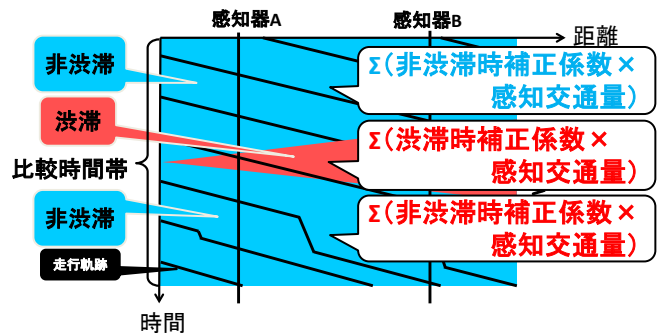


図-2. 渋滞非渋滞の走行軌跡図

このような交通量の比較を、図-3のような、連続した3つの感知器設置断面について拡大して考える。隣り合う感知器設置断面同士において、比較時間帯におけるそれぞれの通過台数は、式(1)により適切に補正されていれば、車両保存則により一致するはずである。

隣り合う感知器設置断面同士の下流側の断面における

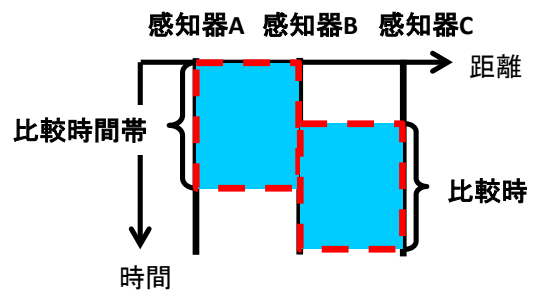


図-3. 隣り合う感知器設置断面

補正係数は、その断面の更の下流側の断面との交通量の比較にも適用できるため、補正係数の推定を路線方向に連結可能である。しかもそれぞれの二つの隣接断面対において交通量の比較時間帯は独立に設定可能である。

図-4のように出入りのある隣接断面間には誤差があり、この補正誤差を最小にする補正係数をカルマン・フィルタによって最小二乗推定する。

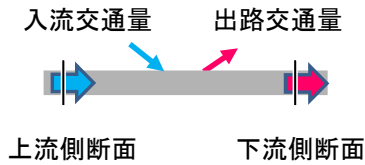


図-4. 車両感知器

渋滞・非渋滞の判定には、既往研究で行われている Kittler+法を使用して判定した。Kittler+法は、画像処理分野の白黒判定手法に用いられる Kittler 法と、外れ値除去のアルゴリズムを組み合わせた手法である。

3. バイアス補正値の推定と検証

表-1 に、バイアス補正値の推定に用いたデータを示す。

表-1. バイアス補正に使用するデータ諸元

収集項目	東京線の交通量と速度
収集周期	感知交通量データ(5分間値)
収集期間	2012年12月～2013年1月
収集断面数	840 箇所

図-5 に、対象区間で推定したバイアス誤差率の分布を示す。補正値の分布形状を見ると、感知交通量は、実際の交通量よりも多く計数している傾向があり、分布の幅は実際の通過交通量の倍半分に達していることが分かる。

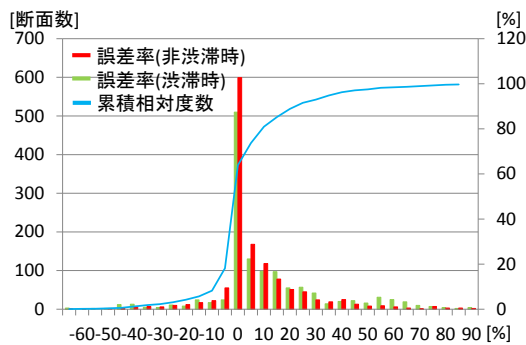


図-5. 全断面のバイアス誤差率のヒストグラム

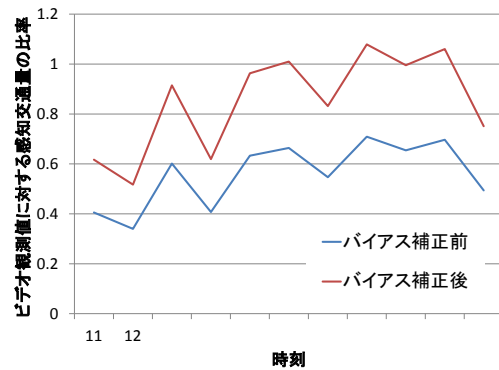
表-2 ビデオ観測箇所は、上下流の感知器設置断面と比べて大きなバイアス補正値が推定した断面を選択した。

表-2 ビデオ観測箇所

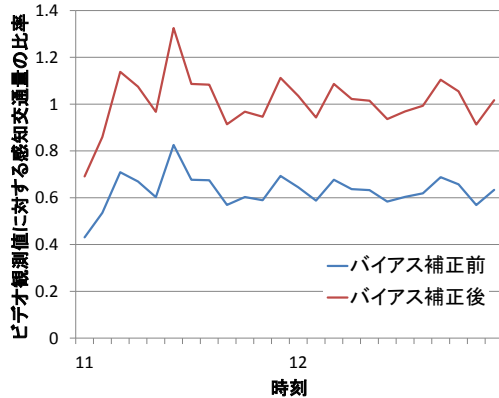
区間名	観測日時
高速3号渋谷線入り高樹町	2012/12/6. 10:20～12:20 2012/12/12. 13:45～15:45
高速5号池袋線入り西神田	2013/1/7. 9:15～11:15 2013/1/10. 9:10～11:10
高速6号向島線入り箱崎	2012/12/27. 23:55～0:55 2012/12/28. 8:15～10:15
高速中央環状(荒川)線船堀	2013/1/8. 11:10～13:10 2013/1/11. 11:00～13:00

図-6 のバイアス補正前、バイアス補正後が 1 に収束されている結果より中央環状線はバイアス補正により、補正されたと言える。高速5号池袋線入り西神田の渋滞に関してはバイアスを補正しきれず別の要因が考えられる。高速3号渋谷線入り高樹町に関しては、ビデオ観測箇所選定時の推定結果とは異なりよりバイアス誤差がほとん

ど発生していなかった。バイアス補正係数値もほとんど 1.0 であり、このような箇所でも誤った補正とはならないことは検証できた。高速6号向島線入り箱崎に関しては、実際のバイアス誤差の発生状況と矛盾する補正係数値となった。この近傍の断面では連続してバイアス誤差が大きく推定されたため、推定設定の確認を進める。



(中央環状線入り・2013年1月8日・非渋滞)



(中央環状線入り・2013年1月11日・渋滞時)

図-6. 補正精度の検証例

4. まとめと今後の展開

本研究では、車両感知器データをオンラインで取得できる環境において、車両感知器の設置断面毎に感知交通量のバイアスを補正するための係数値を自動的に設定、更新するアルゴリズムを開発し、ビデオ観測値で検証した。その結果、有効な観測得られた4断面中3断面では、妥当な補正精度が得られた。残る1断面に関しては補正係数の推定設定から見直す必要がある。

参考文献

- 1) 赤羽弘和, 越 正毅: 車両感知バイアスのオンライン自動補正, 土木学会論文集, 第407号/IV-11, 1989.
- 2) Tomoyoshi Shiraishi, Hirokazu Akahane: DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM OF AUTOMATICALLY SETTING CRITICAL SPEEDS ON URBAN EXPRESSWAYS, Proceedings of 18th World Congress on Intelligent Transport Systems(CD-ROM), Orlando, 2011.