

地点固有の車間時間推定のための状態空間モデル

秋田工業高等専門学校 非会員 ○土橋 礼佳
秋田工業高等専門学校 正会員 葛西 誠
秋田工業高等専門学校 正会員 長谷川裕修

1. はじめに

単路部における効果的な渋滞対策を立案することを考えると、渋滞対策によって渋滞先頭地点が下流へと移動するから、顕在化している地点への対策と同時に下流の潜在的なボトルネックを予測しておき、そこでの対策も予め考えておくことが望ましい。しかし、潜在ボトルネックの予測は、事故渋滞によって潜在ボトルネックが明らかになる例¹⁾を除き簡単ではない。

潜在的なボトルネック地点を発見する方法の1つとして、同じ区間を繰り返し走行して、速度および車頭時間を繰り返し計測し、地点固有の車頭時間を推定することを考える。車頭時間は交通容量の逆数であるから、潜在的なボトルネックを探る際に車頭時間に着目することはある程度合理的と考えられる。車頭時間が大きくなる地点がボトルネックとなり得ると想定される。

2. データ観測

信号のない単路部として秋田中央道路を選択する。ここを2019年7月12日(金)、9月11日(水)、9月18日、10月11日(金)の13-16時の時間帯に繰り返し走行した。全て非渋滞流であった。運転者は1名、普通運転免許取得後15年以上経過しており、日常的に自動車を運転している。走行に際しては、普段通りに運転するよう心掛け、先行車から離されても無理に追従しないようにした。ビデオカメラを自動車内部に設置し、ビデオ映像に移る車内の速度計から速度を判読する。また映像に移る前方車のみかけの幅を計測する。この幅は車間距離の代理指標としてみなすこととする。車間時間に相当する次元の量として、前方車のみかけの幅の逆数を取り、これを速度で除す。判読は道路側方の消火設備を通過するタイミングで行なう。このようにして観測された速度と車間時間を図示する。東行きの速度と車間時間それぞれ図-1および図-2、西行きの速度および

車間時間を図-3および図-4に示す。図-1および図-3をみると、速度の変動パターンは走行回によらず比較的安定している。

図-2に示す東行きの車間時間の変動をみると、先行車の車幅が遮蔽物等の影響のため欠測となり車頭時間も欠測となっている地点もあることがわかる。図-4に示す西行きの車間時間を見ると欠測はなく走行回によらず比較的安定した車間時間のようなのである。

3. 状態空間モデルによる地点固有の車頭時間の推定

欠測に対応して地点固有の車頭時間を求めるために、状態空間モデルによる推定を試みる。モデルの考え方は以下の通りである。地点固有の車頭時間があり、走行

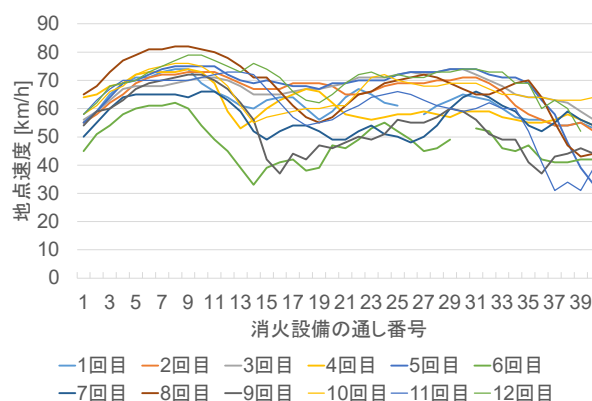


図-1 東行きの地点速度

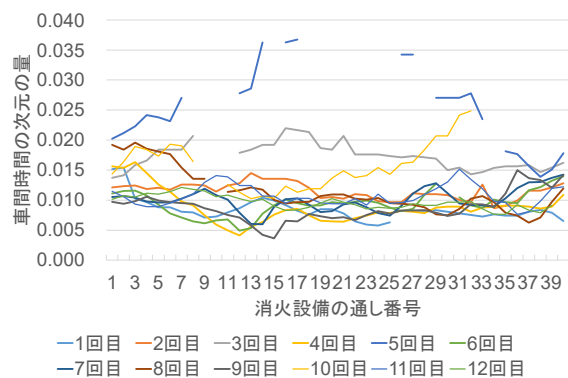


図-2 東行きの車間時間

キーワード 車頭時間、状態空間モデル、交通流

連絡先 〒011-8511 秋田県秋田市飯島文京町 1-1 秋田工業高等専門学校 kasai@akita-nct.ac.jp

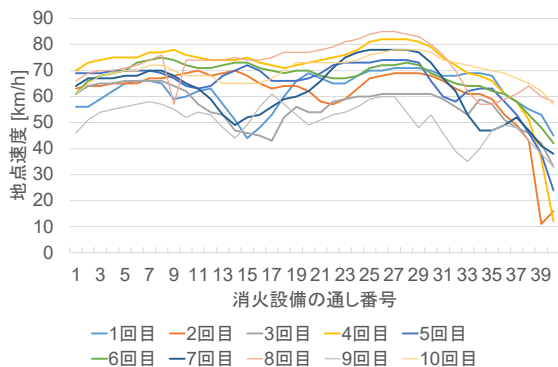


図-3 西行きの速度

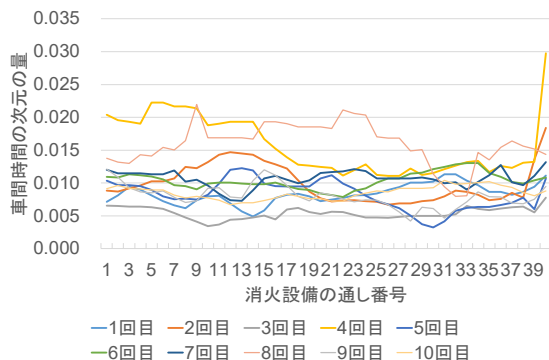


図-4 西行きの車間時間

回毎に車頭時間が変動する（ある 1 回の走行を通じて全体的に車頭時間が増大するか減少するか変動する）。すなわち走行回毎にランダム効果があるとみなす。

$$\mu_{l,n} = x_l + r_n \quad (1)$$

$$x_l - x_{l-1} \sim N(0, \sigma_w) \quad (2)$$

$$r_n \sim N(0, \sigma_r) \quad (3)$$

$$Y_{l,n} \sim \text{Cauchy}(\mu_{l,n}, \sigma_v) \quad (4)$$

ここに、 $\mu_{l,n}$:走行回 n , 地点 l における車頭時間の推定値, x_l :地点 l 固有の車頭時間, r_n :走行回 n におけるランダム効果, すなわちある走行回を通じて車頭時間を全体的に大きくあるいは小さく変動させる成分, $Y_{l,n}$:走行回 n , 地点 l における車頭時間の実測値, $\sigma_w, \sigma_r, \sigma_v$:標準偏差. 推定はベイズ推定を行なうソフトウェアである stan を使用する. 推定に係るパラメータは以下の通りである. イタレーションは 40000, バーンインは 20000, サンプルングレートは 5 回に 1 回, チェーンは 4 つ, である. 収束の状況を示す Rhat は全てのパラメータにおいて 1.05 を下回っており, 収束していると判断される.

東行きの推定結果を図-5 に示す. 推定された地点固有の車頭時間はおおよそフラットであるが, 消火器番号 29 で極大値をとっており, 効率良く車両が流せない位置といえ, 潜在的なボトルネックの可能性はある.

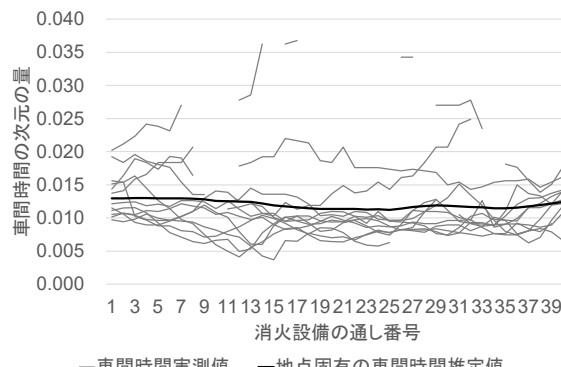


図-5 東行きの地点固有の車間時間推定値

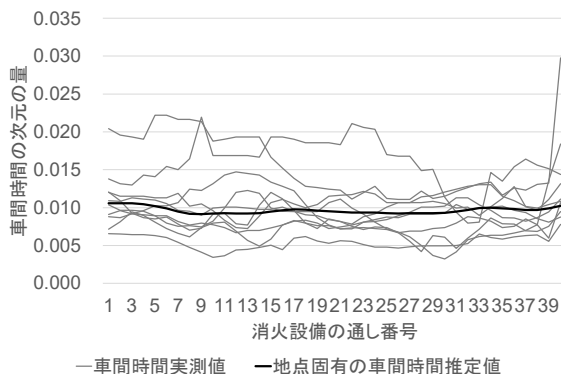


図-6 西行きの地点固有の車間時間推定値

西行きの推定結果を図-6 に示す. 推定された地点固有の車頭時間は消火器番号 17, 34 で極大値をとる. したがってボトルネックになり得るのはこれらの地点である可能性が指摘できる.

4. おわりに

繰り返し同一の単路を走行し車間時間を計測し, 地点固有の車頭時間を推定した. この極大値の位置が潜在ボトルネックである可能性を指摘した. 今後の課題としては, 実質的に追従走行になっていないと思われる車頭時間増大時の明示的取り扱いや, 将来はこの地点固有の車頭時間の逆数とその地点の交通容量となりうるかどうかをドライビングシミュレータ等を用いて検証することが考えられる.

謝辞: 本研究は豊橋技術科学大学令和元年度高専連携教育研究プロジェクトの一部として行われたものである. ここに記して謝意を表する.

参考文献

- 1) 村重至康, 野中康弘, 大口敬: インシデント渋滞解消後における渋滞先頭遡上および定着現象に関する研究, 第 30 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.5-8, 2010.