

# 投影画像のフラクタル解析による交差点内での 車両の追跡について

岩渕 令虎\*, 呉 一帆, 矢澤 翔大, 新妻 清純, 黒岩 孝 (日本大学)

Study on the Tracking of Vehicles at Intersection by Fractal Analysis of Projective Image  
Ryogo Iwabuchi\*, Yifan Wu, Syota Yazawa, Kiyozumi Niizuma, Takashi Kuroiwa (Nihon University)

## Abstract:

In this study, fractal image analysis of the drone video footage, in order to tracking the vehicles near the intersection is considered. Previously, the analyzed area was limited to squares, but in this study, this problem will be solved by projective transformation. As a result of that, behavior of moving vehicles was indicated by image feature distance of fractal analysis, so that the presented method may be effectual of vehicle tracking.

キーワード: フラクタル解析, 射影変換, 車両追跡, ドローン  
(Fractal Analysis, Projective Transformation, Vehicle Tracking, Drone)

## 1. はじめに

交通事故の発生件数が最多となる場所は交差点付近であり、道路形状別で全体の50[%]近くを占め<sup>(1)</sup>、大きな社会問題となっている。交差点内を通過する車両を追跡できれば、あおり運転やスマートフォンのながら運転等の危険な運転を察知でき、交通事故の防止や軽減が期待

できる。交差点上空からドローンで撮影すれば比較的容易に車両を検出できると思われるが、航空法の改正により、道路上を低空で飛行させる事は禁止されている。著者らは、安全な空域から道路を俯瞰して撮影した画像をフラクタル解析することで、特定の領域内の車両を検出する手法について既に報告している<sup>(2), (3)</sup>が、正方形の領

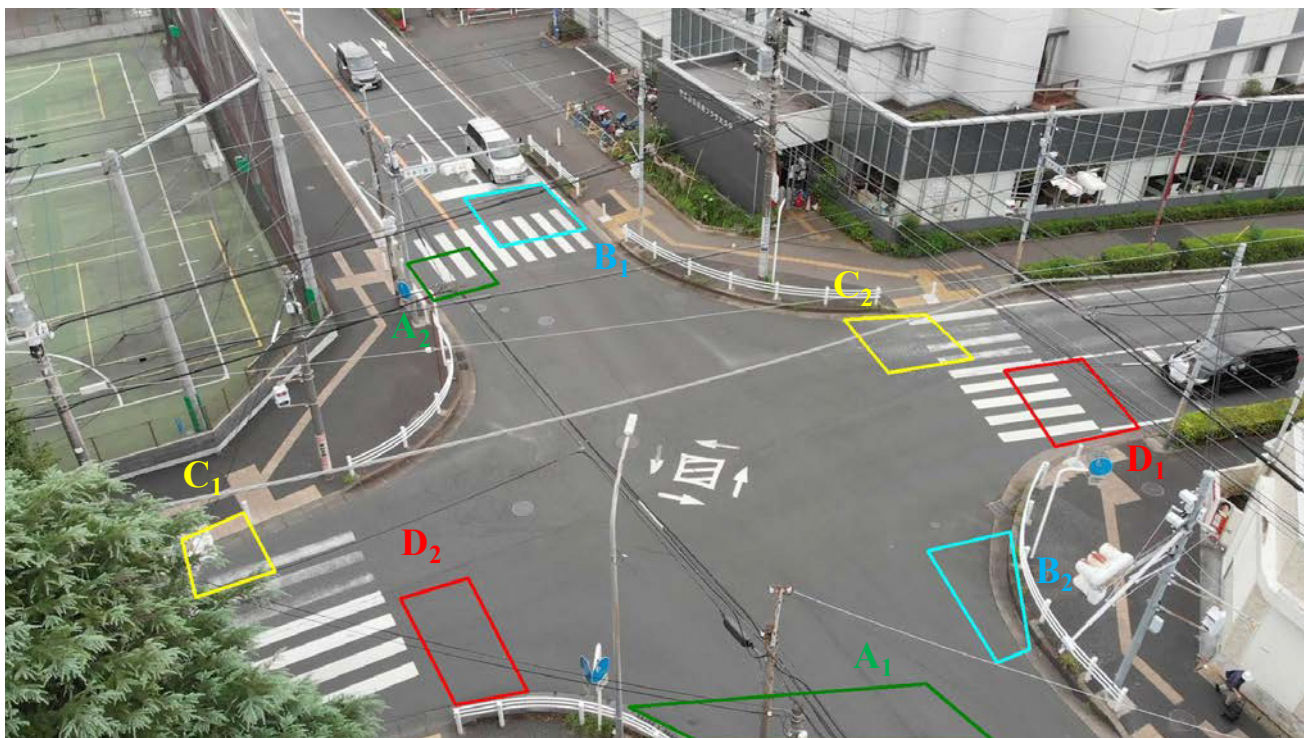


図1 フレームナンバー  $q=0$  における領域 A, B, C, D の画像  
Fig.1 Images of three regions A,B,C and D at frame number  $q=0$

域に限られるという制約<sup>(4)</sup>がある。そこで本研究では、交差点の入口及び出口付近に任意形状の領域を考え、射影変換により正方形の画像を抽出し、そのフラクタル解析を行う事で、交差点内における車両の動きを追跡できるか検討する。

## 2. 解析方法

図1は、車両追跡に用いる検出領域を示す。同図はミニドローン(DJI社Mavic Mini)により撮影した映像(1920×1080[Pixel])をフレームごとに分割し作成した静止画像で、フレーム0の画像である。対象とした交差点は歩車分離型で、東西(画面に対し上下方向)に延びる道路については右折レーンを持つが、南北(画面に対し左右方向)の道路は片側一車線のみとなっている。交差点の中央付近では車の直進や右左折により、俯瞰した画像では車の重なりが大きく、車の動きを分離するのが困難であると予想される。そこで、ここでは交差点の入口と出口付近に検出領域A～Dを設けた。また、検出領域の添字は車の進行方向順とした。各領域は画面のパスを考慮して設定するが、頂点が4つの多角形とし、直進と右左折の両方に対応できるような位置と形状を選んだ。また、検出領域を設置するさい、車両の動きに対しほぼ次の順番で領域を通ることになる。

### ①南から北に進む場合

- 直進 :  $C_1 \rightarrow C_2$
- 左折 :  $C_1 \rightarrow A_2$
- 右折 :  $C_1 \rightarrow B_2$

### ②北から南に進む場合

- 直進 :  $D_1 \rightarrow D_2$
- 左折 :  $D_1 \rightarrow B_2$
- 右折 :  $D_1 \rightarrow A_2$

### ③西から東に進む場合

- 直進 :  $A_1 \rightarrow A_2$
- 左折 :  $A_1 \rightarrow D_2$
- 右折 :  $A_1 \rightarrow C_2$

### ④東から西に進む場合

- 直進 :  $B_1 \rightarrow B_2$
- 左折 :  $B_1 \rightarrow C_2$
- 右折 :  $B_1 \rightarrow D_2$

各領域の画像は射影変換により同じ大きさの正方形の画像に変換した後、フラクタル画像特徴である画像特徴距離 $d_q^{(4), (5)}$ を用いて移動車両を検出する。具体的には、車両が映っていないフレーム(便宜上ナンバー0とする)の画

像と、以降のフレーム(ナンバー1,2,3,...)における画像との画像特徴距離 $d_q$ を求めるが、比較する画像が同一なら $d_q = 0$ 、異なる場合は $d_q \neq 0$ となり、画像の違いが大きいほど $d_q$ が大きくなる性質を利用して、画像内に車両が映っているか推測する。解像度の等しい2つの画像のフラクタルシーケンスをそれぞれ $S = \{s_0, s_1, \dots, s_{M-1}\}, T = \{t_0, t_1, \dots, t_{M-1}\}$ とすると、2つの画像の類似性は、次式の画像特徴距離 $d_q$ で表わせる。

$$d_q = \sqrt{(\bar{s} - \bar{t})^2 + \sum_{k=0}^{M-1} \left\{ (s_k - \bar{s}) - (t_k - \bar{t}) \right\}^2} \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 $\bar{s}, \bar{t}$  はそれぞれフラクタルシーケンス $S, T$ の平均値を表す。

## 3. 結果

図2及び図3は、各フレームナンバーに対する領域A～Dの画像特徴距離を示す。図2は、車両が東の方向に進む場合で、この場合、車両の動きは以下の様になる。

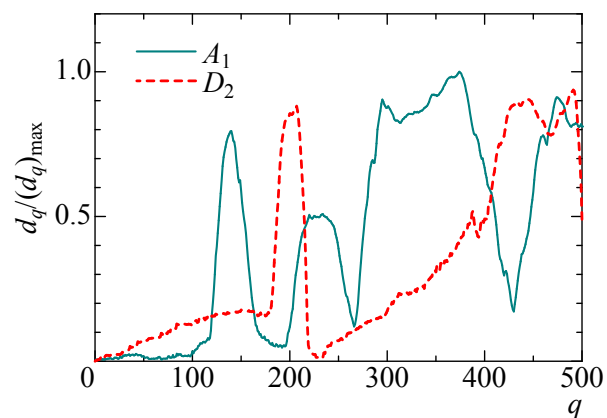
- 左折 :  $A_1 \rightarrow D_2$
- 右折 :  $A_1 \rightarrow C_2$
- 直進 :  $A_1 \rightarrow A_2$

同図より、車両が入口側の検出領域を通過すると画像特徴距離がピークを示し、出口側の検出領域を通過するとやや遅れて画像特徴距離がピークを示していることがわかる。また、同図(a)及び(b)の結果から、左折と右折では出口側の画像特徴距離のピークが異なるタイミングで生じていることから、右左折については区別できる可能性があることがわかる。一方、同図(c)は車両が直進する場合の結果である。この場合、出口側の画像特徴距離がピークを示さない場合は直進ではなく右左折の状態と推測されるため、区別は出来ると思われる。

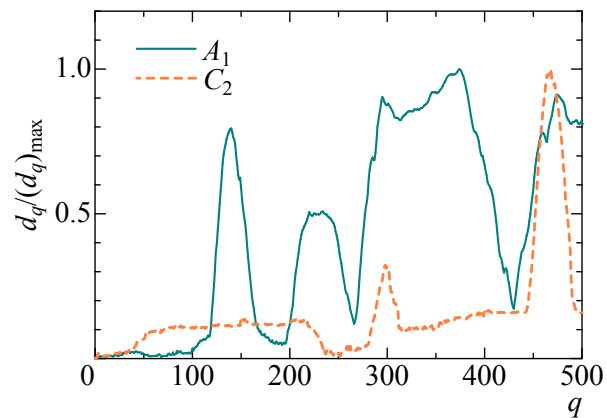
一方図3は、車が南北に直進する場合の結果である。この場合は右左折がないため、入り口側と出口側のピークがほぼシフトしていることがわかる。

## 4. まとめ

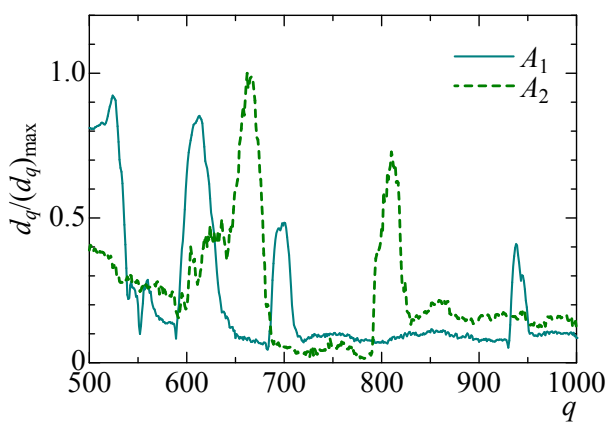
ドローンで俯瞰して撮影した動画像について、交差点の入口及び出口付近に任意形状の領域を考え、射影変換により正方形の画像を抽出し、そのフラクタル解析を行う事で、交差点内における車両の動きを追跡できるか検討した結果、右左折と直進の区別が付けられる可能性がある事がわかった。



(a) 左折  
 (a) Left Turn



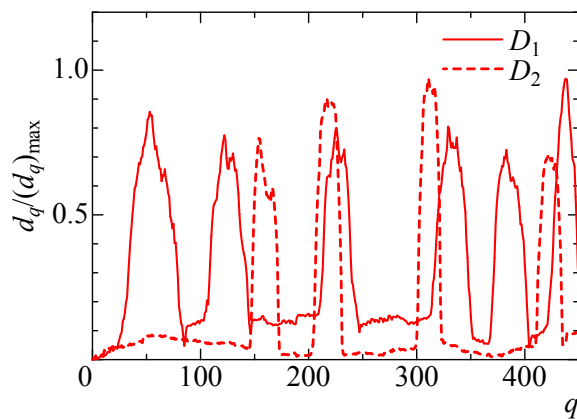
(b) 右折  
 (b) Right Turn



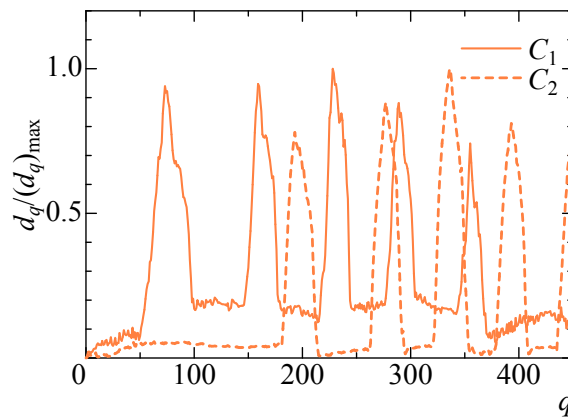
(c) 直進  
 (c) Straight

図2 画像特徴距離  $d_q$  (進行方向: 東)

Fig.2 Image feature distance  $d_q$  (Direction of travel: East)



(a) 進行方向: 北  
 (a) Direction of travel: North



(b) 進行方向: 南  
 (b) Direction of travel: South

図3 画像特徴距離  $d_q$  (直進)

Fig.3 Image feature distance  $d_q$  (Straight)

参考文献

- (1) 平成27年版交通安全白書, p. 22, 内閣府 HP 資料 (2015)
- (2) 黒岩他: 平成30年度電気学会 D 部門大会, 4-S4-4, pp.IV-35-36 (2018)
- (3) 黒岩他: 平成31年度電気学会全国大会, 4-275, p.456 (2019)
- (4) 望月, 藤井, 伊藤: “新しいフラクタル特徴とロバストな構図情報を用いた画像検索”, 映像情報メディア学会誌, Vol. 57, No. 6, pp. 719-728 (2003)
- (5) 掛村, 東, 入江: “仮想体積を用いたテクスチャ特徴変数とその応用”, 電子情報通信学会誌 D-II, Vol. J80-D-II, No. 9, pp. 2411-2420 (1997)
- (6) Feder, J.: Fractals, Plenum Press, New York (1988)