

渋滞側二層型交通量-密度関係のオンライン校正

Online calibration of volume-density relationships with dual approximation lines for congested regions

赤羽研究室 0624276 本母 正信
0824069 佐立 亮介

1. はじめに

我が国の都市高速道路では、日常的に渋滞が発生し、利用者に旅行時間の損失をもたらしている。特に、交通事故等による突発的な渋滞は、統計的手法による予測が困難であり、旅行時間の信頼性を著しく悪化させている。

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、突発事象発生時も含めた短期的将来の交通状況の予測システムの開発が進められている。これは、早期に適切な交通運用策を企画し、利用者に迂回経路情報等を提供し、時間損失等を可能な限り軽減するためである。

上記の交通流シミュレーションは、車両移動計算に非渋滞側と渋滞側をそれぞれ直線で近似した交通量 - 密度（以下、Q-K）関係を用いることにより、複雑な渋滞波の延伸計算を簡略化したアルゴリズムを採用している。このため、首都高速道路のような大規模な交通網を対象とできる。

本研究では、渋滞時の Q-K 関係を交通量の高低ごとに 2本の直線で近似して旅行時間推定の再現精度の向上を目指す。さらに各パラメータを、オンラインデータにより自動設定、更新する手法を開発する。

2. Q-K 関係の交通シミュレーションにおける機能

図-1 は、ある道路断面における Q-K 関係を示している。臨界密度よりも低密度領域が非渋滞域、高密度領域が渋滞域である。首都高速の現状の交通シミュレーションでは、渋滞域を単一の近似直線によってモデル化している。しかし、交通事故等による突発的な渋滞については、上記モデルによる設定値と比較して密度が高くなる傾向がある。渋滞域の Q-K 関係を単一の直線で近似する現在の手法では、このような交通状況の変化を表現できず、渋滞長や渋滞継続時間等の予測精度に影響すると考えられる。

このため本研究では、図-1 のように、渋滞域を以下の 2つの状態に分けて定義することとした。

- ・ 定常的な交通集中による高流率渋滞域
- ・ 交通事故などの突発事象により渋滞先頭での交通処理能力が急低下する低流率渋滞域

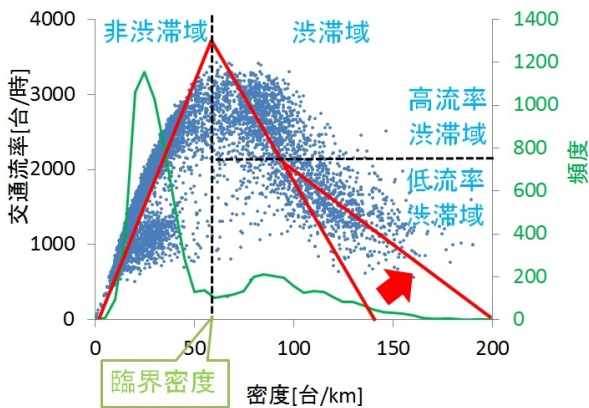


図-1 車両感知器データに基づく Q-K 関係

図-1 の低流率渋滞域のモデルの違いによるシミュレーション上の影響の例を図-2 に示す。現状のモデルでは、渋滞長が過大となり、大橋 JCT で中央環状線への迂回交通も、実際より早期に渋滞に巻き込まれる。これが、渋滞長をさらに過大とさせる。

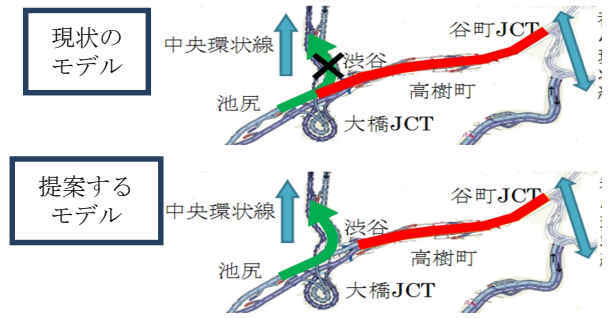


図-2 低流率渋滞域における実測値の近似誤差

3. 使用データ

表-2 に本研究で扱うデータ仕様を示す。また、図-2 に対象路線を示す。

表-2 使用データ

データ収集期間	2010/2/1(月)～2010/2/28(日)
対象路線	高速 3 号渋谷線上り
対象感知器断面数	33
取得データ	地点交通量[台/5分]
	地点速度[0.1km/時]

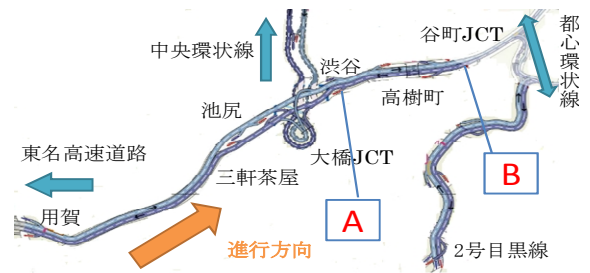


図-2 高速 3 号渋谷線全体図

4. 渋滞判定閾値の自動設定

渋滞時の Q-K の観測値を、昨年度に当研究室が開発した Kittler+法による閾値により自動判定、抽出する。Kittler+法とは、表-1 の Kittler 法とエッジ強調法を組み合わせ、非渋滞域、高/低流率渋滞域に区分する閾値を設定するためのアルゴリズムである。画像処理における輝度を、密度あるいは交通流率に置換して、閾値設定に適用している。

表-1 Kittler 法とエッジ強調法の概説

Kittler 法	二峰性分布の谷に、閾値を自動設定するアルゴリズムのひとつ
エッジ強調法	輝度データを二値化する際に、その境界を強調する画像処理アルゴリズム

エッジ強調の度合いによって、Q-K 関係の頻度分布も変わり、Kittler 法による閾値設定に影響する。そこで、エッジ強調の基準割合を最適化した。車両感知器設置断面ごとに若干のばらつきがあるものの、30%の基準割合で概ね安定した閾値設定結果が得られたので、Kittler+法に適用した。車両感知器データから得られる速度と交通量より密度を算出し、Kittler+法に適用することで渋滞判定閾値を設定した。この設定した閾値は臨界密度と呼ばれ Q-K 関係を非渋滞域と渋滞域とに区分する。

5 高/低流率渋滞の判別閾値の設定

突発渋滞の先頭から上流の区間に到るほど、交通管制データに基づく定常状態と突発渋滞の判別は困難となる。本研究では、交通流率の大小のみにより、高/低流率渋滞の判別を行う。そのため、道路の各断面において、4. で得た渋滞域のみの車両感知器データに Kittler+法を適用した。図-3 のように境界線上部が高流率渋滞域、下部が低流率渋滞域を示す。図-4 には、図-3 の交通流率の頻度分布と、設定された閾値を示す。

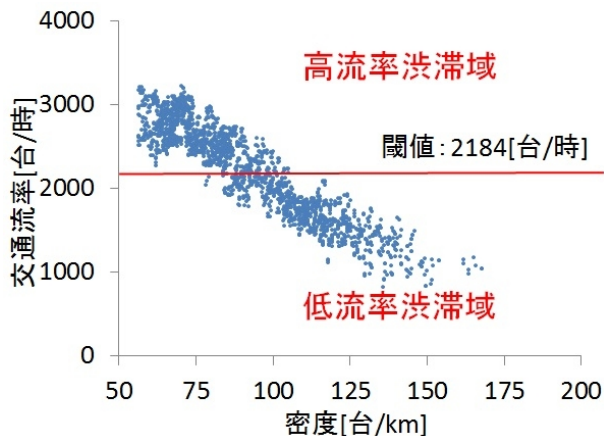


図-3 図-2 地点 A の渋滞域における Q-K 関係 (03-01-13)

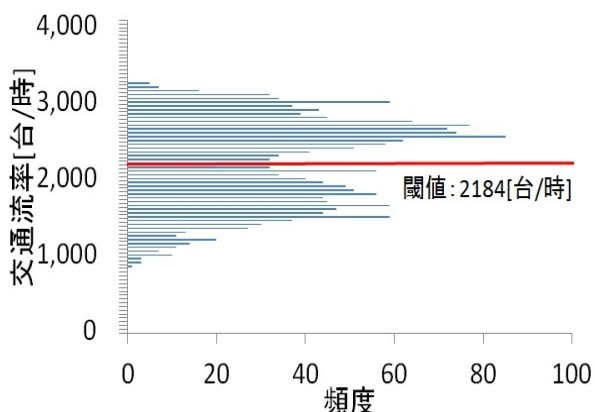


図-4 図-3 の渋滞時交通流率の頻度分布

図-5 および図-6 には、渋滞域における Q-K 関係をトレースした例を示す。高/低流率渋滞判別閾値の上下でほぼ安定して推移していることから、Kittler+法による閾値判別が、適切な値に設定できたことがわかる。

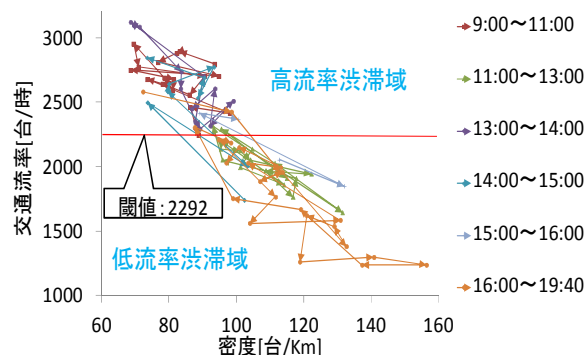


図-5 図-2 地点 B の渋滞域における交通流推移 (03-01-08, 2010/2/5)

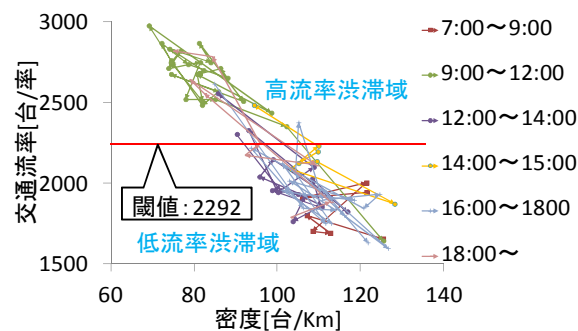


図-6 図-2 地点 B の渋滞域における交通流推移 (03-01-08, 2010/2/12)

6. まとめと今後の課題

本研究では、Kittler+法を用いて、対象路線内の車両感知器設置断面ごとにエッジ強調を最適化させ、非渋滞域、高/低流率渋滞域の3領域を区分する適切な閾値設定を行った。

累積交通量図を作成するために必要なデータ数が得られず、渋滞側 Q-K 直線の作成まで至らなかったため、今後の課題としては、拡張 Kalman フィルタを適用した、密度と Q-K 直線パラメータの同時推定アルゴリズムを適用する予定である。パラメータ設定後、交通シミュレーションで推定した旅行時間と車両感知器データによる推定値とを比較し、渋滞領域を二直線で近似した効果を検証する予定である。

参考文献

- 1) J. Kittler and J. Illingworth, Minimum error thresholding, Pattern Recognition, Vol.19, No.1, pp.41-47, 1986.
- 2) Nicolas Chiabaut, Ludovic Leclercq, Tiphaine Bretin and Christine Buisson, Calibrating the Fundamental Diagram in Congestion: Methods Based on Observations at Consecutive Loop-Detectors, Proceedings. International Workshop on Traffic Data Collection & its Standardization, CD-ROM, 2008.
- 3) G. F. Newell, A simplified theory of kinematic waves in highway traffic, Transpn. Res.-B. Vol.27B, No.4, pp.281-287, 289-303, 305-313, 1993.
- 4) 赤羽弘和：都市高速道路管制システムのパラメータ・アップデートング, 東京大学博士論文, 1986.
- 5) 宗像恵子、田村勇二、割田博、白石智良：首都高速道路におけるリアルタイム予測シミュレーションの開発、29回交通工学研究発表会論文集, 2009.