

# 車両走行軌跡データを用いた信号交差点における交通状況の推定に関する研究

高知工科大学 1210030 岩原 雄大  
指導教員 西内 裕晶

## 1. はじめに

高知県高知市国道 56 号線石立交差点の東行き区間では、朝ピーク時に郊外から市街地に向かう交通で渋滞が発生する傾向がある。石立交差点を西側から東方向に通過する道路の交差点の直前における断面構造は、図-1 のように路肩側から走行車線，追い越し車線，右折専用車線の 3 つの車線で構成されており走行車線から左折する車両が減速するため直進車の流率を下げ、渋滞の原因になっていると考えられている。その解決策として、左折専用レーンの増設が計画されているが<sup>1)</sup>、その効果を評価するには増設前の交通状況と増設後の交通状況を把握し比較する必要がある。そこで、本研究では西側から東方向に向かう石立交差点直前の走行車線，追い越し車線の 2 車線を通過する車両走行軌跡を作成することで、石立交差点直前の車両の交通状況を把握することを目的とする。



図-1 石立交差点の航空写真（国土地理院地図（正式名称）より筆者が作成）

## 2. 研究概要

本研究では、ビデオ調査を実施し、西側から東方向に向かう石立交差点直前の走行車線，追い越し車線の 2 車線を通過する車両走行軌跡を作成する。その後、Intelligent driver model<sup>2)</sup>（以下、IDM）を用いて石立交差点直前の走行車線，追い越し車線の 2 車線の混雑状況を数値化し比較した。

### (1) ビデオ調査

ビデオデータは 2019 年 11 月 18 日から 2019 年 11 月 22 日にかけて、ピーク時の交通状態が取得できる午前 7 時から午前 10 時まで取得した。ビデオカメラは石立交差点直前の位置に設置し、株式会社道路計画のビューポールを用いて 5 日とも同じ画角で道路管理者が管理する街路柱などの構造物に固定した。

### (2) 車両走行軌跡の作成

ビデオデータより、OpenCV ライブラリを用いて車両走行位置を取得し車両走行軌跡を作成する。初めに、四輪車のみ各車両の車両後輪と地面の間の座標を取得する。そして、車線ごとにビデオデータから取得した座標を射影変換し座標から距離(m)へと単位変換する。x 軸を距離(m)，y 軸を時間(秒)とし各車両の距離(m)，時間(秒)データをプロットすることで車両走行軌跡が描かれる。例として図-2 に走行車線の車両走行軌跡作成手順を示す。



車両後輪と地面の間の座標を取得

射影変換

車両走行軌跡作成

### (3) IDM

図-2 石立交差点直前の直進左折における車両走行軌跡作成手順

本研究では Treider らによって提案された IDM<sup>2)</sup>を使用する。IDM は前方車両との相対速度から適切な車間距離 $s^*$ を計算し、 $s^*$ と希望速度から加速度を計算するモデルで、このモデルでは車両の加速度は式(1)で表される。

キーワード 車両走行軌跡，渋滞緩和，追従型走行モデル，交通密度

連絡先 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185 高知工科大学 都市・交通計画研究室

$$\dot{v}_\alpha = a \left[ 1 - \left( \frac{v_\alpha}{v_0} \right)^\delta - \left( \frac{s^*(v_\alpha, \Delta v_\alpha)}{s_\alpha} \right)^2 \right] \quad (1)$$

$$\text{with } s^*(v_\alpha, \Delta v_\alpha) = s_0 + v_\alpha T + \frac{v_\alpha \Delta v_\alpha}{2\sqrt{ab}} \quad (2)$$

式(1)の $v_0$ は希望速度で、本研究では法定速度の 13.8889m/s とする。式(1)の $s^*$ は必要とされる車間距離で、この距離は式(2)で計算される。式(1)の $s_\alpha$ は $s_\alpha = x_{\alpha-1} - x_\alpha - l_{\alpha-1}$ で計算され、 $x$ は基準点からの距離、 $\alpha$ は $\alpha$ 番目の車両で自車両を指す。 $l$ は車両長である。式(2)において、 $s_0$ は前車両から自車両までの安全とされる最小距離で、停止時の車間距離とも言える。 $T$ は安全とされる最小車間時間(反応時間)で、 $v_\alpha$ は自車両の速度で、 $\Delta v_\alpha$ は $\Delta v_\alpha = v_\alpha - v_{\alpha-1}$ で計算され $v_\alpha$ は自車両の速度で、 $v_{\alpha-1}$ は先行車の速度である。 $a$ と $b$ はそれぞれ最大加速度と最大減速度である。 $\delta$ は通常 4 で一定である。

### 3. 結果考察

#### (1) 車両走行軌跡の作成

集計したビデオデータより走行車線、追い越し車線を通過する各車両の走行軌跡を作成した結果、図-3 のような車両図を描くことができたが 959 は同車線の前方、後方車両が停止しているのに対し進行しているため、取得した座標データのエラー値であることが分かる。このようなエラーを含む車両走行軌跡データは、ビデオデータから取得した車両の約 3 割程度存在していた。

#### (2) 走行車線、追い越し車線の 2 車線における混雑状況の比較

2 車線を比較するために車線ごとの IDM を計算した。IDM で計算する値を、取得した座標データのエラー値を除外した車両走行軌跡の中から抽出した結果、走行車線は 143 個、追い越し車線は 136 個のデータを取得することができた。そして、IDM の計算結果から、最小車頭時間 $T$ についてそれぞれの車線で平均値と分散を計算し、平均値+分散以上の外れ値を除外すると、走行車線は 140 個、追い越し車線は 132 個のデータが取得できた。外れ値を除いた最小車頭時間 $T$ について t 検定を用いて比較した結果が表-1 のようになった。P 値は t 分布における検定統計量の上側確率である。そのため、P 値が有意水準 5%(0.05)以下であれば、混雑具合を比較したとき走行車線と追い越し車線との間には違った特徴があると言える。表-1 を見ると P 値は 0.0172 となって 0.05 以下であり走行車線、追い越し車線の 2 車線の間には違った特徴がある。最小車頭時間 $T$ の平均は走行車線、追い越し車線でそれぞれ 0.566 秒、0.911 秒であるので走行車線の方が車両間に空きがなく詰まっていることが分かる。以上より、追い越し車線より走行車線の方が混雑していると言える。

### 4. おわりに

本研究では、ビデオデータから OpenCV ライブラリを用いて車両の座標を取得することにより、高知県高知市石立交差点付近の車両走行軌跡を作成した。作成した車両の走行軌跡データより、走行車線と追い越し車線の混雑状況について、走行車線の方が追い越し車線よりも混雑する傾向にあることを把握した。しかし、一方向からのビデオデータでは車両の後輪が隠れてしまう場合があるため、座標データを取得した際にエラーが生じることがあり、座標データ取得方法の改善が今後の課題である。

### 参考文献

1) 国土交通省：石立交差点（東行き）の車線見直しを行います！

<http://www.skr.mlit.go.jp/tosakoku/pres/2020/210104.pdf>

2) M. Treiber, A. Hennecke, and D. Helbing. Congested traffic states in empirical observations and microscopic simulations. Physical Review E, Vol. 62, No. 2, pp. 1805-1823, Aug2000

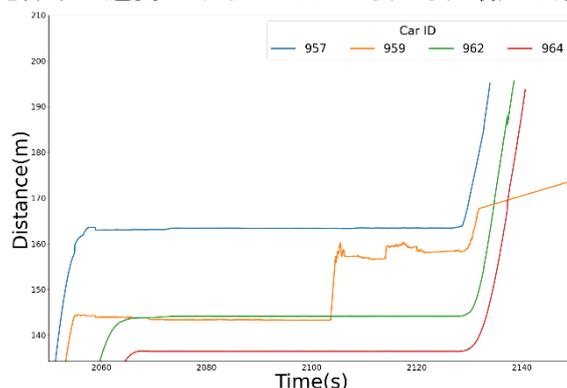


図-3 走行車線の車両走行軌跡

表-1 t 検定による 2 車線間の安全とされる最小車頭時間 $T$ の比較

	走行車線	追い越し車線
平均	0.566	0.911
分散	0.243	3.20
観測数	140	132
P(T<=t) 片側	0.0172	