

潜在反応モデルを利用した交通コンフリクト指標の定式化

総合研究大学院大学 山田 健太郎
横浜国立大学 黒木 学

1. はじめに

交通事故メカニズムを解明する方策として、散発的にしか発生しない交通事故を観察するのではなく、交通事故を引き起こす危険性が存在する状況を解析対象とする交通コンフリクト技術が発展してきた。1977年には、専門家間で交通コンフリクトについての議論がなされ、以下の定義が標準的なものとして採用されている: “A traffic conflict is an observable situation in which two or more road users approach each other in space and time to such an extent that there is a risk of collision if their movements remain unchanged.”

2. 既存の交通事故リスク指標の問題点

交通コンフリクトを定量的に評価する指標として、様々な交通事故リスク指標が提案されている。一方、Davis et al. (2011) では、既存指標は、上記定義にあるドライバーの回避行動に関する反事実的表現が直接的には反映されておらず、交通コンフリクトを適切に評価できないような状況があることが指摘されている。

3. 潜在反応モデル

Davis et al. (2011) は、交通コンフリクトを適切に評価するためには、因果推論で使われている潜在反応モデル (Pearl, 2009; 黒木, 2017) を用いることが有用であることを示唆している。潜在反応モデルは、対象者に対してある外的操作を行った際に現れる反応を、その対象者が持つ特徴と決定論的に結びつけたうえで、ランダムサンプリングなどの統計的要素を付加して因果効果の定量的評価を試みる数理モデルの一つである。

4. 潜在反応モデルに基づく交通コンフリクト指標

潜在反応モデルを用いた新たな交通コンフリクト指標 (Potential Response Inspired Conflict: PRIC) を提案する。PRIC は、回避行動をとらなければ衝突事故を起こし、回避行動をとれば衝突事故を起こさないであろうドライバー群を想定し、そのようなドライバーが実際に回避行動をとり衝突事故を起こさない確率を意味している。ここでは、PRIC の識別可能条件を明らかにする。加えて、これらの識別可能条件が成り立たない状況においては、いくつかの因果的仮定に基づいて、PRIC の存在範囲を観察確率により定式化する。

5. 数値例

PRIC と既存の交通事故リスク指標の代表的なものを比較するために、回避行動に関する潜在反応変数の条件付き密度関数が Gumbel 型の二変量指数分布に従うものとして、これらの指標の関数形の違いについて議論する。その結果、PRIC は、既存指標に比べて、回避行動の有無がより反映されていることを示す。

6. “The 100-Car Naturalistic Driving Study” データへの応用

100 人のドライバーにおける運転行動を一年にわたり収集した観察研究のデータを PRIC に適用し、その実用性について議論する。その結果、識別可能条件を満たす事例として加害衝突の状況に着目し、回避行動がどの程度有効であったかを定量的に評価できることを示す。加えて、識別可能条件を満たすことができない事例として被害衝突の状況に着目し、因果的仮定を付加することで有用な情報を与えられることを示す。

7. まとめ

本提案は、交通コンフリクトの定義の反事実的表現を踏まえたものであり、交通コンフリクトを適切に評価するのに重要な役割を果たすものと考えられる。発表では時間の許す限り、最近の取り組みについても触れる。

参考文献

- [1] Davis, G., Hourdos, J., Xiong, H., and Chatterjee, I. (2011). Outline for a causal model of traffic conflicts and crashes, *Accident Analysis and Prevention* 43, 1907–1919.
- [2] Pearl, J. (2009). *Causality: Models, reasoning, and inference, The 2nd Edition*. Cambridge University Press (黒木学 訳 (2009). 統計的因果推論 –モデル・推論・推測–, 共立出版).
- [3] 黒木学 (2017). 構造的因果モデルの基礎. 共立出版.