

エリア交通流状態における渋滞領域の出現検出方法

愛媛大学大学院 学生会員 ○高田啓介 愛媛大学大学院 学生会員 森本裕治
愛媛大学 正会員 吉井稔雄 愛媛大学 正会員 坪田隆宏 愛媛大学 非会員 堀口睦美

1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災発生時、東京においてはグリッドロック現象の発生¹⁾により道路ネットワークが麻痺した。グリッドロック現象とは、事故や異常気象などを理由として、道路ネットワーク内の一部に急激な交通容量低下が発生し、同容量低下の影響が別のボトルネックに広がって道路ネットワークが機能不全となる現象である。ひとたび同道路ネットワークレベルでの機能不全（以下“巨視的渋滞”）が発生すると、特定交差点における信号制御など、ネットワークの一部を対象とした交通制御手法では、渋滞を解消することが困難となる。このグリッドロック現象に起因する巨視的渋滞を回避するためには、巨視的渋滞の発生を事前に予測し、その発生を未然に防ぐための適切な交通制御を実施することが必要となる。ここで、巨視的渋滞の発生を予測するためには、過去の渋滞発生に至る状況を学習することが必要となるが、現時点では、巨視的渋滞発生の有無を判定する手法が確立されるには至っていない。そこで、本研究では、道路ネットワークの交通流状態をマクロに捉える集計 QK を用いて、巨視的渋滞発生時における渋滞領域の出現を1日単位で検出する手法を考案する。

2. プローブデータを用いたエリア交通流状態算定方法

本稿では、プローブデータに基づいて特定の道路ネットワークエリアの交通流状態を把握する。エリア交通流状態は、集計交通流率（以下“エリア流率”）と集計交通密度（以下“エリア密度”）の2つの変数を用いて決定される。エリア流率（式(1)）とエリア密度（式(2)）は、それぞれ対象道路エリア内を対象時間帯に走行したプローブ車両による総走行台キロと総走行台時を示す。

$$q(t) = \sum_i d_i(t) \quad (1) \quad k(t) = \sum_i h_i(t) \quad (2)$$

$q(t)$: 時間帯 t におけるエリア流率[台・km/単位時間] $k(t)$: 時間帯 t におけるエリア密度[台・時/単位時間]

$d_i(t)$: 対象エリア内におけるプローブ車両 i の時間帯 t の走行台キロ[km]

$h_i(t)$: 対象エリア内におけるプローブ車両 i の時間帯 t の走行時間[時間]

3. 検出方法

本稿では、一日の中のある特定の時間帯に観測されたエリア交通流状態で渋滞領域の出現を検出するものではなく、一日単位で渋滞領域の出現を検出する方法を考案する。

判定手法には、k-means法を用いた非時系列クラスタリング手法を用いる。具体的には、1日単位でエリア交通流状態をエリア密度の昇順に並べ替え、例えば5分単位でエリア交通流状態を観測した場合には、288時間帯×2要素=576の要素をもつ多次元ベクトルを作成し、観測日数に相当する数の多次元ベクトルをk-means法を用いて2つのクラスターに分類する。

エリア交通流状態を示す集計 QK 図を用いて、**図1**には、両クラスター間の距離が大きい場合、すなわち図中の各ベクトルの形状の違いが大きい場合、**図2**には、同距離が小さい場合におけるクラスター分類された多次元ベクトルのイメージ図を示す。両図のうち、**図1**でのクラスター1に属する多次元ベクトルは、クラスター2に属する多次元ベクトルが占める領域から右下に乖離した領域にエリア交通流状態を有している。渋滞領域の出現時には、エリア流率の値が低くエリア密度の値が大きくなることから、**図1**のクラスター1に属するベクトルが観測された日を渋滞領域の出現日、それ以外の日は渋滞領域が出現しなかった日と判定する。

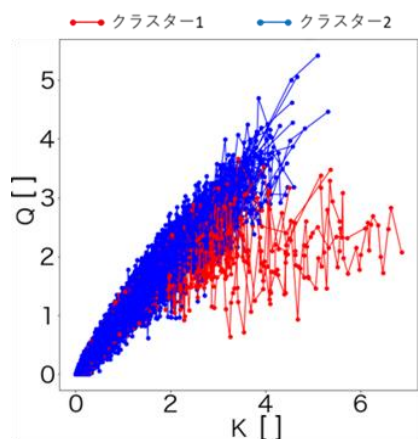


図1 距離の離れたクラスター
(イメージ図)

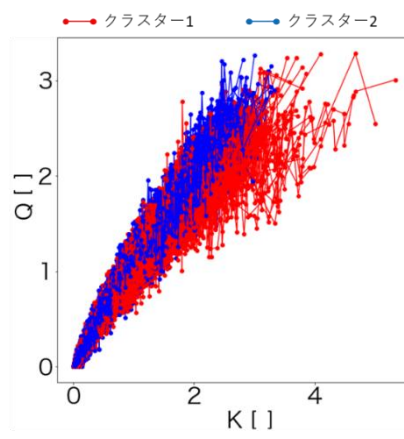


図2 距離の近いクラスター
(イメージ図)

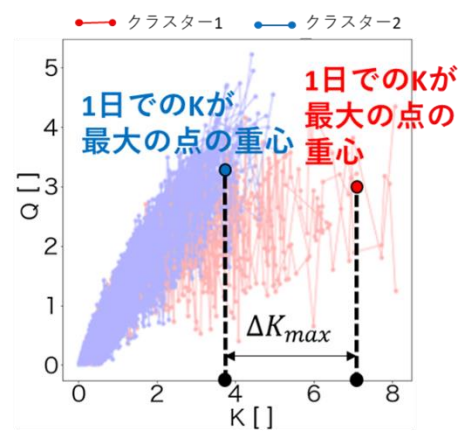


図3 クラスター間の距離

・両クラスター間の距離

上記の2クラスター間の距離については、一般には各クラスターの重心間のユークリッド距離で評価する方法などが用いられる。対して、本研究では、ネットワーク交通流が麻痺する巨視的渋滞発生時に、通常時と比較してエリア密度が異常に大きくなることから、各多次元ベクトルの最大のエリア交通密度を与える要素に着目し、両クラスターの別に一日の中で最大のエリア密度を示す要素について、その値の重心（平均値）を算定し、その値の差を用いて両クラスター間の距離（図3中 ΔK_{max} ）を評価する。

・クラスター間距離を用いた渋滞領域の出現検出方法

渋滞領域の出現の検出は、以下の手順で行う。

- 1) 同一サイズの多数の道路ネットワークエリアを設定する。
- 2) 1)で設定した各エリアの別に観測される日数分の多次元ベクトルを2つのクラスターに分類する。
- 3) 2)で分類された2クラスター間の距離（上述の ΔK_{max} の値）を算定する。
- 4) ΔK_{max} の分布を求め、分布の中で大きな ΔK_{max} 値を持つエリアを抽出する。
- 5) 4)で抽出されたエリアについて、エリア密度が大きなクラスターに属する多次元ベクトルが観測された日を渋滞領域が出現した日として判定する。

4. おわりに

本研究では、k-means法を用いた非時系列クラスタリング手法を用いて、巨視的渋滞発生時における渋滞領域の出現を1日単位で検出する手法を考案した。今後は、渋滞領域の出現日を巨視的渋滞の発生日とし、実観測データを用いて同手法による巨視的渋滞発生有無の判定精度を検証するとともに、巨視的渋滞発生を検出に適切な集計時空間サイズについて検討する。さらに、巨視的渋滞の検出方法を確立した後は、リアルタイムで獲得されるプローブデータを用いて巨視的渋滞の発生を予測するモデルを構築する。

参考文献

- 1) 清田 裕太郎, 岩倉 成志, 野中 康弘: 東日本大震災時のグリッドロック現象に基づく都区道路のボトルネック箇所の考察, 土木学会論文集 D3 (土木計画学) 70 (5), I_1059-I_1066, 2014