

感知交通量のバイアス補正の簡易道路網への適用

Application of a method of correcting bias errors in detected traffic volume to a simple road network

赤羽研究室 1024040 入澤 直貴

1124284 堀江 利彰

1. はじめに

都市高速道路の管制システムにおいては、車両感知器からの情報を処理することにより交通量、速度などの交通状態が算出されている。交通管制を効果的に行うためには、交通状態量を車両感知器により正確に計測することが必要である。

都市高速道路の車両感知器による通過車両台数の計数値には、補正を要するほどに大きなバイアス(偏り)が存在している。バイアスにより、車両保存則が成立しないまま、交通シミュレーションの交通量、密度関係、交通容量等を設定することになる。これでは、シミュレーションの安定性及び精度が確保する上での障害となることから、感知交通量のバイアスの補正は必須である。

本研究では、環状区間を含む簡易道路網を対象として仮想データを構築し、仮想感知交通量の補正係数値の推定法の精度を検証する。

2. 既存研究

2.1 感知交通量のバイアス補正

12 時間程度以上の隣接断面における感知交通量の相互比較による補正手法は、従来の実務においても取り入れられてきた。しかし、このような方法では、非渋滞時と渋滞時にバイアス誤差の発生状況が異なる場合には対応できない。また、隣接断面間の相互比較は可能であるが、絶対値を推定できる仕組みにはなっていない。

赤羽ら¹⁾は、車両感知器により計数された通過車両台数のバイアスを、非渋滞時と渋滞時に別々に補正するために、渋滞検出の結果を利用して精度良く最適係数値を推定・更新するアルゴリズムを提案した。白石ら²⁾は、本線料金所を含む放射上り線からジャンクション部までを対象とできるように上記アルゴリズムを拡張し、実路線への適用結果をビデオ観測値と比較検証した。

2.2 感知交通量のバイアスの発生要因

首都高速道路における車両感知器は車線毎に設置され、車線側方または情報から超音波パルスを放射し、車体からの反射波を捕えることにより、車両の存在を感知する仕組みになっている。感知交通量のバイアスは、以下の要因により発生することが知られている¹⁾。

- ① 車線変更等のために、車線境界線をまたいで走行する車両が、左右双方の車線の感知器に感知される、または何れにも感知されない。
- ② 大型車やトレーラー等の形状が特殊な車両が、複数の小型車両として分割感知される。

- ③ 急カーブ部などの特殊な道路線形箇所において、多くの車両の走行軌跡が車線中央から左右何れか一方方向に偏って乖離する。
- ④ 車両感知器の設置角度や感知範囲の調整が不足している。

2.3 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の感知台数に、非渋滞または渋滞における補正係数を乗じて補正した。非渋滞と渋滞を区別することにより、バイアス発生要因の走行状況への依存性に対応できる。

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

ここに、 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 は非渋滞補正係数、 d は渋滞補正係数、添字 l は、それぞれの感知器設置地点の断面番号を示す。

図-1 に、連続した3つの感知器設置断面において、バイアス補正交通量を比較する場合の概念を示す。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。また、隣接断面对の下流断面における補正係数は、その断面の更に下流側の断面との交通量の比較にも適用される構造により、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对において交通量の比較時間帯は独立に設定可能である。隣接設置断面对における通過交通量の補正誤差を最小にする補正係数を、カルマンフィルタで最小二乗推定した。

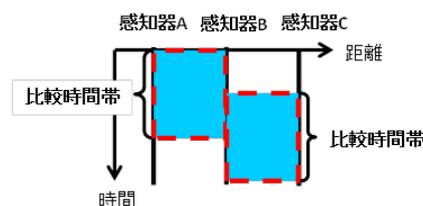


図-1 隣接する感知器設置断面

3. 仮想データの設定

3.1 仮想道路網の構成

図-2 に示すように、仮想道路網は、環状路線と4枝ジャンクションから構成した。番号が負値の感知器は、本線料金所を示している。本線料金所は車両の走行空間が本線よりも制約されており、バイアス誤差は本線の1/10程度であることが知られている。そのため、そこで仮想感知交通量はバイアス誤差含まない真値と仮定した。さらに、今回は、入/出路からの車両の出入りは設定しなかった。

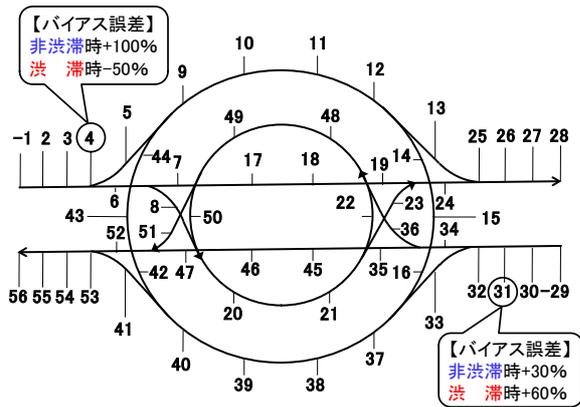


図-2 4枝JCTと感知器設置断面

隣り合った感知器設置断面間の交通密度が、計測開始時と計測終了時で等しいと仮定したときには、ジャンクション分岐部においては、式(2)の関係が成り立つ。

$$\begin{cases} q_4 = q_5 + q_6 \\ q_{55} = q_{60} + q_{61} \\ q_{53} = q_{54} + q_{56} \\ q_{63} = q_{66} + q_{67} \end{cases} \quad (2)$$

また、同条件においてジャンクション合流部においては、同様に式(3) 式の関係が成り立つ。

$$\begin{cases} q_9 = q_6 + q_7 \\ q_{12} = q_{10} + q_{60} \\ q_{14} = q_{13} + q_{54} \\ q_{68} = q_{62} + q_{67} \end{cases} \quad (3)$$

q_i は、感知器 i における計測台数である

3.2 仮想感知交通量の生成設定

式(4)に、仮想感知交通量の生成方法を示す。

$$k(t) = n(t) \left\{ \frac{(1+b_c)}{(1+b_d)} \right\} + \varepsilon(t) \quad (4)$$

t は時間、 $k(t)$ は仮想感知交通量、 $n(t)$ は単位時間内の断面通過台数の真値、 b_c は非渋滞時バイアス誤差、 b_d は渋滞時バイアス誤差、 $\varepsilon(t)$ は偶然誤差を示す。

仮想感知交通量は、収集周期は5分間とし、30日分を作成した。バイアス誤差は、各感知断面で非渋滞・渋滞別に平均値0、標準偏差3%の正規乱数で設定した。また、偶然誤差は平均値0、標準偏差を5分間の感知交通量の真値に対して5%の正規乱数で、各断面および5分間毎に設定した。

4. 仮想道路網における補正係数の推定精度の検証

2.3 項の推定方法を、式(2)および(3)の関係にも拡張適用し、仮想感知交通量と、それに含まれる10%の偶然誤差のみを与件として、バイアス補正係数を推定した。

図-3に、仮想データを30日分入力した精度結果を示す。このデータでは、感知器4のバイアス誤差を+100%(非渋滞)、-50%(渋滞)とし、感知器31のバイアス誤差を+30%(非渋滞)、+60%(渋滞)と設定した。感知器の設

定不良あるいは分/合流による過大なバイアス誤差の発生を想定している。また、事故による渋滞を想定して、渋滞の時間帯を4日間だけ通常日より2~4倍程度増加させた。

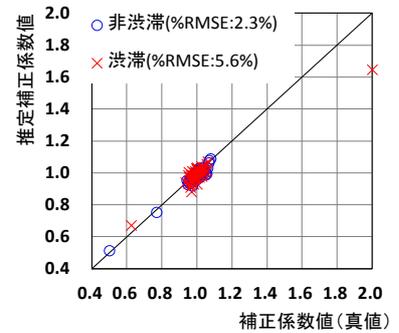


図-3 補正係数の真値と推定値

非渋滞/渋滞にかかわらず、補正係数値の真値が0.4~2.0程度の広範囲にわたり、過大なバイアス誤差も含めて概ね一定の精度で推定できていることが分かる。

図-4に、

感知器4の補正係数値の推定過程を示す。同図より非渋滞/渋滞時の各補正値の推定において、仮想感知交通量を日毎に逐次処理することにより、推定値が真値に安定的に1.0に漸近していることが分かる。

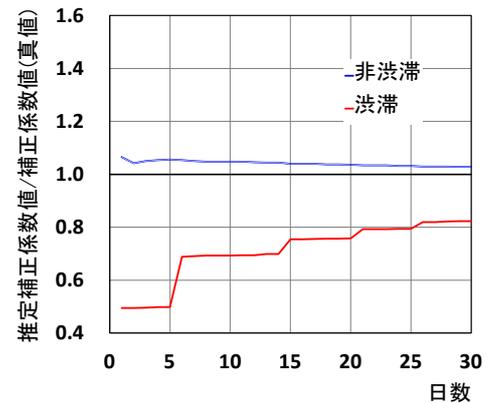


図-4 感知器4の補正係数値の推定過程

5. まとめ

本研究では、環状区間を含む簡易道路網を対象として仮想データを構築し、仮想感知交通量の補正係数値の推定法の精度を検証した。バイアス誤差と偶然誤差を含む仮想感知交通量、渋滞/非渋滞の別、および偶然誤差の標準偏差に基づき、バイアス補正係数値を渋滞時/非渋滞時の別に一定精度で推定できることを確認した。分けても、一部の感知器のバイアス誤差を-50~+100%の範囲で設定しても、渋滞時間の比率が適度に変動すれば、推定精度を確保できることを明らかにできた。

交通シミュレーションの出力を適用して、より現実に近い仮想感知交通量を生成し、推定精度を確認することが、次の課題である。

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) 白石智良, 赤羽弘和, 森田緯之, 堀口良太: 都市高速道路の感知交通量のバイアス補正手法の開発, 第32回交通工学研究発表会論文報告集, 交通工学研究会, pp. 121-124, 2012