

フラクタル解析を用いた車両の動線軌跡の検出に関する研究

日大生産工(院) ○呉 一帆 日大生産工 矢澤 翔大
 日大生産工 新妻 清純
 日大生産工 吉田 典正
 日大生産工 黒岩 孝

1. まえがき

交通事故の発生件数が最多である場所は交差点で、道路の形状別統計で全体の 47[%] 近くを占めており*1、大きな社会問題となっている。交差点付近を走行する車両の動線を解析できれば、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。危険運転を行う車両は監視カメラで発見できると考えられるが、設置場所が限定され、自由に動かせないなど使い勝手は悪い。高精細カメラと機動力を備えるドローンであれば車両の追跡も容易と思われるが、道路上の飛行は禁止されている。著者らは、安全な空域から道路を俯瞰して撮影した動画をフラクタル画像解析することで、特定の領域内の車両を検出する手法について報告している*2、*3が、事前に検出領域を定める必要があり、車両が領域からはみ出す場合は検出が難しいという問題点がある。そこで本研究では、検出領域の位置を決めるさいに、車両の動線軌跡を推測する手法について検討を行う。具体的には、ドローンにより空撮した動画を細分化した後フラクタル解析を行う事で、走行車両の動線軌跡を推測できるか検討する。

2. 解析方法

ここでは、交差点を通過する車両の軌跡を解析するため、画面全体に正方形の検出領域を設置し、解析を行う。Fig.1では解析に用いた動画を示している。同図はミニドローン(DJI Mavic Mini)により撮影した、解像度1920×1080[Pixel]、フレームレート30 [FPS]の動画画像から作成されている。解析のため、まず検出対象の画素数を考慮し、検出領域の一辺の長さ r_{max} を設定する。入力画像が丁度よく分割できるため、縦と横が r_{max} の整数倍になるように拡大する。この際に、入力画像は j 行 i 列の検出

領域行列が作成される。次に、各検出領域の仮想体積と、その検出領域の4等分、更に16等分、 4^n 等分した後の微小領域における仮想体積の平均値を計算する。ここで、動画画像の僅かな動きの影響を最小限にするため、細分化された微小領域の幅を 8 [Pixel] 以上とする。そして、検出領域の仮想体積と細分化した後の平均仮想体積の対数を取り、当該領域のフラクタルシーケンスとして使用できる。これで、フラクタル画像特徴である画像特徴距離 d^{*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 $q = 0$ とする)の画像と、以降のフレーム(ナンバー $q = 1, 2, 3, \dots$)における画像の領域ごとの画像特徴距離 $d_{q,j,i}$ を求める。2フレーム間の同じ位置の検出領域のフラクタルシーケンスをそれぞれ

$$S_{j,i} = \{s_{0,j,i}, s_{1,j,i}, \dots, s_{M-1,j,i}\}$$

$$T_{j,i} = \{t_{0,j,i}, t_{1,j,i}, \dots, t_{M-1,j,i}\}$$

とすると、2つの検出領域の類似性は、次式の画像特徴距離 $d_{q,j,i}$ で表わせる。

$$d_{q,j,i} = \sqrt{(\bar{s} - \bar{t})^2 + \sum_{k=0}^{M-1} \{(S_{j,i,k} - \bar{s}) - (T_{j,i,k} - \bar{t})\}^2} \quad (1)$$



Fig.1 解析する交差点の様子

ただし、 \bar{s} 、 \bar{t} はそれぞれフラクタルシーケンス $S_{j,i}$ 、 $T_{j,i}$ の平均値を表す。ここで検出領域の画像が同一なら $d_{q,j,i} = 0$ となり、画像が異なる場合は $d_{q,j,i} \neq 0$ で、違いが大きいほど $d_{q,j,i}$ が増える。また、これまでの検討で、領域内に存在する車両の割合が大きいほど $d_{q,j,i}$ の値が増えることも確認している。そこでここでは、全てのフレームにおいて $d_{q,j,i}$ を求め、その最大値 $d_{max\ q,j,i}$ を用いることで、車両が通過する範囲と、車両の動線軌跡を推測できるか検討を行う。

3. 結果

ここでは $r_{max} = \{64, 32, 16\}$ について比較検討を行った。Fig.2 は、各検出領域における画像特徴距離の最大値 $d_{max\ q,j,i}$ を示した等高線図である。同図内の四角は検出領域を示し、色が明るいほど $d_{max\ q,j,i}$ の値は大きい。動画との比較により、同図(a)の明るい部分では車両が通過することを確認しているが、車両の動線軌跡については推測が困難である。また、同図(b)では、入力画像の下半分において、車両の動線軌跡はかなり明瞭に判別できるが、上半分については動線軌跡が不明瞭である。一方、同図(c)は $r_{max} = 16$ とした場合の結果を示す。 $r_{max} = 32$ の結果に比べ、車両が通過する範囲の視認性が向上しており、空撮した映像と比較した結果、車両の軌跡についてもほぼ正確に推測できることを確認している。

4. まとめ

ここでは、車両の動線軌跡を推測するため、動画像を正方形の検出領域により細分化する方法を検討した。その結果、各検出領域における画像特徴距離の最大値を用いることで、車両の通過する範囲を推測できる可能性のあることがわかった。また、検出領域の一辺の長さを適切に選ぶことで、車両の動線軌跡も推測できる可能性を示した。

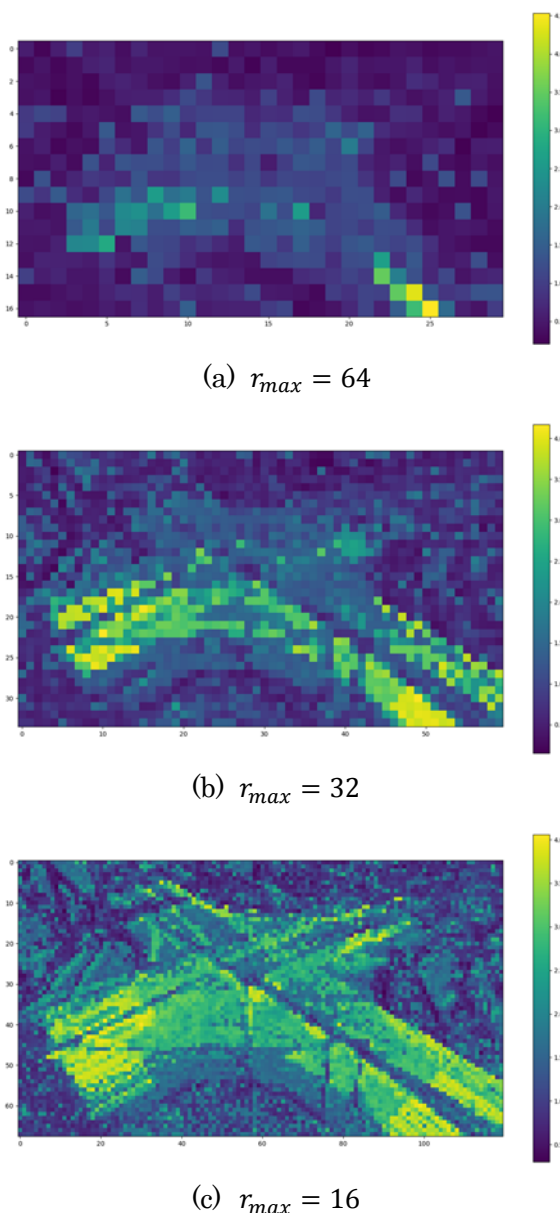


Fig.2 画像特徴距離の最大値 $d_{max\ q,j,i}$

参考文献

- 1) 令和4年版交通安全白書, p.51, 内閣府HP資料(2022)
- 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) 望月他:映像情報メディア学会誌, Vol.57, No.6,pp.719-728 (2003)
- 5) 掛村他:電子情報通信学会誌D-II, Vol.J80-D-II, No.9,pp.2411-2420 (1997)